

Capítulo 7

Caso de estudio

La reutilización de agua regenerada en usos ambientales para los humedales de l'Empordà, Girona, España

7.1 Introducción

La zona de las marismas de l'Empordà ha ido desapareciendo inicialmente a causa de la desecación por los aprovechamientos agrícolas y ganaderos con el fin de evitar el paludismo, y a partir de los años 60 a causa de la especulación urbanística. El parque natural de los humedales de l'Empordà es una de las zonas naturales más conocidas y emblemáticas de Cataluña desde su creación en el año de 1983. Este parque surge a causa de una intensa y larga campaña iniciada en 1976 para detener un proyecto de urbanización que pretendía construir una marina residencial para 60,000 personas en el sistema lagunar situado entre la desembocadura de los ríos Muga y Fluvía. La figura 7.1 presenta los mapas con la ubicación de estos humedales.

Este parque se sitúa en el Alt Empordà, sobre una superficie de 4,866 ha que pertenecen a parte de los municipios de L'Armentera, Castelló d'Empúries, l'Escala, Palau-saverdera, Pau, Pedret i Marzà, Peralada, Roses y Sant Pere Pescador (PNAE, 2003). En la actualidad, los humedales de l'Empordà son la segunda zona húmeda de Cataluña. La forma un conjunto de estanques y prados anegables en la confluencia de los ríos Muga y Fluvía, constituyendo un hábitat privilegiado para la fauna, especialmente para las aves acuáticas.

7.1.1 Objetivo de la reutilización

El objetivo general del proyecto es el suministro de agua durante las épocas estivales a la Laguna del Cortalet, primer punto de contacto de los visitantes con el parque, y que tiende a desecarse a causa del consumo de agua para el regadío agrícola, que se produce aguas arriba del punto donde se alimenta a esta laguna.

Inicialmente la posibilidad era utilizar el agua del río Muga para alimentar la laguna de Cortalet, sin embargo esta acción provoca la intrusión de agua marina en el tramo final de dicho río y la consiguiente salinización de los pozos de la zona. Alternativamente se consideró el agua depurada de la EDAR de Empuriabrava como una opción viable para abastecer esta laguna, previa reducción del contenido de nutrientes (nitrógeno y fósforo). Además esta alternativa supone una importante disminución del vertido del efluente secundario de la EDAR de Empuriabrava al río Muga, con lo cual la reutilización del agua sirve para proteger la calidad del agua de este río en su tramo final, así como también las aguas marinas de la zona costera adyacente a la desembocadura del río.

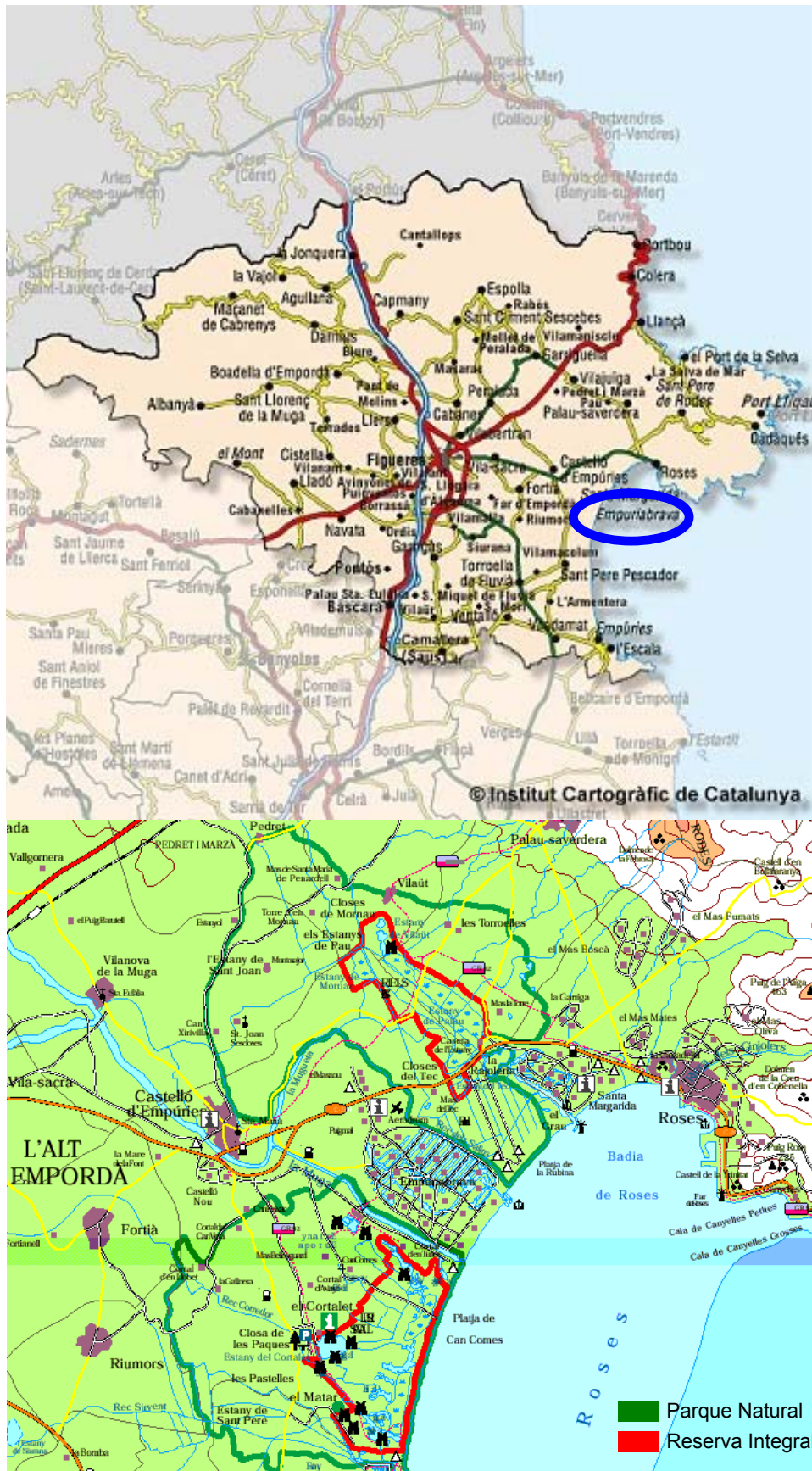


Figura 7. 1 Ubicación de los humedales de l'Empordà.

En resumen, los objetivos que se alcanzan con el SRRAR de Empuriabrava para usos ambientales son:

1. Aportar agua a la laguna del Cortalet para evitar su desecación en los meses de verano, evitando el perjuicio para la fauna y flora acuáticas.
2. Reducir los vertidos al río Muga.
3. Evitar la eutrofización que podrían causar las aguas regeneradas en su punto de utilización en el PNAE si no hubiera una eliminación suficiente de nutrientes.
4. Maximizar la biodiversidad de flora y fauna acuáticas, tanto en las instalaciones de regeneración como, especialmente, en el punto de utilización del agua, lo cual redundaría en la mejora del ecosistema.

7.1.2 Descripción Técnica

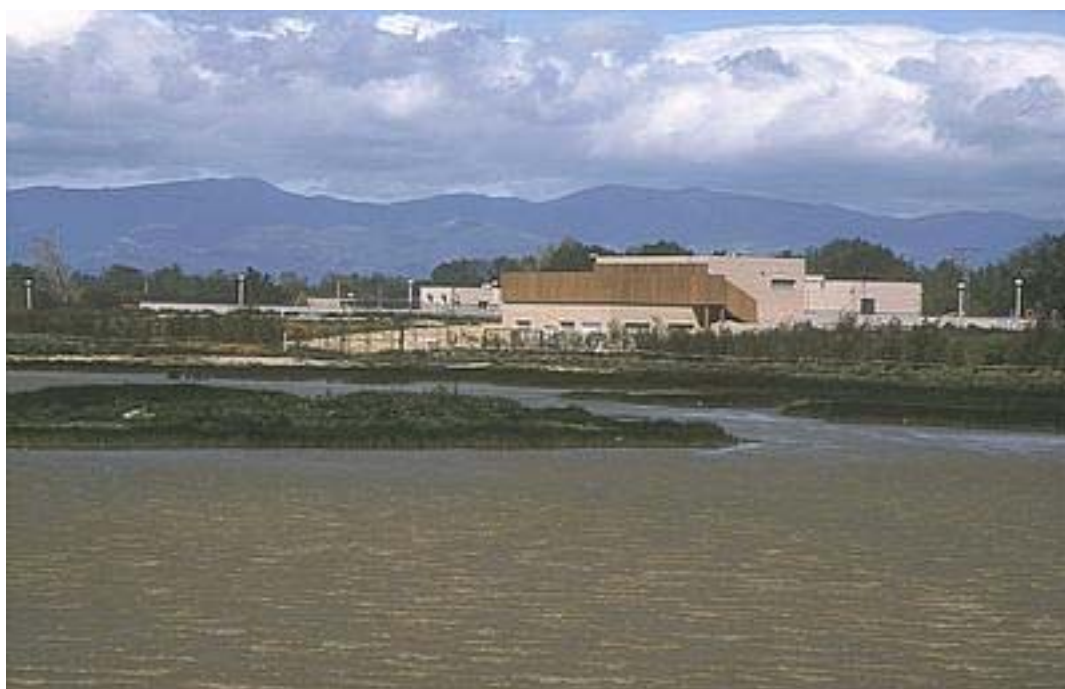
En la figura 7.2 se puede observar un esquema de la EDAR de Empuriabrava y de los humedales de tratamiento construidos en los terrenos adyacentes (SAC por sus siglas en catalán Sistema de Aiguamolls Construits), asimismo en las figuras 7.3 y 7.4 se presentan algunas imágenes de la EDAR y el SAC. La EDAR de Empuriabrava está formada por dos líneas de tratamiento de agua en paralelo con un pretratamiento, un reactor biológico (1), un decantador (2), tres lagunas de afino en cada línea (3 y 4), además de un secado mecánico mediante centrífuga para el tratamiento de los fangos (7). Las principales características técnicas de esta EDAR (según datos de proyecto) se presentan en la Tabla 7.1.



