

Índice

Resumen	1
Capítulo I. Introducción y Objetivos	3
1.1. Introducción.....	3
1.2. Objetivos.....	4
Capítulo II. Origen y generación de las aguas residuales	5
2.1. Aguas residuales y puntos de vertido.....	5
2.2. Las aguas residuales urbanas.....	5
2.3. Las aguas residuales industriales.....	7
2.4. Control y mejora de los vertidos.....	7
Capítulo III. Descripción de las Estación Depuradoras de Aguas Residuales (EDAR's)	9
3.1. Introducción a las EDAR's.....	9
3.2. Niveles de tratamiento.....	10
3.2.1. Pretratamiento.....	10
3.2.2. Tratamiento Primario.....	11
3.2.3. Tratamiento Secundario.....	11
3.2.4. Tratamiento Terciario.....	13
3.3. La depuradora de Granollers	15
Capítulo IV. Descripción de los sistemas de Humedales Construidos (SHC)	18
4.1. Definición de humedal.....	18
4.2. Objetivos y tipos de humedales.....	20
4.2.1. Humedales de flujo Superficial.....	20
4.2.2. Humedales de flujo Subsuperficial.....	21
4.3. Ventajas e Inconvenientes de los Sistemas de Humedales Construidos.....	22
4.4. Aplicaciones de los Sistemas de Humedales Construidos.....	24
4.5. El humedal de Can Cabanyes.....	25
4.5.1. Ubicación geográfica.....	25
4.5.2. Consideraciones iniciales, problemática y objetivos.....	26
4.5.3. Caudal de proyecto y caudal real de uso.....	27
4.5.4. Construcción del proyecto.....	29
4.5.5. Parámetros y calidad del agua del humedal.....	31
Capítulo V. Evaluación económica del SHC	35
5.1. Parámetros técnico-económicos generales.....	35
5.2. Parámetros técnico-económicos.....	36
5.2.1. Costes de Desembolso inicial (D_0) y Costes de Inversión (CI).....	38
5.2.2. Costes de explotación y mantenimiento (CEM).....	40
5.2.3. Impuestos (IMP) y Fondos Ajenos (FA).....	40
5.2.4. Coste de Oportunidad (CO).....	41

5.2.5. Funcionamiento del esquema.....	41
5.2.6. Resumen de los valores para la aplicación del VAN.....	42
5.3. Presentación y discusión de los resultados obtenidos.....	44
5.4. Incorporación de la amortización para el cálculo del VAN.....	46
Capítulo VI. Beneficio de los Sistemas de Humedales Construidos (SHC).....	49
6.1. Parámetros técnico-económicos generales de los SHC.....	49
6.2. Descripción del coste de viaje.....	51
6.2.1. Datos estadísticos de los visitantes.....	52
6.2.2. Descripción de los diferentes costes.....	55
6.2.3. Discusión de resultados.....	57
6.3. Análisis de sensibilidad.....	59
6.3.1. Tablas en función de variación de los distintos valores.....	59
6.3.2. Discusión de resultados obtenidos.....	62
6.3.3. Discusión generalizada de los resultados obtenidos.....	68
Capítulo VII. Conclusiones.....	70
Capítulo VIII. Referencias Bibliográficas.....	74

Índice de Figuras

Figura 2.1: Distribución de la conformidad del tratamiento de las aguas residuales.....	6
Figura 3.1: Esquema de los distintos sistemas de tratamiento de las aguas residuales.....	9
Figura 3.2: Gráfico resumen con los procesos del tratamiento biológico.....	10
Figura 3.3: Elementos de un tratamiento primario y secundario.....	12
Figura 3.4: Nivel de Tratamiento de las Aguas Residuales.....	14
Figura 3.5: Fotografía aérea de la EDAR de Granollers.....	16
Figura 4.1: Parque Natural de Humedales del Empordá.....	19
Figura 4.2: Esquema de humedal de flujo superficial (García, Joan. Tratamiento de las aguas residuales en los SHC, Santiago - Noviembre de 2004).....	20
Figura 4.3: Esquema de humedal de flujo subsuperficial horizontal (García, Joan. Tratamiento de las aguas residuales en los SHC, Santiago - Noviembre de 2004).....	21
Figura 4.4: Esquema de Humedal de flujo Subsuperficial Vertical (García, Joan. Tratamiento de las aguas residuales en los SHC, Santiago - Noviembre de 2004).....	22
Figura 4.5: Ubicación de Granollers.....	25
Figura 4.6: Esquema del río Congost (Granollers - Barcelona) y ubicación de las distintas zonas de interés.....	27
Figura 4.7: Cálculo del caudal de proyecto estimado para el bombeo a realizar hacia el SHC (García, Joan. Tratamiento de las aguas residuales en los SHC, Santiago - Noviembre de 2004).....	28
Figura 4.8: Dibujo del humedal y sus distintas partes.....	29
Figura 4.9: Ubicación y visión inicial del humedal antes de comenzar los trabajos de excavación y movimiento de tierras.....	30
Figura 4.10: Forma de la arqueta de entrada (afluente) y el vertedero de salida (efluente).....	30
Figura 4.11: Vista del humedal previa a los trabajos de mantenimiento.....	31

Figura 5.1: Esquema modificado para obtener el Precio Mínimo de Venta (PMV) del agua regenerada por el humedal. (Seguí, Luís. Sistemas de Regeneración y Reutilización de Aguas Residuales. Tesis Doctoral, Marzo de 2004 <Modificado>)	37
Figura 5.2: Plantación de Carrizo y Espadaña en el Humedal de Can Cabanyes	39
Figura 6.6: Porcentaje según el objetivo de estancia en la zona de Can Cabanyes (Villanueva, Josep. Informes sobre los visitantes del humedal de Can Cabanyes, ECOIMA Junio 2006 - Enero de 2007)	53
Figura 6.2: Porcentajes según el tipo de visitantes (Villanueva, Josep. Informes sobre los visitantes del humedal de Can Cabanyes, ECOIMA Junio 2006 - Enero de 2007)	54
Figura 6.3: Porcentajes según sexo	55
Figura 6.4: Análisis de sensibilidad para diferentes tasas de descuento	63
Figura 6.5: Gráfica de análisis de sensibilidad para diferentes tiempos de vida útil	64
Figura 6.6: Gráfica de análisis de sensibilidad para diferentes precios del agua regenerada	65
Figura 6.7: Gráfica de análisis de sensibilidad para diferentes caudales	66
Figura 6.8: Gráfica de análisis de sensibilidad para diferentes costes de explotación y mantenimiento	67
Figura 6.9: Gráfica de análisis de sensibilidad para diferentes costes de oportunidad	68

Índice de Tablas

Tabla 3.1: Principales valores de la EDAR de Granollers.....	17
Tabla 4.1: Parámetros recomendados para el SHC de Can Cabanyes por el University of California Comitee of Consultants (1974) y Ayer & Westcot (1984), para el riego agrícola y de jardinería; contrastándolos con parámetros medidos de su efluente durante el año 2006 (García, Joan. Calidad del agua tratada en el humedal de Can Cabanyes (Granollers) para el riego agrícola, Junio de 2006).....	32
Tabla 5.1: Evolución de los diferentes costes del proyecto de obra.....	38
Tabla 5.2: Cuadro de precios para el cálculo del VAN.....	43
Tabla 5.3: Otros datos de interés para el cálculo del VAN.....	44
Tabla 5.4: Resultados obtenidos para el cálculo del PMV y del VAN.....	44
Tabla 5.5: Valores para los cálculos de la amortización incluida en cada m ³	46
Tabla 5.6: Resultados obtenidos para el cálculo del PMV y el VAN (+Amortizaciones).....	47
Tabla 6.1: Cuadro resumen del número de visitantes del parque en función de los distintos medios de transporte, edad y género de sexo en los períodos de estudio establecidos (Villanueva, Josep. Informes sobre los visitantes del humedal de Can Cabanyes, ECOIMA Junio 2006 - Enero de 2007).....	52
Tabla 6.2: Tiempo medio en minutos para calcular el coste de oportunidad y el valor del tiempo (Domingo, Virginia. Entrevista concedida en Febrero de 2007).....	56
Tabla 6.3: Resultados de los costes e ingresos aplicados en todo el proceso de regeneración de aguas de SHC, obtención del beneficio neto. Resultados en €/m ³	57
Tabla 6.4: Análisis de sensibilidad para las diferentes Tasas de descuento, Tiempo de vida útil, Precio del agua regenerada, Caudal tratado, Costes de explotación y mantenimiento y Costes de oportunidad.....	59
Tabla 6.5: Análisis de sensibilidad. Resumen de los factores limitantes correspondientes al apartado 6.3.2.....	69