

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO RURAL**



**PROPUESTA DE LA INSTALACIÓN PARA EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS PARA EL NÚCLEO DISEMINADO EN EL
TÉRMINO MUNICIPAL DE BENAGUASIL (VALENCIA)**

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL
MEDIO RURAL**

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Curso académico: 2019/2020

Valencia, noviembre de 2020

Propuesta de la instalación para el tratamiento de aguas residuales domésticas para el núcleo diseminado en el término municipal de Benaguasil

Resumen:

Se propone la instalación para el tratamiento de aguas residuales domésticas y su posterior uso como agua de riego en el término municipal de Benaguasil. La EDAR cuenta con la capacidad de tratar las aguas residuales producidas por 178 habitantes equivalentes en el periodo de verano y 57 en el periodo de invierno.

La plata diseñada cuenta con un equipo de desbaste, en concreto un tornillo tamiz y un equipo de tratamiento secundario conformado por un reactor biológico secuencial. Ambos equipos, junto con las canalizaciones, cuentan con una superficie aproximada de 1090m², dispuestos bajo tierra con una pendiente del 2%.

El TFG incluye la definición y justificación de elementos de depuración, así como el funcionamiento del proceso y el tipo de tratamiento.

Palabras clave: Aguas residuales, EDAR, depuración, tratamiento

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Valencia, noviembre de 2020

Proposal for the installation for domestic waste water treatment for the para el tratamiento de aguas residuales domésticas para el disseminated nucleus in the municipal boundary of Benaguasil

Summary:

It is proposed the installation for domestic waste water treatment and the later use for irrigation in the municipal boundary of Benaguasil. The WWTP has de capacity to treat the waste water produced by 178 equivalent inhabitants in summer period and 57 in the period of winter.

The designed plant has a water roughing operation, in particular a screw creen and a secondary treatment formend by a sequencing batch reactor. Both devices, together with the scoring, have an area around 1090m², they are below the floor with a 2% slope.

The Final Thesis includes the definition and justification of the depuration elements, also how they work and the type of treatment.

Keywords: Waste water, WWTP, depuration, treatment

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Valencia, noviembre de 2020

Índice

1. Documento 1: Memoria
2. Documento 2: Anejos
 - a. Anejo 1: Análisis de alternativas: Estrategia general
 - b. Anejo 2: Caracterización de caudales y cargas
 - c. Anejo 3: Análisis de alternativas: Tipos de tratamientos
 - d. Anejo 4: Proceso de depuración
 - e. Anejo 5: Predimensionado de la depuradora
3. Documento 3: Planos
4. Documento 4: Presupuesto

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
AGRONÓMICA Y DEL MEDIO RURAL



PROPUESTA DE LA INSTALACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS PARA EL NÚCLEO DISEMINADO EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BENAGUASIL

DOCUMENTO N°1: MEMORIA

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Curso académico: 2019/2020

Valencia, noviembre de 2020

Índice

1. Antecedentes.....	2
2. Objeto y justificación	3
3. Localización y características de la parcela.....	4
3.1. Situación de la parcela.....	4
3.2. Acceso a la parcela	4
3.3. Aprovechamiento de la parcela	4
4. Marco legal.....	4
5. Bases del proyecto	4
5.1. Datos básicos de la población	5
5.2. Caudales.....	5
5.3. Contaminación	5
5.4. Resultados exigidos	5
6. Análisis de alternativas.....	6
7. Proceso de depuración.....	6
7.1. Línea de aguas.....	6
7.1.1. Pretratamiento	6
7.1.2. Tratamiento secundario.....	7
7.2. Línea de fangos	8
8. Funcionamiento de la EDAR.....	8
9. Ejecución de obras	9
10. Resumen de presupuesto	11

Índice

Tabla 1. Habitantes equivalentes. Fuente: Propia.....	5
Tabla 2. Caudales de diseño. Fuente: Propia.....	5
Tabla 3. Cargas contaminantes. Fuente: Propia.....	5
Tabla 4. Resultados exigidos. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	6
Tabla 5. Dimensiones SBR. Fuente: Remosa.....	7
Tabla 6. Tiempos de retención hidráulica según temporada. Fuente: Propia.....	9