Figura 7. 2 Esquema de la EDAR y el SAC de Empuriabrava.



a) Vista aerea de la EDAR y el SAC de Empuriabrava.



b) Estanque Europa

Figura 7. 3 Imagenes de la EDAR y el SAC de Empuriabrava (CCB, 2002).



c) Flamingos en el estanque Europa.



d) Celdas de afino.

Figura 7. 4 Imagenes de la EDAR y el SAC de Empuriabrava (CCB, 2002).

Tabla 7. 1
Principales características técnicas de la EDAR de
Empuriabrava según datos de proyecto (Sala et al, 2001).

Concepto	Unidad	Valor
Caudal máximo	m ³ /día	8,750
Habitantes equivalentes	número	35,000
DBO teórica entrada	mg/l	240
Potencia instalada	Kw.	125
Decantación primaria	unidades	No
Volumen reactores biológicos	m ³	14,000
Potencia total soplantes	Kw.	110
Difusores de aire	número	400
Decantación secundaria	unidades	2
Diámetro decantador	m	15
Volumen decantadores	m ³	1,160
Volumen lagunas de afino	m ³	12,000
Volumen total EDAR	m ³	35,600

Las características de la calidad del agua del afluente a la EDAR son típicamente domésticas, con la peculiaridad de presentar un incremento del caudal durante los meses de verano (se pasa de los 800 m³/día en temporada baja hasta aproximadamente los 6,000 m³/día en temporada alta). La Tabla 7.2 resume la calidad del agua media anual del efluente secundario de la EDAR de Empuriabrava en el año 2000.

Tabla 7. 2
Calidad del efluente secundario de la EDAR de
Empuriabrava durante el año 2000 (Sala et al, 2001).

Parámetro	Unidad	Valor
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	4
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	12
Potencial de Hidrógeno	Unidades	7.6
Conductividad eléctrica	dS/m	3.5
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/l	5.6
Amonio	mg N/l	3.6
Nitrito	mg N/l	0.2
Nitrato	mg N/l	9.8
Nitrógeno Total	mg N/l	-
Fósforo Total	mg P/l	5.0

Fuente: Análisis realizados por SEARSA en el laboratorio de la EDAR de Rosas a partir de muestras puntuales.

A pesar de la excelente calidad que en términos de DBO₅ y SST se obtiene en el efluente secundario, especialmente cuando el sistema biológico funciona en su régimen de aireación prolongada, los niveles de nutrientes son todavía demasiado elevados para ser introducidos de forma continua en la Laguna del Cortalet. Para conseguir una reducción de las concentraciones de nitrógeno y fósforo se diseñó un sistema de humedales construidos formado por tres celdas de tratamiento (ver figura 7.2, punto 5), de unos 8,000 m² de superficie cada una y con una profundidad media de 40 centímetros. Estas celdas están impermeabilizadas mediante una capa de 25 cm. de arcilla compactada, con el fin de proteger al acuífero de una posible contaminación. Las tres celdas están dispuestas en paralelo, de forma que el caudal de efluente secundario a tratar se reparte uniformemente entre ellas.

En estas celdas se ha favorecido el establecimiento de la vegetación típica de la zona como la espadaña, el junco y el carrizo. Esta vegetación actúa como elemento esencial del proceso de mejora de la calidad del agua, tanto por la absorción directa de nutrientes, como por su función estructural siendo soporte de las comunidades microbianas que se desarrollan en el agua y que complementan el tratamiento. Finalmente, se procura dejar una zona ligeramente más profunda con agua libre al final de cada celda con el fin de favorecer la oxigenación del agua y aumentar la diversidad de ambientes. En estas celdas de tratamiento se han introducido ejemplares de gambusia, un pequeño pez depredador, como forma natural de la lucha contra las poblaciones de mosquitos.

Después de su paso por las tres celdas, el agua continúa su recorrido por una zona anegable adyacente, llamada Laguna Europa (ver figura 7.2, punto 6). Esta zona con una superficie de unos 44,000 m², una profundidad máxima de unos 15-20 cm y con una isla en su parte central, fue creada a instancias de los técnicos del Parque natural como punto para la observación de aves. La tabla 7.3 resume los datos de calidad del agua del efluente del sistema de humedales construidos.

Tabla 7. 3
Calidad del agua producida por los humedales de tratamiento
de Empuriabrava en el año 2000 (Sala et al, 2001).

Parámetro	pH	CE dS/m	O ₂ % sat	Temp °C	Amonio mg N/l	Nitrato mg N/l	Nitrato mg N/l	Nitrógeno inorgánico mg N/l	Fósforo soluble mg P/l
Media	8,7	3,5	51	17	0,4	0,2	2,4	3,0	1,9
Mediana	8,7	2,5	48	18	0,3	0,1	1,5	1,7	2,1
Máximo	9,6	7,4	95	23	1,6	0,8	8,2	10,1	3,1
Mínimo	7,4	1,9	20	8	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3
Percentil 10	8,1	2,1	24	10	0,1	0,0	0,0	0,3	0,5
Percentil 90	9,4	5,8	81	23	1,0	0,5	7,5	8,8	3,0

Fuente: Análisis realizados por el Servicio de Control de Mosquitos en muestras tomadas a la salida del Estany Europa.

Una vez que el agua ha realizado su recorrido por el sistema de humedales de tratamiento y por la Laguna Europa es recogida y conducida hasta la estación de bombeo que la impulsa al Parc dels Aiguamolls a través de una tubería de 2.4 km de longitud que tiene, además de la salida a la Laguna del Cortalet, diferentes salidas previas destinadas al mantenimiento de los prados húmedos de la zona. Si es necesario puede interrumpirse la circulación del agua por la Laguna Europa, en cuyo caso el agua que llegaría hasta el parque sería el agua de salida de los humedales de tratamiento. Esta flexibilidad operativa permite escoger en cada momento el agua con la calidad más adecuada para las necesidades del parque.

Dentro de este proyecto se ha rehabilitado también el puente existente sobre el río Muga, sobre el que descansan las tuberías de transporte de las aguas residuales de Empuriabrava, con el fin de adaptarlo al paso peatonal y poder enlazar dicha urbanización con la margen derecha del río Muga, donde se encuentra el parque natural. Así el objetivo es crear un nuevo itinerario

para los visitantes de la zona, desde Empuriabrava hasta el Cortalet, donde está ubicado el centro de información del parque.

Los criterios que se utilizan en la gestión del sistema de humedales responden primordialmente al objetivo de mejora de la calidad del agua, aunque también tienen una gran importancia los criterios ecológicos para la maximización de la biodiversidad.

7.2 Materiales y métodos.

7.2.1 Materiales

La información que se utilizará para esta evaluación ha sido obtenida a partir de dos fuentes de información: 1) El Consorci de la Costa Brava (CCB) y 2) el Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà (PNAE).

El CCB proporcionó todos los datos relacionados con la implantación y explotación del SRRAR de Empuriabrava, pues es la entidad responsable de su explotación, así mismo facilitó toda la información técnica (CCB, 1999).

Por su parte, el PNAE proporcionó información relativa a las estadísticas de los visitantes al parque, así como información relacionada con la forma en que los visitantes arriban al parque, los días de estancia, el lugar de estancia, los intereses y motivos de la visita (PNAE, 2003).

7.2.2 Métodos

Este análisis consiste en la identificación, periodicidad, cuantificación y valoración de los impactos del proyecto, para un ámbito determinado y respecto a un agente específico. Estos impactos son agregados a una evaluación que combina el Análisis Coste-Beneficio (ACB) y la técnica del Valor Actual Neto (VAN) con el fin de determinar el máximo beneficio total y con ello la viabilidad económica del proyecto.

7.2.2.1 Definición de objetivos

El objetivo del presente análisis técnico-económico es evaluar el sistema para la regeneración y reutilización de las aguas residuales (SRRAR) de la EDAR de Empuriabrava, mediante la maximización de la diferencia entre los ingresos y los costes asociados con la producción de agua regenerada, de acuerdo con la ecuación 1. Este criterio de optimización económica fue seleccionado debido a su intuitiva interpretación, así como a su aplicabilidad en el problema que se presenta.

La función objetivo a optimizar es:

$$MAX B_T = \sum_{n=0}^n [(VAR_n * PV_n) - (CI_n + CEM_n + CFin_n + IMP_n) + (EP_n - EN_n) - CO_n] \quad (1)$$

De donde:

B_T = Beneficio Total

VAR = Volumen anual de Agua Regenerada

PV = Precio de Venta del Agua Regenerada

CI = Costes de Inversión

CEM = Costes de Explotación y Mantenimiento

$CFin$ = Costes Financieros

IMP = Impuestos

EP = Externalidades Positivas del impacto ep_j

EN = Externalidades Negativas del impacto en_j

CO = Coste de Oportunidad

n = Año

7.2.2.2 Definición del ámbito de estudio

El ámbito de estudio se centra en la microcuenca de los humedales de l'Empordà, perteneciente a la región hidrológica de las cuencas de la Costa Brava.

7.2.2.3 Los impactos del proyecto

El análisis de los impactos considerados dentro de esta investigación se describen en la tabla 7.4, los cuales han sido recogidos y analizados a partir de la experiencia profesional de los que intervienen en esta investigación (ver CCB, 2002 y PNAE, 2002), a continuación se detallan las principales características por cada grupo de los impactos analizados:

- Infraestructura hidráulica.- Se refiere a los efectos relacionados con la implantación y explotación de la infraestructura hidráulica relacionada con la producción y distribución del agua regenerada. A este impacto conciernen las inversiones que son necesarias realizar para la implantación del SRRAR, así como todos los costes de explotación y mantenimiento para el funcionamiento del sistema. Todos estos costes son privados y su determinación es producto de los presupuestos del proyecto a valor de mercado.
- Acondicionamiento y reutilización de contaminantes.- Dentro de este grupo se considera el posible impacto por la reutilización y comercialización de los fangos producto de la regeneración de las aguas residuales. Estos fangos son enviados hasta la planta de

compostaje de Prodeasa en Castelló d'Empúries, donde son tratados biológicamente con la finalidad de producir compost que será utilizado por agricultores de la zona. La producción de compost se considera como una fase fuera del proceso de regeneración y reutilización de aguas residuales, por lo que este impacto no será incluido en esta evaluación. No obstante, se considera adecuado que para una evaluación más completa debería estudiarse en conjunto el SRRAR y compostaje desde una entidad de gestión superior (por ejemplo el Departamento de Medio Ambiente).

Tabla 7. 4
Análisis de los impactos considerados dentro de la investigación.

Grupo de Impacto	Impacto Implicados	Identificación		Periodicidad		Cuantificación	
		Negativo (Costes)	Positivo (Ingresos)	Negativo (Costes)	Positivo (Ingresos)	Negativo (Costes)	Positivo (Ingresos)
Infra-estructura hidráulica	Regeneración y reutilización del agua residual.	Producción y distribución de agua regenerada		Inversión Inicial y durante la vida útil de proyecto		0.55 hm ³ anuales de agua regenerada ^(a)	
Acondicionamiento y reutilización de contaminantes	NO APLICA						
Uso del recurso	Cantidad de agua.	Oportunidad de disponer agua para otra actividad más rentable	Aumento de disponibilidad del recurso	Durante la vida útil de proyecto	Durante la vida útil de proyecto	0.55 hm ³ anuales de agua regenerada ^(b)	0.55 hm ³ anuales de agua regenerada ^(b)
La salud pública	NO APLICA						
Medio ambiente	La contaminación de las masas de agua.		Mejoras en la calidad del agua de baño marina		Durante la vida útil de proyecto		Disminución de 3 Unidades logarítmicas de contaminación bacteriana ^(c)
	El hábitat de humedales y ríos.		Recuperación de humedales		Durante la vida útil de proyecto		mayor numero de especies y mejora del entorno paisajístico
Educación	Educación ambiental a la sociedad.		La sensibilización a la cultura de la regeneración y reutilización del agua residual		Durante la vida útil de proyecto		10,480 Escolares atendidos al año.
(a) Capacidad Instalada (b) Capacidad determinada por la producción de agua residual tratada producida en la EDAR de Empuriabrava. (c) Según datos de la Agencia Catalana del Agua.							

- Uso del recurso.- Este grupo de impactos se relacionan esencialmente con los efectos provocados por el aumento en la disponibilidad del agua dentro de la zona de estudio. El estrés hídrico que sufre la zona de l'Empordà provoca que el suministro de agua, procedente de fuentes convencionales, sea prácticamente imposible al sistema de humedales del PNAE, sobre todo durante la época estival. La producción del agua

regenerada del SRRAR de Empuriabrava se envía con el fin de abastecer de agua a los humedales, convirtiéndose esta práctica en la solución al problema sin estresar aun más la situación hídrica de la zona. Sin embargo, el uso ambiental del agua no tiene definido un coste de uso, como lo tienen definido los usos doméstico o industrial, tal y como lo establecen los artículos 44 y 45 de la Ley 6/1999, del 12 de julio, de ordenación, gestión y tributación del agua. Debido a la inexistencia de este coste, el uso del recurso no se incluirá dentro de esta evaluación.

Sin embargo, la coyuntura de disponer de agua provoca un coste de oportunidad que debe ser considerado, debido a la posibilidad de destinar dicho recurso hacia otra actividad más rentable. Por este motivo el coste de oportunidad por el aumento en la disponibilidad de agua será incluido dentro de este análisis.

- La salud pública.- Dentro de este grupo de impactos se encuentran las posibles afectaciones que los contaminantes físico-químicos y biológicos pueden causar a la salud pública de los habitantes de la región. A pesar de que la normativa española no exige la desinfección de los efluentes secundarios que son vertidos a los cauces receptores, el SRRAR de Empuriabrava logra la eliminación de microorganismos patógenos gracias a su sistema lagunar. De esta manera, cuando el agua es vertida al río Muga no representa un riesgo a la salud pública. La calidad microbiológica que se obtiene en el SRRAR, < 100 UFC de *Escherichia coli* por cada 100 ml (CCB, 2002), se encuentra por debajo de los límites establecidos por la OMS, < 200 UFC de *Escherichia coli* por cada 100 ml (CEDEX, 1999), para el uso en actividades recreativas de contacto primario.
- Medio ambiente.- Dentro de este apartado se han identificado los siguientes 2 impactos:
 1. La mejora en la calidad de las aguas de baño.- Antes de 1995, la Agencia Catalana del Agua (ACA) consideraba la calidad sanitaria de las aguas de baño en la desembocadura del río Muga como mala (bandera roja), tras el arranque de la EDAR de empuriabrava la calidad sanitaria de las aguas pasó a un nivel bueno (bandera verde). En 1997 se suprimió el vertido debido a la puesta en marcha del SRRAR a los humedales, provocando esta acción la disminución de 3 Unidades logarítmicas de contaminación bacteriana; desde entonces la calidad sanitaria de las aguas de baño esta clasificada como muy buena (bandera azul). Esta evolución pone de manifiesto la mejora en la calidad de las aguas de baño debido a las acciones de saneamiento, regeneración y reutilización de las aguas residuales (ACA, 2003a). Según algunos expertos de la zona, la mejora en la calidad de las aguas de baño puede considerarse como uno de los beneficios más importantes que ha dado el proyecto, equiparable a la recuperación de agua para el Cortalet. Sin embargo, el valorar económicamente los beneficios que conlleva estas mejoras

en la calidad de las aguas de baño es complicado por la carencia de información que relaciona los indicadores biofísicos con los económicos, motivo por el cual este impacto no será incluido en la valoración de este estudio.

2. La recuperación y preservación del hábitat de humedales.- El parque natural de los humedales de l'Empordà es la segunda zona húmeda de Cataluña, lo que convierte al PNAE en una zona emblemática y de gran importancia eco-turística. Mediante la técnica del Coste de Viaje podemos inferir una valoración económica de este parque, y expresarla en unidades monetarias por unidad de agua regenerada suministrada, este impacto estará incluido en la evaluación de este estudio.
- Educación.- En este grupo de impactos se considera el impacto debido a la sensibilización hacia una cultura por la regeneración y reutilización del agua residuales. El PNAE, además de ser un lugar destinado al ocio y el esparcimiento, es un excelente entorno para la educación ambiental de forma experimental. Los responsables del parque tienen implantado un programa de visitas guiadas donde queda de manifiesto la importancia que el SRRAR tiene para la existencia del parque. Durante el año 2002 el personal del PNAE atendió a 10,480 estudiantes; no obstante el valorar la influencia que esta experiencia tiene en los estudiantes es sumamente complejo, por lo cual este impacto no será incluido dentro de la valoración del estudio.

7.2.2.4 Identificación de los agentes implicados

Del análisis de los impactos, se desprende que los agentes implicados en el ámbito de estudio son:

1. Parque Natural de los Humedales de l'Empordà
2. Consorcio de la Costa Brava
3. La urbanización de Empuriabrava (que pertenece al término municipal de Castelló d'Empúries)

7.2.2.5 Estudio de las necesidades financieras

El proyecto recibió, por parte del Fondo de Infraestructuras para la Mejora del Medio Ambiente de la Unión Europea (FIMMA), una financiación del 80% para la construcción del sistema de regeneración y reutilización. El 100% del capital inicial se considera como una financiación a fondo perdido y, por tanto, no se contempla su recuperación.

7.2.2.6 Agregación de costes e ingresos

- Costes

El proyecto de regeneración y reutilización de las aguas residuales de Empuriabrava es un proyecto dependiente del buen funcionamiento y gestión de la estación depuradora de aguas residuales. Es importante resaltar que en una primera etapa se construyó y gestionó solamente el sistema de depuración; este hecho ha permitido separar claramente los costes del sistema de saneamiento de los costes del sistema de regeneración. La figura 7.5 describe esta distribución de costes. De tal forma que los costes por la depuración de las aguas residuales son cargados a la población que genera la contaminación, bajo el principio de “quien contamina paga”.

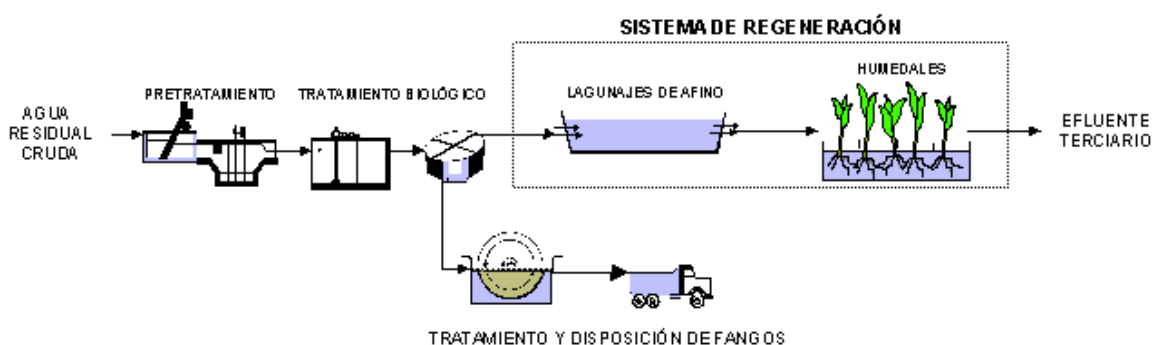


Figura 7. 5 Sistema de depuración y regeneración de las aguas residuales de Empuriabrava.

Para el caso que nos ocupa, el pago por saneamiento solo contempla cubrir los costes de la explotación y mantenimiento del sistema, ya que los costes de inversión fueron cubiertos con recursos públicos y considerados a fondo perdido. La tabla 7.5 resume los costes anuales de explotación y mantenimiento del sistema de depuración, siendo el coste para el año 2001 de 0.266 €/m³ de agua tratada.

Tabla 7. 5
Costes de explotación de la EDAR de Empuriabrava en el año 2001.