Índice

Figura 1. Horario de funcionamiento de la EDAR en temporada alta. Fuente: Propia.....	9
Figura 2. Horario de funcionamiento de la EDAR en temporada alta. Fuente: Propia.....	9

1. Antecedentes

El núcleo urbano objeto de estudio es la urbanización la Canyada d'Amorós. Está situada en el término municipal de Benaguasil (Valencia), en la comarca Camp del Túria y subcomarca Ribera del Túria.

Benaguasil se encuentra en la parte meridional del territorio comarcal. Limita con los municipios Lliria y Benissanó por el Norte, con la Pobla de Vallbona por el Este, al Oeste con Pedralba y al Sur con Vilamarxant y Riba-roja del Túria.

El término de Benaguasil está situado a la ribera izquierda del río Túria. Consta de tres unidades de relieves distintas. La zona en la que se ubica la Canyada d'Amorós, se caracteriza por un paisaje montañoso y desigualado. Esta zona está compuesta por el Tossal de les Travesses.

La urbanización dista del municipio 5,9km considerando la ruta más rápida por CV-364. Se encuentra al Noroeste, en el polígono Políg-5 N-08. La Canyada d'Amorós se localiza muy próxima al término municipal de Lliria.

El área se caracteriza por ligeras oscilaciones de temperatura. Los inviernos son suaves (9°-10°C en enero) y los veranos cálidos (26°-29°C en agosto). La temperatura media anual es de 16°C aproximadamente, la máxima anual no supera los 23°C y la mínima anual no desciende de los 10°C. En cuanto a las precipitaciones son escasas, aunque se reparten de manera muy irregular, siendo más intensas en otoño y en agosto y septiembre prácticamente escasas.

La urbanización la Canyada d'Amorós es únicamente zona de tipo residencial, sin ningún tipo de desarrollo económico, tanto industrial como de servicios. El núcleo urbano se encuentra rodeado por parcelas destinadas al uso agrícola, principalmente al cultivo de cítricos.

La Canyada d'Amorós tiene una superficie de 13,74ha aproximadamente. La urbanización cuenta con un total de 75 viviendas, cuya red de saneamiento es separativa ya que cada una cuenta con su propio sistema de recolección de aguas residuales, predominando las fosas sépticas. Es importante tener en cuenta que más de la mitad de las viviendas se usan como segundas residencias, por lo que no todas están habitadas durante todo el año.

2. Objeto y justificación

La depuración de las aguas residuales es fundamental tanto para la salud humana, como para la protección del medio ambiente y el desarrollo económico.

El tratamiento de aguas se debe considerar una obligación legal por todas las Administraciones y una responsabilidad de todos los ciudadanos. España, al pertenecer a la Unión Europea, se ve obligada a cumplir la normativa comunitaria. Esto supone que las aguas residuales urbanas han de cumplir unos requerimientos mínimos para su recogida, tratamiento y vertido, que vienen redactados en la Directiva 91/271/CEE. Con esto, cada estado miembro de la UE se compromete a conseguir el buen estado ecológico de las aguas.

Actualmente, conseguir este objetivo es difícil, ya que España cuenta con un número elevado de núcleos urbanos pequeños que carecen de un tratamiento de aguas adecuado, como es el caso de la Canyada d'Amorós.

La Canyada d'Amorós carece de un buen tratamiento de aguas residuales debido a que se tratan de viviendas ilegales, es decir, que en el momento de su construcción no existía ningún tipo de normativa o legislación que les obligara a urbanizar la zona y por tanto a tener una red de saneamiento con su correspondiente tratamiento de aguas.