Concepto	Costes €/año
Personal	77,976
Reactivos	6,351
Mantenimiento ordinario	11,700
Gastos diversos	10,580
Evacuación de residuos	16,332
Gastos generales	15,982
Energía eléctrica	63,502
Total	202,423
Caudal tratado, m ³ /año	760,903
Coste de explotación del agua depurada por m³	0.266

Fuente: Datos proporcionados en entrevista con personal del Consorci de la Costa Brava (CBB, 2002)

Los costes privados para la regeneración y reutilización de las aguas depuradas incluyen los costes de inversión, así como los costes de explotación y mantenimiento (CI + CEM, ver ecuación 1). El CCB no considera la recuperación del capital invertido y solamente cubre los costes de explotación y mantenimiento del SRRAR. La tabla 7.6 resume los costes privados del sistema de regeneración y reutilización de aguas residuales de Empuriabrava.

Tabla 7. 6
Costes privados del sistema de regeneración y reutilización de Empuriabrava.

Presupuesto	Concepto	Coste
Inversión (€)	Obra civil ^(a)	632,957
	Equipos ^(b)	449,543
	Investigación aplicada y proyectos constructivos	296,099
	Subtotal	1,378,599
Explotación (€/año)	Costes Variables ^(c)	3,005
	Costes Fijos ^(d)	9,616
	Subtotal	13,523
	Capacidad instalada, m ³ /año	550,000
(a) Humedales y paso peatonal sobre el río Muga (b) Impulsión de agua tratada (c) Energía. (d) Mantenimiento y análisis. Fuente: Datos proporcionados en entrevista con personal del Consorci de la Costa Brava (CBB, 2002)		

Debido a que el proyecto es de interés público, todos los costes del proyecto son cubiertos por el mismo CCB a través del apoyo del Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya. Sin embargo, el precio que estima el CCB para el agua regenerada en la zona es de 0.38 €/m³. Este precio corresponde a la recuperación de los costes directos de la explotación del sistema de regeneración y reutilización.

Con esta información se busca determinar el coste por metro cúbico, el cual lo consideramos igual al Precio Mínimo de Venta (*PMV*) que garantice la recuperación de los costes.

Así pues, el *PMV* se define como el precio mínimo al cual el agente debe vender el agua regenerada para garantizar la recuperación de los costes y el beneficio esperado, de tal forma que la inversión realizada sea rentable bajo el criterio del Valor Actual Neto (*VAN*). En un proceso de optimización y cuando el mercado presenta condiciones de competencia perfecta, se puede considerar a este coste por metro cúbico como una aproximación del Coste Marginal (*CMg*). Este precio se calcula a partir del algoritmo representado en la figura 4.5.

Los costes privados se agregan al modelo para obtener el coste por metro cúbico partiendo de los criterios descritos en la tabla 7.7. El resultado de los cálculos da lugar a un coste para la regeneración y reutilización del agua de 0.3596 €/m³.

Coste de oportunidad

Los costes reflejados hasta el momento corresponden a los costes privados. Además de estos, la metodología propuesta considera incluir los costes de oportunidad del proyecto, acorde a la ecuación 1.

Tabla 7. 7
Datos iniciales para la ejecución del modelo

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL PROYECTO		
	Unidad	Cantidad
Capacidad Instalada	l/s	17.4
Coste de Inversión	€	1,378,599
Coste de Explotación y Mantenimiento	€/año	13,523
Vida útil del proyecto	Años	25
Tasa de descuento del proyecto ^(a)	%	8.39
IMPUESTOS		
Impuesto ^(b)	%	35
Depreciación Fiscal Detallada (Lineal) ^(c)		
-Obra civil	%	3.0
-Equipamiento electromecánico	%	5.0
FINANCIERA		
Deuda	%	0
Capital	%	100
Total	%	100
a) Producción y Distribución de energía Eléctrica, Gas y Agua. Ratios Económico-financieros. Período 1996-2000. Departament d'Economia i Finances (2003) b) Ley 43/1995, de 27 de Diciembre, del Impuesto sobre Sociedades, Ley 50/1998, de 30 de diciembre y Ley 14/2000, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social. c) Tabla de coeficientes De Amortización. División 1. Energía y Agua. Agrupación 16. Captación, Depuración Y Distribución De Agua. Reglamento del Impuesto Sobre Sociedades Título I La base imponible Capítulo I. Amortizaciones.		

Consideramos como el coste de oportunidad (*CO* de la ecuación 1), aquel coste en el que incurre el agente inversor (CCB) por dejar de utilizar el agua regenerada en una actividad más rentable. Para este estudio la actividad alternativa más rentable, tal y como se aprecia en la tabla 7.8, es el suministro de agua para fines domésticos a los municipios cercanos, el coste por este concepto según la Ley de la Ordenación, Gestión y Tributación del Agua es de 0.25 €/m³. Cabe aclarar que no se plantea el suministro de agua regenerada para usos domésticos, sino el intercambio de caudales de agua concesionados, debido a las facultades que como organismo responsable de la administración del agua tiene el CCB.

Tabla 7. 8
Costes de la Ley de ordenación, gestión y tributación del agua ^(a) (ACA, 2003b)

Uso	€/m³
• Doméstico	
Consumo < a 12 m ³ por vivienda	0.25
Consumo > a 12 m ³ por vivienda	0.38
• Industrial y asimilables	
Para la industria en general	0.08
Para la producción de energía, refrigeración de circuitos abiertos o mixtos y acuicultura.	0.00
• Agrícolas y ganaderos	0.00
a) Artículos 44 y 45 de la Ley 6/1999 y su actualización al 1 de enero de 2001.	

- Ingresos

El ingreso máximo posible que se puede lograr por la reutilización del agua regenerada, está dado por:

1. El aumento en los recursos hídricos de buena calidad en la región.
2. La existencia y preservación del parque natural de los humedales del l'Empordà;
3. La mejora en la calidad del agua para baño de las playas que recibían el vertido de aguas residuales depuradas de la EDAR de Empuriabrava.
4. La educación ambiental de niños y jóvenes.

De estos cuatro puntos solamente hemos determinado el Ingreso Máximo Posible que se podría obtener por la existencia y preservación del parque, y más concretamente por el Valor de Uso (VU) de dicho parque natural.

El Centro de atención al público del Parque Natural de los Humedales del l'Empordà registró la visita de 48,703 personas durante el año 2002. El centro considera, por la experiencia adquirida durante los últimos 15 años, que solo se registra una tercera parte de los visitantes por lo que se estima un total de aproximadamente 146,109 visitas durante el año 2002. En el anexo 7.A se detallan los resultados de las encuestas realizadas por el parque durante el año 2002; de estos datos se desprende que el 70.5% de los visitantes proceden de alguna región catalana y el 88% llegan al parque en automóvil. La figura 7.6 refleja la distribución de los visitantes al parque en coche durante el año 2002, de la cual se desprende que el mayor número de visitas es realizado por barceloneses con un 37%.

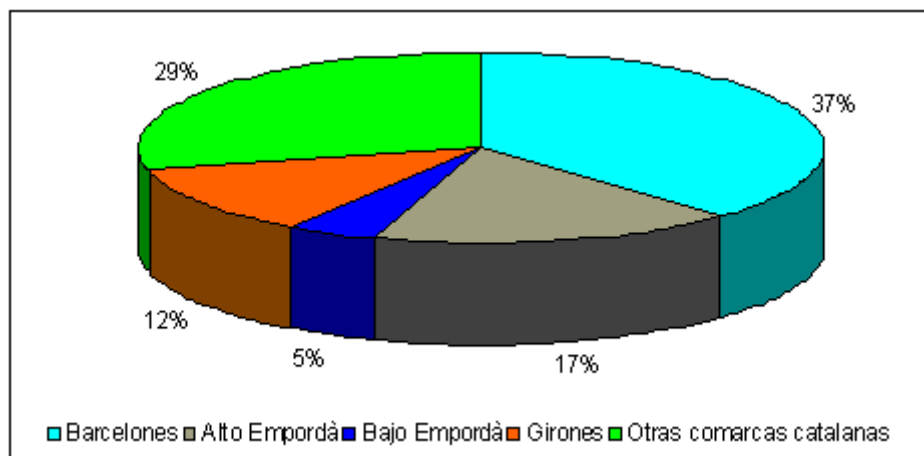


Figura 7. 6 Visitantes en coche de Cataluña al Parque Natural de los Humedales del l'Empordà.
Fuente: Datos proporcionados en entrevista con personal del PNAE.

Para determinar el VU hemos utilizado la técnica del coste de viaje, el cual es un método ampliamente aplicado en la valoración de áreas naturales. Esta técnica fue propuesta por primera vez en 1947 por Harold Hotelling. Algunas aplicaciones posteriores fueron las de Trice y Wood en 1958 y Clawson en 1959.

El objetivo de esta técnica de valoración económica se centra en determinar los gastos en los que incurren las familias o individuos para llegar a un sitio recreativo (Turner et al, 2003;

Herruzo, 2002; Pearce y Turner 1990). Estos gastos son usados como una medida de la disposición a pagar para realizar la actividad recreativa (Park y Leeworthy 2002; Tay y Fletcher 1996; y Dobbs 1993). Es importante destacar que esta técnica trata de cuantificar estrictamente el valor de uso que tiene el bien ambiental para una serie de personas, pero no puede informar sobre los distintos valores de no-uso que pudiera tener para un colectivo más amplio.

Un trabajo reciente es el realizado por Júdez et al (2001), en el cual se valora el uso recreativo de los humedales de las Tablas de Daimiel. Estos autores emplean y contrastan el método de valoración contingente (MVC) y el método del coste de viaje. Júdez y sus colaboradores concluyen que las estimaciones por el método del coste de viaje están, para el caso que ellos estudiaron, entre las que proporcionan las dos variantes de valoración contingente utilizadas. Suele considerarse que, teóricamente, el coste de viaje debería dar, para el uso recreativo, una valoración menos elevada que la valoración contingente, ya que en este último procedimiento parece difícil que los encuestados no añadan al valor de uso recreativo de algún modo, a la hora de expresar su disposición a pagar, al menos parte de valor de otros aspectos (por ejemplo de conservación).

A partir de la información proporcionada por Centro de atención al público del Parque Natural de los Humedales del l'Empordà, calculó el número de viajes durante el año 2001. Para este estudio solamente se han considerado los visitantes de Cataluña, que corresponden al 70% del total de los visitantes del parque. La tabla 7.9 resume el cálculo de los viajes para el año 2001.

Tabla 7. 9
Cálculo del número de viajes al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas Catalanas	Punto de referencia	Número de visitantes	Número de visitantes en coche ^(a)	Número de viajes ^(b)
Barcelonés	Barcelona	38,829	34,318	8,580
Alto Empordà	Figueres	17,736	15,676	3,919
Bajo Empordà	Ullastret	4,641	4,102	1,025
Geronés	Gerona	12,063	10,662	2,665
Otras comarcas	Tarragona	29,727	26,274	6,568

(a) El 88% de los visitantes llega al parque en coche.
(b) Numero de viajes = (visitantes en coche / 4).

El 30% restante corresponden a visitantes del resto de España (5%), países europeos (24.5%) y de otros continentes (0.5%). Por desgracia estos visitantes no pueden incluirse en la evaluación debido a la falta de información más precisa para poder aplicar la técnica.

Por otra parte, la aplicación de la técnica considera determinar los siguientes costes (Azqueta, 1994):

1. Costes Ineludibles.- son aquellos costes derivados estrictamente del desplazamiento. Lo más sencillo, y utilizado, es hacer una estimación del coste de gasolina por kilómetro. La tabla 7.10 presenta la estimación de este coste.

Tabla 7. 10
Cálculo del coste ineludible al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas catalanas	Punto de referencia	Distancia media ^(a) (km)	Rendimiento por kilómetro (Km/l)	Precio de combustible ^(b) (€/l)	Coste Ineludible ^(c) (€/viaje)
Barcelonés	Barcelona	280	16	0.77169	13.50
Alto Empordà	Figueres	24	16	0.77169	1.16
Bajo Empordà	Ullastret	78	16	0.77169	3.76
Geronés	Gerona	104	16	0.77169	5.02
Otras comarcas	Tarragona	460	16	0.77169	22.19

(a) La suma de la distancia de ida y regreso al lugar de origen.
(b) Coste de combustible promedio para el año 2001.
(c) Coste Ineludible = ((distancia media/rendimiento por kilómetro) * Precio de combustible)

2. Costes Discrecionales.- Se consideran dentro de estos, los costes implicados por la necesidad de comer por el camino o en el lugar de esparcimiento, la necesidad de pernoctar en el lugar o en el traslado. Es decir todos aquellos costes ligados por el disfrute de la actividad recreativa. La tabla 7.11 describe la forma como se evaluó el coste discrecional para el parque natural de los humedales del l'Empordà.

Tabla 7. 11
Cálculo del coste discrecional al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas catalanas	Punto de referencia	Viajeros ^(a) (Personas / viaje)	Alimentación ^(b) (€/persona)	Coste Discrecional ^(c) (€/viaje)
Barcelonés	Barcelona	4	6	24
Alto Empordà	Figueres	4	6	24
Bajo Empordà	Ullastret	4	6	24
Geronés	Gerona	4	6	24
Otras comarcas	Tarragona	4	6	24

(a) Se considera un vehículo de capacidad media para 4 pasajeros.
(b) Se asume una comida de 6 € por persona.
(c) Coste discrecional = Viajeros * Alimentación

3. Coste de Oportunidad.- Este coste surge bajo la idea de que una persona invierte cierto tiempo en una actividad de ocio y que dicho tiempo tiene un valor. Una manera simplificada de calcular este coste es igualarlo al salario que una persona deja de percibir al realizar la actividad recreativa. La tabla 7.12 detalla la forma como se obtuvo el coste de oportunidad del tiempo para los visitantes al parque natural.

Este coste de oportunidad por el tiempo invertido ha sido cuestionado por varios autores (Edwards-Jones et al., 2000, Azqueta, 1994), sobre todo por la dificultad que implica su cálculo, entre los argumentos que cuestionan su aplicación están: 1) Una persona pueda elegir libremente la duración de su jornada de trabajo y 2) se mantiene que existe una desutilidad en el hecho mismo de trabajar, es decir que el salario es una compensación por el ocio al que se renuncia.

Tabla 7. 12

Cálculo del coste de oportunidad al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas catalanas	Punto de referencia	Salario Interprofesional (€/h-persona) ^(a)	Tiempo de desplazamiento (h)	Tiempo de estancia (h) ^(b)	Viajeros (Personas / viaje) ^(c)	Coste de oportunidad (€/viaje) ^(d)
Barcelonés	Barcelona	1.79	3.36	3	2	22.82
Alto Empordà	Figueres	1.79	0.56	3	2	12.77
Bajo Empordà	Ullastret	1.79	1.56	3	2	16.36
Geronés	Gerona	1.79	1.63	3	2	16.61
Otras comarcas	Tarragona	1.79	4.86	3	2	28.20

(a) Salario interprofesional para el año 2001 según el Instituto Nacional de Estadística.
(b) Se ha establecido este tiempo de acuerdo a que en promedio una visita al parque tiene una duración promedio entre 2.5 y 3 horas, según el Centre d'Informació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.
(c) Conforme al tipo de visitantes, el 33% es menor de edad por lo que consideramos que solamente 2 de los 4 viajeros son susceptibles percibir un salario.
(d) Coste de oportunidad = (salario Interprofesional * Viajeros * (Tiempo de desplazamiento + tiempo de estancia))

Una vez estimado el coste ineludible, el coste discrecional y el coste de oportunidad del tiempo, estos son sumados para obtener así el coste de viaje para cada una de las comarcas catalanas estudiadas. La tabla 7.13 detalla estos cálculos y presenta el coste de viaje.

Una vez estimados el número de viajes y el coste de viaje, se determinaron las curvas de demanda del parque para cada comarca. La tabla 7.14 resume los resultados obtenidos.

Tabla 7. 13

Cálculo del coste de viaje al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas catalanas	Punto de referencia	Coste Ineludible (€/viaje) ^(a)	Coste Discrecional (€/viaje) ^(b)	Coste de oportunidad (€/viaje) ^(c)	Coste de Viaje (€/viaje) ^(d)
Barcelonés	Barcelona	13.50	24	22.82	60.32
Alto Empordà	Figueres	1.16	24	12.77	37.93
Bajo Empordà	Ullastret	3.76	24	16.36	44.12
Geronés	Gerona	5.02	24	16.61	45.63
Otras comarcas	Tarragona	22.19	24	28.20	74.38

(a) Tabla 7.10
(b) Tabla 7.11
(c) Tabla 7.12
(d) Coste ineludible + coste discrecional + coste de oportunidad.

Tabla 7. 14

Resumen del Valor de Uso del parque natural de los humedales del l'Empordà.

Comarcas Catalanas	Numero de viajes (viaje) ^(a)	Con coste de oportunidad		Sin coste de oportunidad	
		Coste de viaje (€/viaje) ^(b)	Beneficio Total (€) ^(c)	Coste de viaje (€/viaje) ^(d)	Beneficio Total (€) ^(c)
Barcelonés	8,580	60.32	258,763	37.50	160,886
Alto Empordà	3,919	37.93	74,320	25.16	49,295
Bajo Empordà	1,025	44.12	22,622	27.76	14,234
Geronés	2,665	45.63	60,806	29.02	38,670
Otras comarcas catalanas	6,568	74.38	244,291	46.19	151,684
Beneficio Total Acumulado			660,801	Beneficio Total	414,768

(a) Tabla 7.9
(b) Tabla 7.13
(c) Beneficio total = ((Numero de viajes * Coste de Viaje)/2)
(d) (Coste de viaje – Coste de Oportunidad) Tabla 7.13

Con estos resultados se obtiene que el beneficio total acumulado es de 660,801 €/año, mientras que sin considerar el coste de oportunidad el beneficio total acumulado es de 414,768 €/año. Por otra parte, la capacidad instalada del SRRAR de Empuriabrava es de 550,000

m³/año. De lo cual se estima que el Parque Natural de los Aiguamolls del l'Emporda tiene un Valor de Uso de 1.2015 €/m³ de agua reutilizada, mientras que sin considerar el coste de oportunidad del tiempo invertido en la visita al parque, el Valor de Uso es de 0.7541 €/m³.

Los costes e ingresos obtenidos son utilizados para determinar el beneficio de la implantación y funcionamiento del SRRAR de Empuriabrava. La tabla 7.15 resume los costes, ingresos y el beneficio neto obtenido.

Tabla 7. 15
Resumen de la valoración de los impactos para el SRRAR de Empuriabrava, Girona.

Grupo de Impacto	Con el valor del tiempo		Sin el valor del tiempo	
	Negativo (Costes)	Positivo (Ingresos)	Negativo (Costes)	Positivo (Ingresos)
Infraestructura hidráulica	0.3596		0.3596	
Acondicionamiento y reutilización de contaminantes	No Aplica			
Uso del recurso	0.2500	N.V.	0.2500	N.V.
La salud pública	No Aplica			
Medio ambiente		1.2015		0.7541
Educación		N.V.		N.V.
Total	0.6096	1.2015	0.6096	0.7541
Beneficio Neto	0.5919		0.1445	
N.V.- No Valorado.				

7.2.2.7 Análisis de sensibilidad

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis que permita evaluar la sensibilidad del modelo a los cambios en algunas de las principales variables que intervienen en la producción de agua regenerada. Este análisis de sensibilidad se realiza sobre la base de considerar la recuperación de todos los costes, tanto de inversión, explotación, mantenimiento y de oportunidad, así como los impactos externos, tal y como lo establecen las actuales tendencias en el sector hidráulico (Dinar y Rosegrant, 1997., Garrick y Maya, 2002).

Para este análisis de sensibilidad se considero emplear el coste de viaje sin incluir el coste de oportunidad del tiempo. En estas condiciones el coste de viaje estaría conformado solamente por la suma de los costes ineludibles más los costes discrecionales, creándose así un escenario pesimista (pues el coste de viaje será de un valor menor que si se incluyese el valor del tiempo). De tal forma que si en estas condiciones el SRRAR es viable al incluir el coste del tiempo el escenario será más optimista. Además, los argumentos de los expertos para considerar el coste del tiempo dejan de manifiesto la subjetividad en el uso de este concepto, sobre todo cuando la información es escasa.