Actualmente, se pretende urbanizar el núcleo urbano en cuestión para minimizar el impacto ambiental que pueda causar el mismo debido a la posible percolación de elementos tóxicos y producción de malos olores y además cumplir con la directiva. Dentro del proyecto de

urbanización se propone la instalación para el tratamiento de aguas residuales urbanas. Dicha instalación constará de tecnologías no convencionales o de bajo coste, de manera que sean asumibles por la población. También se tendrán en cuenta los costes de mantenimiento y explotación, entre otras cosas.

3. Localización y características de la parcela

3.1. Situación de la parcela

La EDAR del presente proyecto se sitúa en la parcela 17, polígono 4, en el término municipal de Benaguasil. Se encuentra al oeste de la urbanización la Canyada d'Amorós, colindante a la parcela 4 del polígono 4.

La parcela es de titularidad privada, por lo que conllevará su expropiación. Cuenta con una superficie total de 9307m².

3.2. Acceso a la parcela

Debido a la situación de la parcela, se accede desde la carretera CV-364, tomando la Vía Camino hasta el polígono Políg-5 N-U8.

Para llegar hasta la EDAR no es necesario atravesar la urbanización, ya que se puede acceder dirigiéndose por la periferia.

3.3. Aprovechamiento de la parcela

Debido a que la Canyada d'Amorós cuenta con una población pequeña y la producción de aguas residuales es únicamente de tipo doméstico, la estación depuradora requiere muy poca superficie para su instalación. Por ello, no es necesaria la expropiación de la parcela completa.

La superficie de parcela a aprovechar es de 1089,32m², proporcionando suficiente espacio para la instalación de los equipos y tuberías de conducción y la balsa de riego, el establecimiento de un módulo prefabricado para oficina y lavabos y cuadro eléctrico, y el acceso de camiones.

4. Marco legal

A continuación, se enumera la legislación vigente que se debe tener en cuenta para el desarrollo del trabajo:

- Ley de Aguas, que viene especificada en la Ley 29/1985 del 2 de agosto.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que viene especificado en el Real Decreto 849/1986 de 11 de abril.
- Ley de Saneamiento de las Aguas Residuales, que viene especificada en la Ley 2/1992 de 26 de marzo de la Comunitat Valenciana.
- Directiva Europea sobre el Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas, que viene especificado en la Directiva 91/271/CEE del 21 de mayo de 1991.
- Reglamento de la Reutilización de las Aguas Depuradas, que viene especificado en el Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre.

5. Bases del proyecto

El dimensionado de la estación depuradora de aguas residuales se lleva a cabo a partir del estudio de la caracterización del agua residual que entra en la planta.

5.1. Datos básicos de la población

De acuerdo con el estudio descrito en el anejo nº 2, “Caracterización de caudales y cargas”, los datos de población de diseño son:

Tabla 1. Habitantes equivalentes. Fuente: Propia.

HABITANTES EQUIVALENTES		
Temporada alta	Temporada baja	Fines de semana y festivos
178	57	95

No está previsto que la población aumente en los próximos años, por lo que la solución adoptada será en base a estos valores.

5.2. Caudales

Los caudales de diseño son:

Tabla 2. Caudales de diseño. Fuente: Propia.

	Temporada alta	Temporada baja	Fines de semana y festivos
Caudal medio diario (m ³ /día)	42,50	13,60	22,60
Caudal medio horario (m ³ /h)	1,77	0,57	0,97
Caudal punta horario (m ³ /h)	6,30	2,34	2,53
Caudal mínimo diario (m ³ /día)	13,56	4,08	6,78
Caudal mínimo horario (m ³ /h)	0,57	0,17	0,28

5.3. Contaminación

Los valores de las cargas de diseño en g/día son:

Tabla 3. Cargas contaminantes. Fuente: Propia.

	Temporada alta	Temporada baja	Fines de semana y festivos
DBO ₅	10625	3400	5650
DQO	21250	6800	11300
Sólidos en suspensión	9350	2992	4972
Nitrógeno total	1700	544	905
Fósforo total	340	108,8	180,8

5.4. Resultados exigidos

El Real Decreto Ley 11/1995 fija las concentraciones máximas de cada contaminante que pueden contener las aguas residuales antes de su vertido a dominio público hidráulico y el porcentaje mínimo de reducción.

Tabla 4. Resultados exigidos. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

	Concentración (g/m ³)	Porcentaje mínimo de reducción
DBO ₅	25	90
DQO	125	75
Sólidos en suspensión	60	70

En este caso no se aplican los valores para el nitrógeno y fósforo, ya que debido al reducido número de habitantes equivalentes sus emisiones son muy bajas. Además, se trata de una zona no sensible.

6. Análisis de alternativas

Respecto a la estrategia general del proyecto, se propone la instalación de una estación depuradora de aguas residuales domésticas con el fin de tratar las aguas residuales domésticas generadas en la urbanización la Canyada d'Amorós y posteriormente trasladar los fangos producidos a la EDAR mancomunada de la Poble de Vallbona.

Se propone la construcción de una balsa de riego para almacenar el agua tratada para su posterior uso como agua de riego.

En cuanto al tipo de tratamiento, se ha elegido el proceso que mejor se adapta a las condiciones que plantea la Canyada d'Amorós. Para ello se han tenido en cuenta criterios como el número de habitantes equivalentes, el requerimiento de superficie y adaptación a variación de caudales y cargas, entre otros. El análisis comparativo aparece con más detalle en el anejo nº 3.

Se considera que la solución más adecuada para el tratamiento de aguas residuales domésticas de la Canyada d'Amorós, sea realizar un proceso de pretratamiento, constituido por una operación de desbaste; y un tratamiento secundario, que se lleva a cabo por un reactor biológico secuencial (SBR).

7. Proceso de depuración

7.1. Línea de aguas

Las aguas residuales generadas en la urbanización se conducen hasta la entrada de la parcela donde se sitúa la EDAR a través de una tubería de diámetro nominal de 160mm. A la entrada de la parcela, esta se une a otra tubería del mismo diámetro con una longitud de 6m, que llega hasta el equipo de desbaste, canalizando las aguas por gravedad.

A ella se instala un caudalímetro magnético para conocer el volumen de agua que llega a la planta.

En la entrada de la planta se establece un bypass general de la estación para poder verter el agua al medio natural de manera provisional en caso de que se produzca alguna avería en cualquiera de los equipos depuradores.

7.1.1. Pretratamiento

La entrada del agua al equipo de desbaste se da a través de una tubería de PVC con diámetro nominal 110mm, con una longitud de 18,5cm.

El tratamiento de desbaste se instala principalmente para proteger el equipo de tratamiento secundario, eliminando el mayor número de sólidos gruesos posibles.

La operación se realiza mediante la instalación de un tamiz tornillo rotativo de funcionamiento automático.

El tornillo tamiz, es un equipo de desbaste, con el que se eliminan los sólidos con la ayuda de un sinfín que los eleva hasta una reja drenante que cubre el depósito por el que circula el agua para ser tratada. Su funcionamiento es automático y requiere una potencia de 0,37Kw.

Los residuos sólidos, posteriormente se vierten por un operario en un contenedor de residuos situado en la misma parcela que la EDAR.

La luz de paso del tornillo rotativo es de 5mm, resultando en una alta eficiencia de retención de sólidos.

El depósito por el que circula el agua se encuentra enterrado, quedando a la vista únicamente el sinfín, la boca de salida de sólidos y la reja drenante.

El agua pretratada sale del depósito por una tubería de PVC, con un diámetro interior de 160mm y una longitud de 3m.

7.1.2. Tratamiento secundario

La tubería de salida del tornillo tamiz se conecta a la entrada del reactor biológico con otra tubería de PVC con un diámetro nominal de 200mm y tiene una longitud de 27,5cm.

Las aguas se conducen por gravedad desde la operación de desbaste hasta el tratamiento biológico.

El tratamiento secundario se lleva a cabo mediante la instalación de un reactor secuencial biológico dividido en dos cámaras.

Como se explica de manera más detallada en el anejo nº4, se trata de un equipo que combina todas las fases del proceso de fangos activos en un mismo tanque. Es un proceso de llenado y vaciado alternado que combina las fases de aireación, sedimentación y clarificación.