Las variables seleccionadas para realizar el análisis de sensibilidad al SRRAR de Empuriabrava son: 1) tasa de descuento, 2) vida útil del proyecto, 3) coste de la energía, 4) Coste de oportunidad del recurso y 5) precio del agua regenerada. Las tablas 7.16 a la 7.20 recogen los ingresos, costes y Valor Actual Neto (VAN) al modificar estas variables.

Tabla 7. 16
Análisis de sensibilidad para diferentes tasas de descuento.

Tasa de descuento (%)	Ingresos (€/m ³)	Costes ^(a) (€/m ³)	VAN (€/m ³)
0	0.7541	0.3927	0.3614
2	0.7541	0.4353	0.3188
4	0.7541	0.4840	0.2701
6	0.7541	0.5383	0.2158
8	0.7541	0.5975	0.1566
10	0.7541	0.6609	0.0932
12	0.7541	0.7275	0.0266
14	0.7541	0.7968	-0.0427
15	0.7541	0.8323	-0.0782

a) Coste por metro cúbico calculado a partir del algoritmo de la figura 4.5 más el CO del recurso hídrico

Tabla 7. 17
Análisis de sensibilidad para diferentes tiempos de vida útil.

Tiempo de vida útil (Años)	Ingresos (€/m ³)	Costes ^(a) (€/m ³)	VAN (€/m ³)
15	0.7541	0.6960	0.0581
20	0.7541	0.6388	0.1153
25	0.7541	0.6096	0.1445
30	0.7541	0.5924	0.1617
35	0.7541	0.5820	0.1721
40	0.7541	0.5757	0.1784
45	0.7541	0.5716	0.1825
50	0.7541	0.5689	0.1852

a) Coste por metro cúbico calculado a partir del algoritmo de la figura 4.5 más el CO del recurso hídrico

Tabla 7. 18
Análisis de sensibilidad para el coste de energía.

Incremento del coste de energía (%)	Ingresos (€/m ³)	Costes ^(a) (€/m ³)	VAN (€/m ³)
0	0.7541	0.6096	0.1445
5	0.7541	0.6099	0.1442
10	0.7541	0.6103	0.1438
15	0.7541	0.6106	0.1435
20	0.7541	0.6110	0.1431
25	0.7541	0.6114	0.1427

a) Coste por metro cúbico calculado a partir del algoritmo de la figura 4.5 más el CO del recurso hídrico

Tabla 7. 19
Análisis de sensibilidad para el coste de oportunidad del recurso hídrico.

Coste de oportunidad (€/m ³)	Ingresos (€/m ³)	Costes ^(a) (€/m ³)	VAN (€/m ³)
0	0.7541	0.3596	0.3945
0.1	0.7541	0.4596	0.2945
0.2	0.7541	0.5596	0.1945
0.3	0.7541	0.6596	0.0945
0.4	0.7541	0.7596	-0.0055
0.5	0.7541	0.8596	-0.1055
0.6	0.7541	0.9596	-0.2055
0.7	0.7541	1.0596	-0.3055
0.8	0.7541	1.1596	-0.4055
0.9	0.7541	1.2596	-0.5055
1	0.7541	1.3596	-0.6055

a) Coste por metro cúbico calculado a partir del algoritmo de la figura 4.5 más el CO del recurso hídrico

Tabla 7. 20
Análisis de sensibilidad para diferentes precios del agua regenerada.

Precio del agua regenerada (€/m ³)	Ingresos (€/m ³)	Costes ^(a) (€/m ³)	VAN (€/m ³)
0.0	0.0000	0.6096	-0.6096
0.1	0.1000	0.6096	-0.5096
0.2	0.2000	0.6096	-0.4096
0.3	0.3000	0.6096	-0.3096
0.4	0.4000	0.6096	-0.2096
0.5	0.5000	0.6096	-0.1096
0.6	0.6000	0.6096	-0.0096
0.7	0.7000	0.6096	0.0904
0.8	0.8000	0.6096	0.1904
0.9	0.9000	0.6096	0.2904
1.0	1.0000	0.6096	0.3904

a) Coste por metro cúbico calculado a partir del algoritmo de la figura 4.5 más el CO del recurso hídrico

7.3 Resultados y discusión.

El Valor de Uso que se obtiene por los humedales de l'Empordà es de 1.2015 €/m³ si se consideran todos los costes del viaje, mientras que si no se consideran el coste del tiempo dentro del coste de viaje el *VU* es de 0.7541 €/m³. Esto representa una diferencia del 37%, y que tiene una repercusión directa en el momento de la evaluación del beneficio.

Por lo que a los costes de regeneración y reutilización del agua se refiere, en los supuestos descritos, el coste por metro cúbico es de 0.3596 €. Con estos resultados se concluye que el beneficio económico por la existencia y preservación de los humedales del l'Empordà de 0.5919 €/m³ si se considera el valor total del coste de viaje y de 0.1445 €/m³ si es excluido el coste del tiempo.

Esto deja de manifiesto la viabilidad económica del funcionamiento del SRRAR de Empuriabrava para los usos ambientales en el Parque de los humedales de l'Empordà, pues a pesar de que algunos de los impactos no han sido valorados económicamente, estos no afectarán el resultado del mismo, sino que al contrario harán más rentable el SRRAR.

El análisis de sensibilidad demuestra que el SRRAR goza de robustez ante la fluctuación de las variables analizadas. Del análisis se destaca que:

- 1) Tasa de descuento. Suponiendo que el proyecto se financia en su totalidad con fondos propios y se consideran la recuperación de los costes privados y de oportunidad. La figura 7.7 representa en el eje de las abscisas diferentes tasas de descuento, mientras que en el eje de las ordenadas el VAN en €/m³. Al aumentar la tasa de descuento el VAN disminuye. Cuando la tasa de descuento aproximadamente es de 12.8% el VAN cambia de signo, manteniéndose negativo a tasas de descuento superiores.

- 2) Vida útil del proyecto. La figura 7.8 que representa el tiempo de vida útil del proyecto versus el VAN. Al incrementarse la vida útil del proyecto el VAN experimenta un aumento, pues si consideramos una vida útil de 50 años el beneficio neto aumenta un 22% respecto a el VAN para una vida útil del SRRAR de 20 años.
- 3) Coste de la energía. La figura 7.9 representa el análisis sobre los costes de energía, aspecto que representan el 29% de los costes de explotación. Los incrementos en el coste de la energía se reflejan en el eje de las abscisas y el VAN en el eje de las ordenadas. Del análisis se demuestra que el incremento en el coste energético no tiene un impacto significativo en el beneficio del agua reutilizada, pues el VAN solamente disminuye un 1.2% al incrementar el coste de la energía en un 25%.
- 4) Coste de oportunidad del recurso hídrico. La figura 7.10 representa el análisis sobre esta variable, el coste de oportunidad se presenta en el eje de las abscisas y el VAN en el eje de las ordenadas. El análisis demuestra que el coste de oportunidad debe incrementarse hasta 0.4 €/m^3 para obtener un VAN negativo.
- 5) Precio del agua regenerada. La figura 7.11 se contrasta el precio del agua regenerada versus el VAN. Suponiendo un financiamiento con fondos propios nuestro punto de interés es el precio a partir del cual el beneficio es positivo. El cual se obtiene con un precio aproximado de 0.6 €/m^3 .

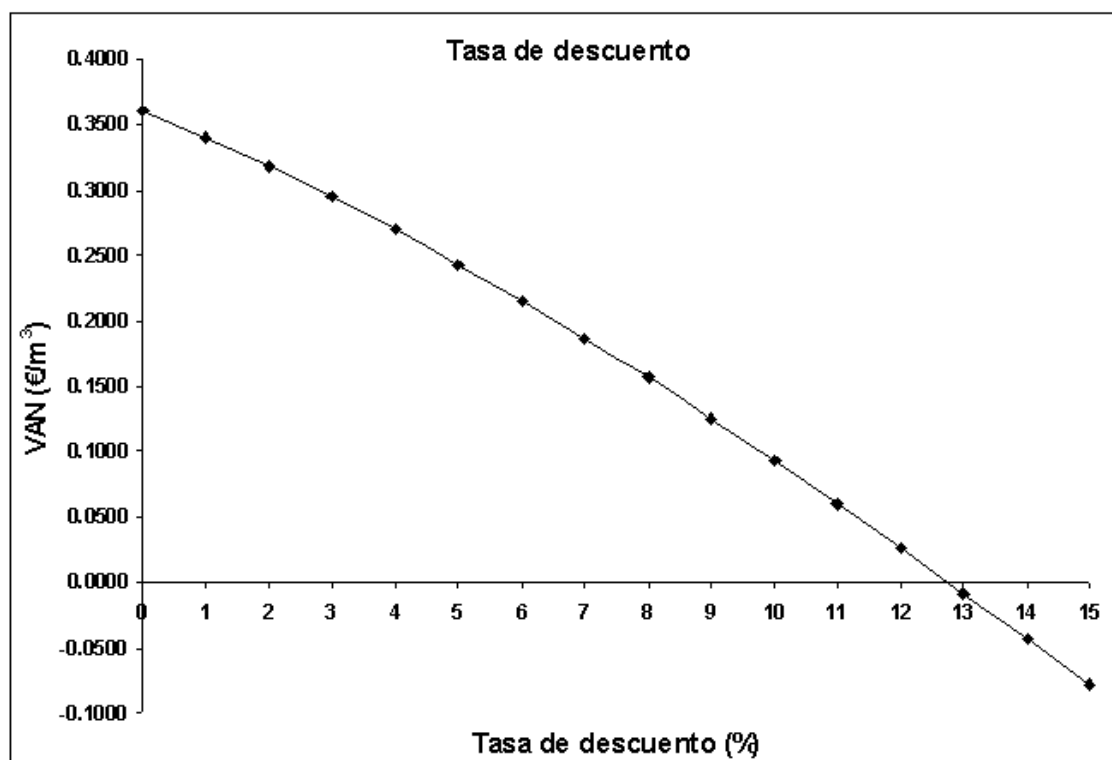


Figura 7. 7 Análisis de sensibilidad para la tasa de descuento.

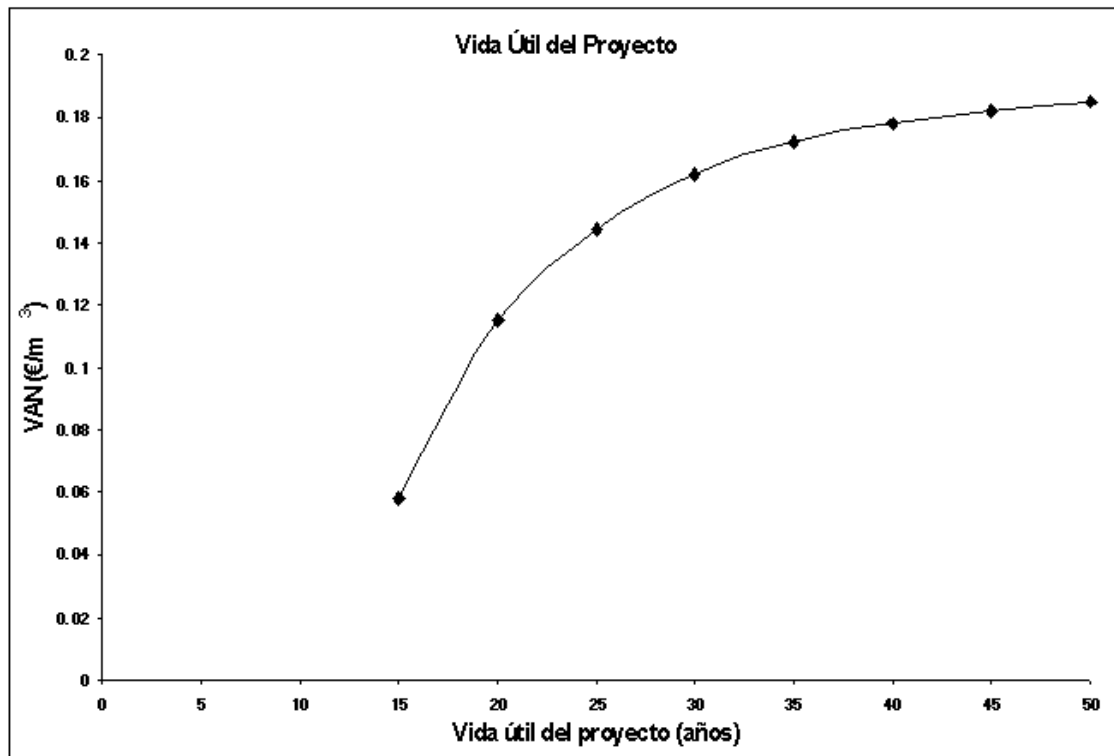


Figura 7. 8 Análisis de sensibilidad para la vida útil del proyecto

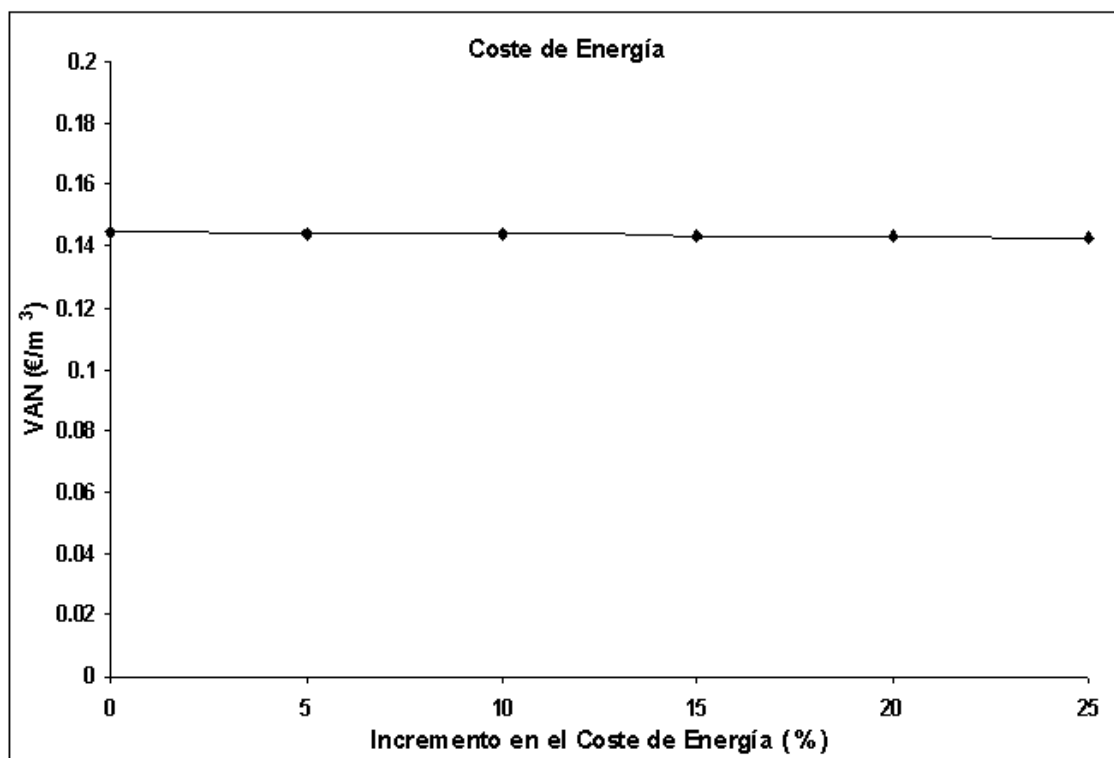


Figura 7. 9 Análisis de sensibilidad para el coste de energía.

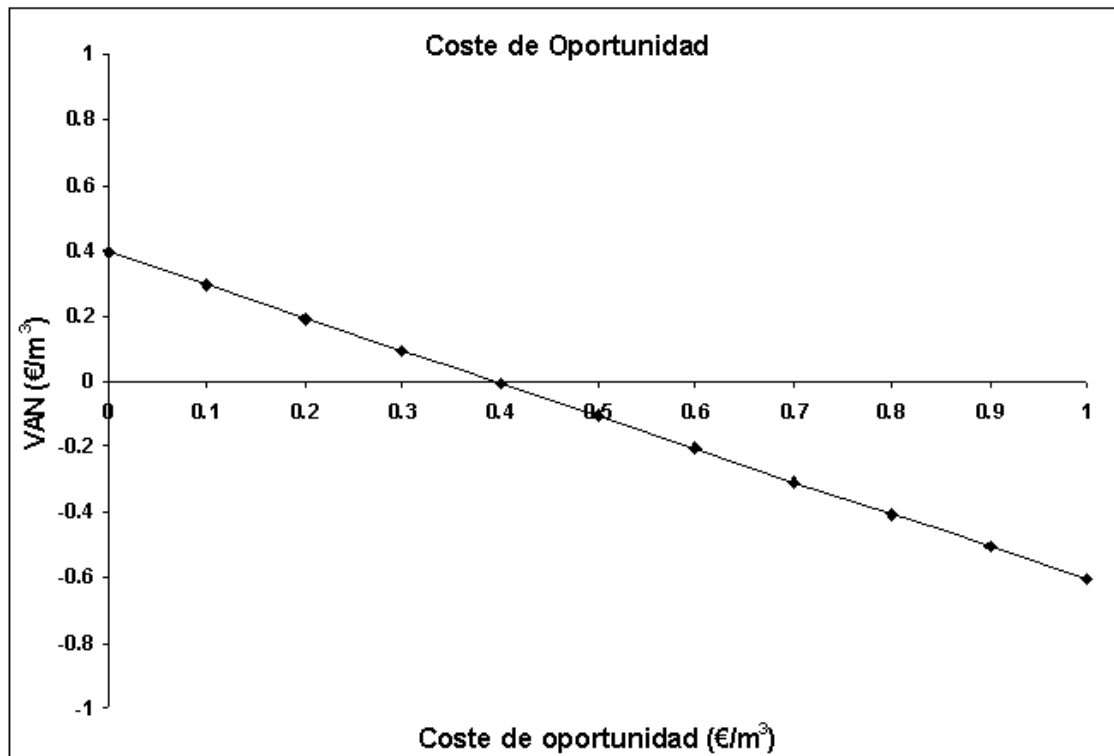


Figura 7. 10 Análisis de sensibilidad para el coste de oportunidad del recurso hídrico.

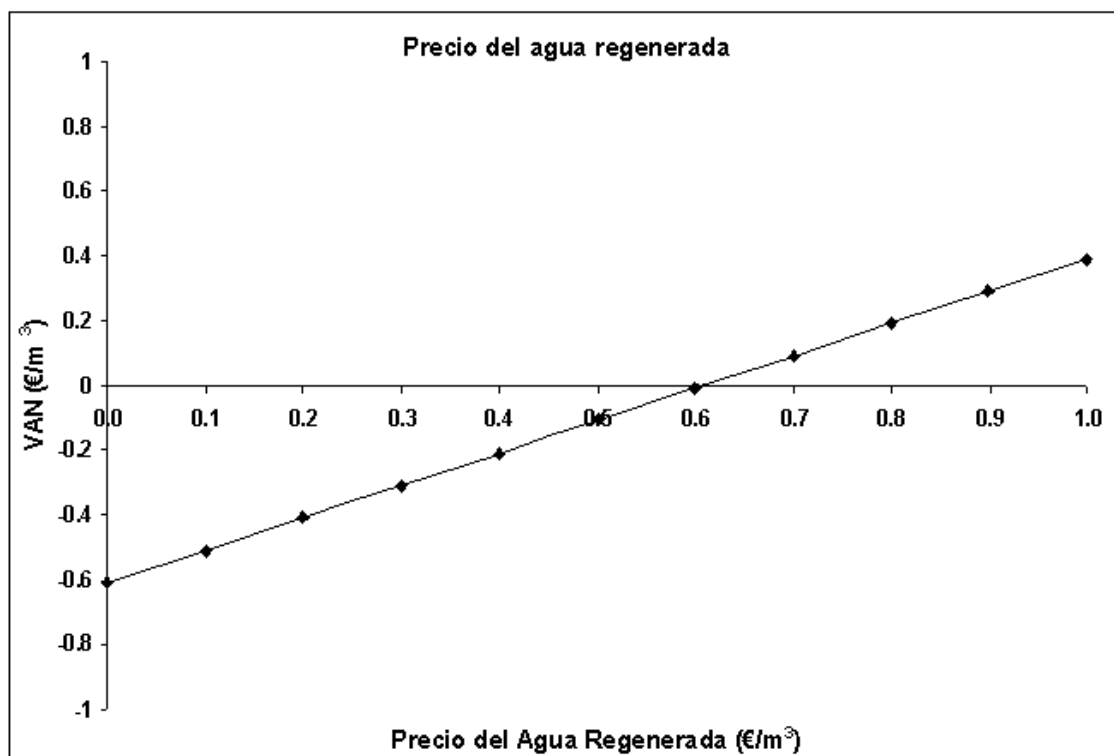


Figura 7. 11 Análisis de sensibilidad para el precio del agua regenerada.

7.4 Conclusiones

La principal aportación del análisis económico realizado al SRRAR de Empuriabrava es soportar técnica y económicamente la viabilidad económica del sistema, esto permitirá al CCB decidir sobre las políticas económicas necesarias para el buen funcionamiento del SRRAR.

Las nuevas políticas sobre la gestión integral del agua estimulan a entidades como el CCB a fortalecer sus criterios para la evaluación de proyectos, de tal manera que permitan asegurar la buena inversión de los recursos asignados, la metodología aquí aplicada contribuye a la evaluación integral de este tipo de proyectos, particularmente en casos como el estudiado donde el beneficio económico no es fácilmente determinable.

El sistema de regeneración y reutilización del municipio de Empuriabrava, al igual que muchas otras de las poblaciones que forman parte de CCB, genera una serie de impactos que son necesarios identificar, cuantificar y valorar, con el fin de conocer en mayor profundidad las ventajas o desventajas de la implantación de estos SRRAR. La metodología diseñada incorpora estos impactos para ser agregados en un análisis técnico-económico y donde el objetivo es la maximización del beneficio neto total.

Las principales conclusiones de este estudio son las siguientes:

- a) Técnicamente el SRRAR cumple con los objetivos para los cuales fue diseñado.
- b) Queda demostrada la viabilidad económica, en los supuestos aquí establecidos, de la regeneración de las aguas residuales de Empuriabrava para ser reutilizadas con fines ambientales en los Humedales del Parque de l'Empordà.
- c) Con el fin de rescatar los costes privados totales del SRRAR de Empuriabrava el Precio Mínimo de Venta del agua regenerada que garantizará la recuperación es de 0.3596 €/m³.

De estas conclusiones se desprenden que el considerar los impactos privados y externos del proyecto afecta de manera significativa al beneficio total. El presente análisis indica que la preservación del parque natural de los humedales de l'Empordà mediante el SRRAR de Empuriabrava es viable tanto técnica como económicamente.

Dentro de una gestión integral del agua este resultado abre una posibilidad para incrementar los recursos hídricos de la región. Una política económica que la autoridad responsable de la gestión del agua en la zona puede implementar, es el estimular el intercambio de derechos de agua de fuentes convencionales por agua regenerada. Esta sustitución permitirá liberar volúmenes de agua que pueden ser utilizados en usos que proporcionen a la entidad gestora un mayor beneficio económico, sin afectar los derechos adquiridos por los diversos usuarios que participan del uso de los recursos hídricos de la zona.

Anexo 7.A.**Resumen del registro de visitantes que han demandado información en el centro de atención al público del Parque Natural de los Aiguamolls del l'Empordà en el año 2002.**

Tabla 7. 21

Resumen de la procedencia de los visitantes al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Descripción	Personas	%
Total de personas	48,703	100%
Comarcas catalanas		
Barcelonés	12,943	27%
Alt Empordà	5,912	12%
Baix Empordà	1,547	3%
Geronés	4,021	8%
Otras comarcas	9,909	20%
Total en Cataluña	34,332	70%
Resto del estado Español	2,352	5%
Países europeos		
Francia	4,296	9%
Reino Unido	2,207	5%
Alemania	3,102	6%
Resto de Europa	2,255	5%
Total Europa	11,860	24.5%
Otros continentes	159	0.5 %

Fuente: Centre d'Informació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Resumen del registro de visitantes que han demandado información en el centro de atención al público del Parque Natural de los Aiguamolls del l'Empordà en el año 2002.

Tabla 7. 22

Resumen de las principales características y preferencias de los visitantes al parque natural de los humedales del l'Empordà.

Descripción	Personas
Forma de llegar al parque	
A pie	1,177
Con Bicicleta	4,481
Con Coche	43,045
	48,703
Días de estancia	
Un día	41,661
de dos a cinco	6,411
más de cinco	631
	48,703
Lugar de estancia	
Área de acampada	563
Camping	5,491
Hotel	5,715
Casa de Colonias	2,401
Otros	34,535
	48,705
Interés	
Vegetación	1,908
Ornitología	7,219
	9,127
Visita al parque	
Por primera vez	30,499
Otros	18,204
	48,703
Motivo	
Exclusivamente el parque	33,503
Otros	15,200
	48,703
Grupos	
Escolares	10,428
Amigos	2,488
Asociaciones	1,808
Campamentos	578

Fuente: Centre d'Informació del Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà.

Referencias

- ACA (2003a). Resultats. Període 1990-2002. Programa de vigilància i informació de l'estat de les platges. Agència Catalana de l'Aigua. <http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>
- ACA (2003b). Normativa reguladora del Canon del Agua. Ley 6/1999, del 12 de julio, de ordenación, gestión y tributación del agua y Decreto 103/2000. <http://www.gencat.net/aca/cat/principal.htm>
- Azqueta, D. (1994). *Valoración Económica de la Calidad Ambiental*. Mc Graw Hill, España.
- CCB (1999). Proyecto de reutilización integral de las aguas de empuriabrava para usos ambientales en el parc natural dels aiguamolls de l'empordà. La Reutilización del Agua en la Costa Brava. Consorcio de la Costa Brava. <http://www.ddgi.es/ccb/ccb2.html>
- CCB (2002). Consorci de la Costa Brava. Plaça Josep Pla, 4, 3er. 17001 Girona. Tel. 972 – 201467, Fax: 972 – 222726. E-mail: ccb@ddgi.es Persona de contacto: Lluís Sala, responsable del área de regeneración y reutilización. Entrevista Personal.
- CEDEX (1999). Borrador de Decreto sobre reutilización de aguas residuales; no publicado. Comunicación personal de R. Mujeriego.
- Departament d'Economia i Finances (2003). Informe Anual de l'empresa catalana 2001. Anàlisi detallada de 2000. Departament d'Economia i Finances, Generalitat de Catalunya. <http://www.gencat.net/economia/progecon/ecocat/inform.htm>
- Dinar, A., Rosegrant M. (1997). Water allocation mechanisms: principles and examples, World Bank (Policy Research Working Paper, WPS1779). <http://www.worldbank.org/html/dec/Publications/Workpapers/WPS1700series/wps1779/wps1779-abstract.html>
- Dobbs I.M. (1993). "Individual travel cost models: estimation and benefit assessment with a discrete and possibly grouped dependent variable". *American Journal of Agricultural Economics* vol. 75, pag. 84–94.
- Edwards-Jones G, Davies G y Hussain S. (2000). *Ecological Economics*, Blackwell Science, Londres, Inglaterra.
- Garrick, L., and Maya S. (2002). A Procedure for Calculating the Full Cost of Drinking Water. CE World. Sustainable Development <http://www.ceworld.org/ceworld/Presentations/SustainableDevelopment/Louis.cfm>
- Herruzo A. (2002). Fundamentos y métodos para la valoración de los bienes ambientales. Comunicación presentada en las Jornadas temáticas "Aspectos Medioambientales de la Agricultura". Madrid, 18 de julio de 2002.
- Júdez, L., Ibañez, M., Pérez, C., De Andrés, R., Urzainqui, E., y Fuentes-Pila J. (2001). Valoración del uso recreativo de un humedal español. Test y comparación de diferentes métodos de valoración. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*. No. 192, pag. 83-104.
- Park, B. y Leeworthy (2002). "Valuing snorkeling visits to the Florida Keys with stated and revealed preference models". *Journal of Environmental Management*. Vol. 65, no. 3, pag. 301-312.
- Pearce D y Turner R. (1990). *Economía de los recursos naturales y del medio ambiente*. Ed. Colegio de economistas de Madrid. Madrid, España.
- PNAE (2002). Parc Natural dels Aiguamolls de l'Empordà. Centre d'informació i oficina: "El Cortalet" cra. de Sant Pere Pescador km 13,6. Tel.: 972 45 42 22, Fax: 972 454 474, 17486 Castelló d'Empúries. Persona de contacto: Rosa Llinàs Viola, Responsable d'Estudis i Documentació. E-mail: rllinas@gencat.net. Entrevista Personal.
- PNAE (2003). Parque Natural de los Aiguamolls del l'Empordà. <http://www.parcscatalunya.net/aiguamolls.htm>
- Sala, L., Romero de Tejada S., Huguet, A., y Marquès, E. (2001). El proyecto de reutilización de aguas para usos ambientales en la laguna del Cortalet, Empuriabrava. "La gestión del agua en los Aiguamolls". Comunicación presentada en el marco de Doñana 2005: Segunda Reunión Internacional de Expertos en la Regeneración Hídrica de Doñana, Huelva, 26-28 de noviembre de 2001
- Tay, M. y Fletcher (1996). A portfolio choice model of the demand for recreational trips. *Transportation Research*, Vol. 30, no. 5, pag. 325-337.
- Turner, R., Paavola, J., Cooper, P., Faber, S., Jessamy, V., y Georgiou, S. (2003). "Valuing nature: lessons learned and future research directions". *Ecological Economics*. Vol. 46, pag. 493 – 510.