Con este tipo de tratamiento se consigue la eliminación de la materia orgánica debido a la intervención de los microorganismos, que la utilizan como alimento y fuente de energía. Son capaces de eliminar la materia carbonosa, el nitrógeno y fósforo contenidos en el agua residual que llega al reactor.

Para lograr la degradación de la materia orgánica es necesario que en el interior del reactor se cumplan las condiciones de aerobiosis y anaerobiosis. con el fin de alcanzar dichas condiciones, el SBR viene dispuesto de unos difusores de aire que se localizan en el fondo del segundo compartimento.

En el reactor biológico cuenta con las siguientes características:

Tabla 5. Dimensiones SBR. Fuente: Remosa.

	Cámara 1	Cámara 2
Diámetro (m)	3,00	3,00
Longitud (m)	4,50	5,00

El agua pretratada entra en la primera cámara hasta que completa el llenado. El tiempo que se requiere para alcanzarlo depende del caudal de entrada que varía según la época del año.

Debido a que los caudales de entrada son bajos, el tiempo de llenado será elevado permitiendo que los sólidos menores de 5mm de tamaño que contengan las aguas pretratadas sedimenten en el fondo del compartimento.

A continuación, la primera cámara se vacía y se llena la segunda. El reactor biológico viene dotado de una bomba sumergible que requiere 2,2kW de potencia y trabaja con un caudal de 5m³/h. Se procurará que esta fase coincida en todos los escenarios con la madrugada, para minimizar la entrada de agua residual en la primera cámara y evitar la contaminación del agua ya decantada.

Una vez lleno el segundo compartimento, se procede con el accionado de los difusores de aire. Con ello se consiguen las condiciones de aerobiosis, mejorando la actividad de los microorganismos. Más tarde, los difusores se apagan para crear las condiciones de anerobiosis, además de conseguir el estado de reposo del agua.

Los microorganismos, durante la biodegradación de la materia orgánica, producirán gases como metano y dióxido de carbono. Con el fin de eliminarlos, el segundo compartimento dispone de una tubería de diámetro 200mm y material PVC que permite su expulsión al exterior.

El tiempo de aireación necesario depende del contenido de microorganismos en el reactor y la carga contaminante del agua que llega al tanque.

Es importante destacar que alrededor de un 40% del volumen de la segunda cámara está ocupado por microorganismos y lodos, por lo que solo un 60% aproximadamente del agua contenida en el primer compartimento pasa al segundo en un mismo ciclo.

El siguiente proceso es el de clarificación del agua. Se consigue tras apagar los difusores de aire y una vez los microorganismos han conseguido biodegradar la mayor parte de materia orgánica que contiene el agua. Los microorganismos y sólidos que no hayan sido eliminados decantan en el fondo del reactor, formando fangos.

En la parte superior de la cámara queda el agua limpia y clarificada, que se extrae de la cámara mediante un sistema de bombeo, que viene ya incorporado en el equipo, con un caudal de 5m²/h y que requiere una potencia de 2,2kW.

El vaciado se lleva a cabo a través de una tubería de PVC, de diámetro 200mm, que conduce el agua tratada hasta la balsa de riego. La tubería cuenta con una longitud de 18m.

La balsa de riego tendrá la capacidad de almacenar alrededor de 100m³ de agua. Sus dimensiones son: 5,50m de diámetro y 4,20m de altura.

7.2. Línea de fangos

Se aconseja extraer los fangos generados en el SBR cada 6 meses, evitando los meses más fríos y calurosos.

Para ello se requerirá la intervención de un camión cisterna que, con la ayuda de una chupona, extraerá 4/5 partes del equipo. Posteriormente, los lodos se llevarán a hasta la EDAR mancomunada de la Poble de Vallbona donde se tratarán para poder utilizarlos como fertilizantes de suelos o para valorización energética.

8. Funcionamiento de la EDAR

En el anejo nº 5 aparecen de manera detallada los cálculos realizados para poder gestionar el tiempo de funcionamiento de cada operación que interviene en proceso de depuración.

Los horarios de funcionamiento de la depuradora se han organizado en base al consumo de agua horario. En otras palabras, ciertas fases se han hecho coincidir con las horas de menor consumo de agua con el fin de evitar la contaminación del agua decantada por el agua pretratada en el interior del reactor.

La temporada baja y fines de semana y festivo se han considerado como un único periodo con el propósito de facilitar la gestión y funcionamiento de la depuradora durante época del año.

Los tiempos de retención para cada una de las situaciones son:

Tabla 6. Tiempos de retención hidráulica según temporada. Fuente: Propia.

	Temporada alta	Temporada baja y fines de semana
Tiempo de llenado (horas)	17,61	46,56
Tiempo de llenado 2 (horas)	4,20	4,20
Tiempo de aireación (horas)	11,50	11,50
Tiempo de clarificación (horas)	3,00	3,00
Tiempo de vaciado (horas)	4,20	4,20

Los horarios de funcionamiento de la estación depuradora de aguas residuales de la Canyada d'Amorós son:



Figura 1. Horario de funcionamiento de la EDAR en temporada alta. Fuente: Propia.



Figura 2. Horario de funcionamiento de la EDAR en temporada alta. Fuente: Propia.

Donde:



9. Ejecución de obras

Se propone nivelar la superficie donde se va a situar la EDAR. Se plantea terraplenar la parte más baja con el material desmontado de la parte más alta, consiguiendo que el terreno sea llano (pendiente del 0%). La nueva cota del terreno será 163,95m.

Las tuberías se instalan enterradas con una pendiente negativa del 2% para favorecer la conducción de aguas por gravedad y evitar la necesidad de aplicación de un sistema de bombeo.

A la entrada de la EDAR se realizará una zanja de 10,5m de longitud. La profundidad varía según el elemento que se vaya a instalar. Habrá un primer tramo de 7,04m de longitud que tiene una profundidad de 1,5m. En él se coloca la tubería de entrada y el tornillo tamiz. El ancho de la zanja

viene establecido por el ancho del tornillo, 0,855m. Por seguridad y para facilitar el trabajo, se hará de 1m.

En la parte donde va colocado el tornillo tamiz se realiza un encofrado para proteger el depósito. La entrada de la tubería del tornillo tamiz se sitúa a 0,28m de la rasante.

A continuación, se realiza otra zanja de longitud 3,3m y profundidad 1m. En ella se coloca la tubería de salida del depósito de desbaste que se encuentra enterrada 0,4m. La anchura de esta zanja será de 0,5m.

Para llevar a cabo la instalación del SBR se realiza una zanja de 4m de profundidad, quedando la parte más alta del depósito enterrada a 0,5m de la rasante. La tubería de entrada al reactor se sitúa a la misma cota, de tal manera que la tubería que lo une con el tamiz tornillo cuenta con una pendiente del 3%. En este caso, el ancho será 4 m, quedando un 1 de margen para poder realizar la instalación del reactor.

La tubería de la salida del reactor se encuentra, al igual que las anteriores a 0.5m de la rasante. Desde ese punto se hará una zanja de 13,5m de longitud, con una profundidad de 1m para poder conducir la tubería hasta la balsa de riego. El ancho será 0,5m

Aproximadamente 5m de tubería quedarán a la vista para poder depositar el agua en la balsa desde la parte más alta de esta.

10. Resumen de presupuesto

Capítulo	Importe (€)
1 Actuaciones previas	147,85
2 Acondicionamiento del terreno	6.120,16
3 Instalaciones	37.337,88
4 Gestión de residuos	260,54
5 Servicios auxiliares	3.726,50
6 Colectores	1.209,94
Presupuesto de ejecución material (PEM)	48.802,87
0% de gastos generales	0
0% de beneficio industrial	0
Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)	48.802,87
21% IVA	10.248,60
Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)	59.051,47

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE MIL CINCUENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS.