

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°2: ANEJOS

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Curso académico: 2019/2020

Valencia, noviembre de 2020

Índice

- I. Anejo 1: Análisis de alternativas: Estrategia general
- II. Anejo 2: Caracterización de caudales y cargas
- III. Anejo 3: Análisis de alternativas: Tipos de tratamientos
- IV. Anejo 4: Proceso de depuración
- V. Anejo 5: Predimensionado de la depuradora

ANEJO 1:

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS:

ESTRATEGIA GENERAL

Índice

1. Objeto.....	3
2. Análisis de alternativas	3
2.1. Alternativa 1.....	3
2.2. Alternativa 2.....	4
2.3. Alternativa 3.....	4
2.4. Alternativa 4.....	5

Índice de figuras:

Figura 1. Ortofoto de la trayectoria de la tubería en alternativa 1. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.....	3
Figura 2. Ortofoto de la trayectoria de la tubería en alternativa 2. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.....	4
Figura 3. Ortofoto de la trayectoria de la tubería hasta la Rambla Pimera. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.	5
Figura 4. Ortofoto de la trayectoria de la tubería hasta la acequia mayor de Benaguasil. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.	5

conjunto de aguas serán recogidas y transferidas hasta la ya citada EDAR mancomunada, ubicada en término municipal de La Pobla de Vallbona.

2.2. Alternativa 2

Esta alternativa tiene como objeto el mismo que la opción anterior: el tratamiento de aguas residuales de la urbanización La Canyada d'Amorós llevado a cabo por la EDAR que se ubica en el término municipal de la Pobla de Vallbona. También se tiene en cuenta la red de colectores (diseñada en un proyecto previo).

En este caso se propone colocar una tubería desde el noreste de La Canyada d'Amorós hasta el núcleo de Benaguasil. El punto final del colector se situaría en la entrada de la localidad por la CV-3641. De nuevo, el recorrido de la tubería aprovechará el Camí de les Travesses hacia la CV-364, atravesando la CV-50 (aún en proyecto) hasta el inicio de la Avenida Archiduque Carlos, pasando por CV-3641 (figura 2). El colector tendrá una longitud aproximada de 3111m.



Figura 2. Ortofoto de la trayectoria de la tubería en alternativa 2. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.

Desde este punto se enviarán las aguas hasta la EDAR mancomunada aprovechando todas las infraestructuras ya existentes.

En todo momento se procurará sacar provecho la topografía de la zona para llevar a cabo la conducción de aguas por gravedad, aunque en algunos tramos se necesitará el empleo de una bomba para poder ascender el flujo de aguas debido a que hay notables desniveles.

2.3. Alternativa 3

A diferencia de las anteriores alternativas, esta propone instalar un sistema adecuado de tratamiento de aguas residuales domésticas en la urbanización La Canyada d'Amorós y posteriormente verterlas a Dominio Público Hidráulico (DMH). Se sugiere omitir el tratamiento terciario debido a que se trata de una población pequeña y no es necesario.

Se considera que el emplazamiento de la EDAR sea al oeste del núcleo diseminado, concretamente en la parcela 17, polígono 4, término de Benaguasil, colindante a la parcela 4 del mismo polígono. Dicho solar cuenta con una superficie de 9307m² y una pendiente considerable del 10,10%. El uso principal del suelo es pasto arbustivo. El terreno es de titulariada privada, por lo que conllevaría su expropiación.

A su vez se plantean dos opciones distintas, ya que se valoran diferentes lugares de vertido. Se propone que al sur de la EDAR se realice la instalación de un colector principal que transporte las aguas limpias a lo largo de un camino agrícola hasta la Rambla Primera (figura 3). Por otra parte, se sugiere que, en vez de verter las aguas al barranco, se disponga de un colector que las envíe hasta la Acequia Mayor de Benaguasil (figura 4) para su posterior uso agrícola. Las longitudes de ambos, respectivamente, serían 932m y 1300m.

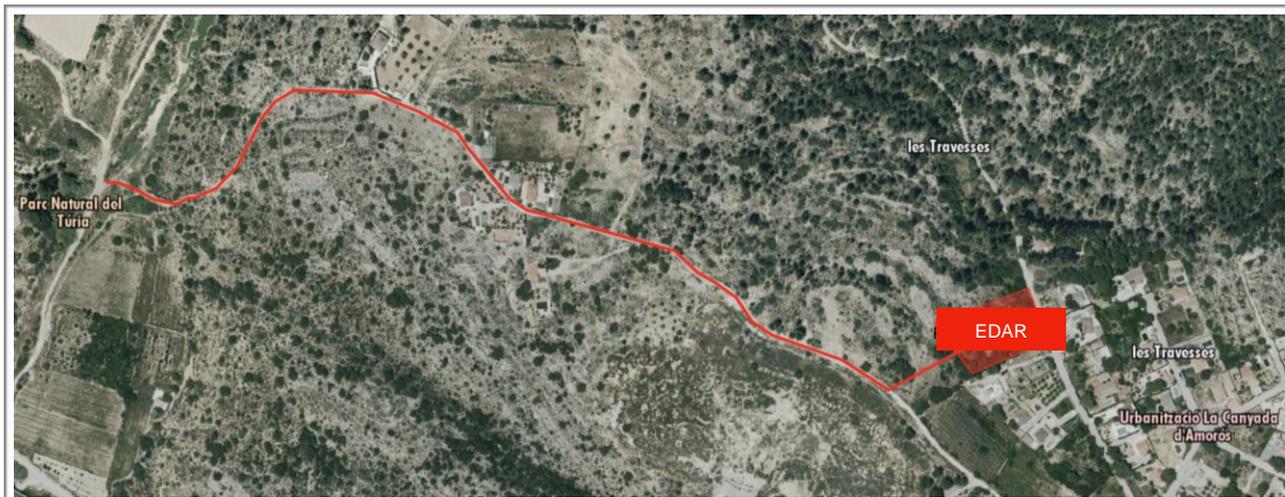


Figura 3. Ortofoto de la trayectoria de la tubería hasta la Rambla Pimera. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.

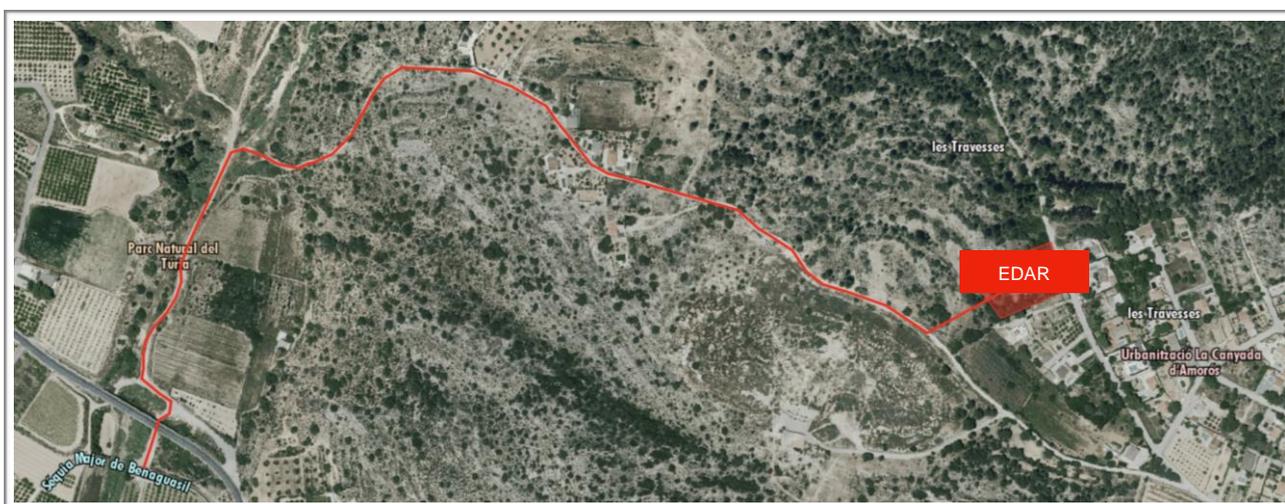


Figura 4. Ortofoto de la trayectoria de la tubería hasta la acequia mayor de Benaguasil. Fuente: Visor Cartogràfic de la Generalitat.

2.4. Alternativa 4

La última alternativa, de nuevo sugiere la instalación de una estación depuradora para llevar a cabo los tratamientos adecuados y necesarios de las aguas y posteriormente tratar los lodos en la EDAR mancomunada de la Poble de Vallbona.

La planta depuradora se ubicará, como ya se ha citado en la alternativa 3, al oeste del núcleo diseminado, en la parcela 17, polígono 4, término de Benaguasil. Su superficie es de 9307m² con una pendiente del 10% aproximadamente. La adquisición de la parcela conllevaría su expropiación.

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

ANEJO 2:

CARACTERIZACIÓN DE CAUDALES Y CARGAS

Índice

1. Objeto	3
2. Datos de partida.....	3
3. Caracterización de caudales.....	3
4. Caracterización de cargas contaminantes	5

Índice de tablas

Tabla 1. Caracterización de los caudales en temporada alta.	4
Tabla 2. Caracterización de caudales en temporada baja.	4
Tabla 3. Caracterización de caudales en fines de semana y festivos.....	5
Tabla 4. Contaminación promedio de las aguas residuales domésticas. Fuente:	5
Tabla 5. Población equivalente.....	6
Tabla 6. Caracterización de la carga contaminante en temporada alta.....	7
Tabla 7. Caracterización de la carga contaminante en temporada baja.....	7
Tabla 8. Caracterización de la carga contaminante en fines de semana y festivos.....	7

1. Objeto

El objetivo del presente anejo es calcular los caudales de aguas residuales producidos en la urbanización la Canyada d'Amorós, así como la carga contaminante contenida en estos para el posterior dimensionado de la estación depuradora.

2. Datos de partida

Es importante conocer la naturaleza y los caudales del agua residual producida en un núcleo urbano para poder llevar a cabo el proyecto de su recogida, tratamiento y evacuación.

Las aguas residuales a tratar son de tipo urbano, es decir, aguas residuales domésticas. Son aquellas que proceden de viviendas y han sido producidas por el metabolismo humano y las actividades domésticas. Son aguas que se caracterizan por su contenido en materias orgánicas biodegradables y materias minerales disueltas o en suspensión.

La información para caracterizar los caudales y cargas debería haberse obtenido después de haber hecho varias campañas de medición para cada uno de los períodos más importantes para el diseño de la EDAR. Debido a que no se tienen datos analíticos de las aguas residuales producidos en la urbanización en cuestión se ha recurrido a parámetros y ratios ya establecidos por fuentes oficiales como la legislación europea, nacional y autonómica y Confederación Hidrográfica del Júcar.

La Canyada d'Amorós, según la información aportada por el ayuntamiento de Benaguasil, cuenta con un total de 75 viviendas, de las cuales aproximadamente un 30% están habitadas durante todo el año, se le añade un 20% los fines de semana y festivos y en los periodos estivos se ocupan en su totalidad. Se considera una media de 3 habitantes por vivienda. Esto significa que hay una población fija, aquella que reside de forma habitual y permanente en la urbanización, aproximada de 68 habitantes. Alrededor de 45 personas usan las viviendas como segunda residencia durante los fines de semana y, por último, la urbanización cuenta con una población estacional estiva de 113 habitantes. Por tanto, en los meses de temporada alta, la urbanización contará con una población total de 226 habitantes y en temporada baja de 68 habitantes, con picos de 113 habitantes los fines de semana. Cabe añadir que no está previsto que en los próximos años aumenten el número de viviendas, por lo que los cálculos se realizarán con el número de habitantes actual. A pesar de ello, normalmente, las depuradoras se diseñan para un horizonte de 25 años.

3. Caracterización de caudales

El volumen de agua residual producido en un municipio se obtendrá teniendo en cuenta el número de habitantes y su posible evolución en el tiempo y conociendo el consumo de agua potable en la zona.

La media diaria de dotación de abastecimiento establecida por la Confederación Hidrográfica del Júcar es de 200l/hab·día.

Con este dato se obtendrá el abastecimiento total de agua diario en el municipio, 45,2m³ en temporada alta y 13,6m³ en temporada baja, con picos de 22,6m³ los fines de semana.

Aunque la relación entre caudal de abastecimiento y el de aguas residuales generadas oscila entre 60 y 80%, con ánimo de ser conservadores y ante posibles imprevistos, se ha escogido como caudal de diseño el correspondiente al de abastecimiento. Conocidos los caudales medios diarios considerados anteriormente para los distintos escenarios, para la determinación de los mínimos diarios (Q_{\min}), de acuerdo a la referencia bibliográfica (Metcalf & Eddy, 1995), se ha establecido la siguiente relación:

$$Q_{\min} = Q_{\text{med}} \cdot 0,30$$

En temporada alta Q_{\min} será:

$$Q_{\min_{TA}} = 45,2 \cdot 0,30 = 13,56m^3/\text{día}$$

En temporada baja Q_{\min} será:

$$Q_{\min_{TB}} = 13,6 \cdot 0,30 = 4,08m^3/día$$

Durante la temporada baja, se producirán picos durante el fin de semana en lo que Q_{\min} será:

$$Q_{\min_{FS}} = 22,6 \cdot 0,30 = 6,78m^3/día$$

El caudal máximo se obtiene aplicando la fórmula empírica del modelo M.O.P.U, en m^3/h :

$$Q_{\max} = Q_{med} \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{Q_{med}^{1/4}} \right)$$

En temporada alta Q_{\max} será:

$$Q_{\max_{TA}} = 1,88 \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{1,88^{1/4}} \right) = 6,3m^3/h$$

En temporada baja Q_{\max} será:

$$Q_{\max_{TB}} = 0,57 \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{0,57^{1/4}} \right) = 2,34m^3/h$$

En fines de semana y festivos, se producirán picos donde Q_{\max} será:

$$Q_{\max_{FS}} = 0,94 \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{0,94^{1/4}} \right) = 3,54m^3/h$$

A partir de los caudales horarios medio y máximo se obtiene la siguiente relación. A partir de ella se pueden estimar los factores punta horarios C_p :

$$Q_p = Q_{med} \cdot C_p$$

El factor de punta horario será similar en las tres situaciones.

$$C_{p_{TA}} = \frac{6,3}{1,88} = 3,35$$

$$C_{p_{TB}} = \frac{2,34}{0,57} = 4,11$$

$$C_{p_{FS}} = \frac{3,54}{0,94} = 3,76$$

Los valores obtenidos se muestran coherentes con los aportados por bibliografía (Metcalf & Eddy, 1995) para tamaños poblacionales similares.

A continuación, se recogen en tablas los valores de los caudales obtenidos en los anteriores cálculos.

Tabla 1. Caracterización de los caudales en temporada alta.

TEMPORADA ALTA				
Caudal medio diario ($m^3/día$)	Caudal medio horario (m^3/h)	Caudal punta horario (m^3/h)	Caudal mínimo diario ($m^3/día$)	Caudal mínimo horario (m^3/h)
42,50	1,78	6,30	13,56	0,57

Tabla 2. Caracterización de caudales en temporada baja.

TEMPORADA BAJA				
Caudal medio diario ($m^3/día$)	Caudal medio horario (m^3/h)	Caudal punta horario (m^3/h)	Caudal mínimo diario ($m^3/día$)	Caudal mínimo horario (m^3/h)
13,60	0,57	2,34	4,08	0,17

Tabla 3. Caracterización de caudales en fines de semana y festivos.

FINES DE SEMANA EN TEMPORADA BAJA				
Caudal medio diario (m ³ /día)	Caudal medio horario (m ³ /h)	Caudal punta horario (m ³ /h)	Caudal mínimo diario (m ³ /día)	Caudal mínimo horario (m ³ /h)
22,60	0,94	2,53	6,78	0,28

4. Caracterización de cargas contaminantes

Una vez caracterizados los caudales se procede con la determinación de la carga contaminante. La contaminación del agua residual se mide teniendo en cuenta distintos parámetros como la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), la demanda química de oxígeno (DQO), sólidos en suspensión (SS), nitrógeno total (N_T) y fósforo total (P_T).

Para ello, se utiliza el concepto de habitante equivalente, que viene definido por la Directiva 91/271, como la carga orgánica biodegradable expresada como la demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO₅), que es equivalente a 60g/día O₂. Conocer este dato permite el posterior cálculo de la capacidad de tratamiento de la EDAR. Para la estima de la carga contaminante referida al resto de parámetros, se han utilizado las referencias en la tabla n° 4.

Tabla 4. Contaminación promedio de las aguas residuales domésticas. Fuente:

PARÁMETROS	CONCENTRACIÓN (mg/l)
DBO ₅	250
DQO	500
Sólidos en suspensión	220
Nitrógeno total	40
Fósforo total	8

Cálculo carga diaria contaminante

Para el cálculo de los habitantes equivalentes en base a la DBO₅ en los tres escenarios de tiempo considerado, se ha escogido una concentración media de este parámetro de 250g/m³ O₂ al día. En los cálculos que siguen, en primer lugar, se han obtenido, a partir del producto del caudal por la concentración, los distintos valores de carga. Durante el periodo de verano se producirá una carga diaria contaminante (CC) de 11300g/he O₂ y durante la estación de invierno 3400g/he O₂, con picos de 5650g/he O₂ durante los fines de semana.

Con estos datos, a partir de la siguiente ecuación de cálculo de la carga contaminante:

$$C_C = Dot_{diaria} \cdot [DBO_5]$$

Se han realizado los cálculos de las concentraciones medias de los contaminantes considerados:

$$C_{CTA} = 42,5 \cdot 250 = 10625g/heO_2$$

$$C_{CTB} = 13,6 \cdot 250 = 3400g/heO_2$$

$$C_{CFS} = 22,6 \cdot 250 = 5650g/heO_2$$

Una vez obtenida la carga diaria contaminante, se halla la relación entre esta y la carga de DBO₅ correspondiente a un he, por tanto:

$$he = \frac{C_c}{DBO_5}$$

$$he_{TA} = \frac{10625}{60} = 177,1 \approx 178he$$

$$he_{TB} = \frac{3400}{60} = 56,6 \approx 57he$$

$$he_{FS} = \frac{5650}{60} = 94,2 \approx 95he$$

Los resultados anteriores se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Población equivalente.

HABITANTES EQUIVALENTES		
Temporada alta	Temporada baja	Fines de semana (TB)
178	57	95

De la misma manera que se ha calculado la carga contaminante diaria se va a proceder a calcular el contenido en DQO, SS, N_T y P_T.

Cálculo de la demanda química de oxígeno (DQO)

$$DQO_{TA} = 42,5 \cdot 500 = 21250g/díaO_2$$

$$DQO_{TB} = 13,6 \cdot 500 = 6800g/díaO_2$$

$$DQO_{FS} = 22,6 \cdot 500 = 11300g/díaO_2$$

Cálculo del contenido de sólidos en suspensión (SS)

$$SS_{TA} = 42,5 \cdot 220 = 9350g/día$$

$$SS_{TB} = 13,6 \cdot 220 = 2992g/día$$

$$SS_{TA} = 22,6 \cdot 220 = 4972g/día$$

Cálculo del contenido en nitrógeno total (N_T)

$$Nt_{TA} = 42,5 \cdot 40 = 1700g/día$$

$$Nt_{TB} = 13,6 \cdot 40 = 544g/día$$

$$Nt_{FS} = 22,6 \cdot 40 = 904g/día$$

Cálculo del contenido en fósforo total (P_T)

$$Pt_{TA} = 42,5 \cdot 8 = 340g/día$$

$$Pt_{TB} = 13,6 \cdot 8 = 108,8g/día$$

$$Pt_{FS} = 22,6 \cdot 8 = 180,8g/día$$

A continuación se recogen en tablas todas las cargas contaminantes calculadas hasta ahora según la situación.

Tabla 6. Caracterización de la carga contaminante en temporada alta.

TEMPORADA ALTA	
PARÁMETROS	CONCENTRACIONES
DBO ₅	10625 g/O ₂
DQO	21250g/O ₂
SS	9350g
Nt	1700g
Pt	340g

Tabla 7. Caracterización de la carga contaminante en temporada baja.

TEMPORADA BAJA	
PARÁMETROS	CONCENTRACIONES
DBO ₅	3400g/O ₂
DQO	6800g/O ₂
SS	2992g
Nt	544g
Pt	108,8g

Tabla 8. Caracterización de la carga contaminante en fines de semana y festivos.

FINES DE SEMANA Y FESTIVOS	
PARÁMETROS	CONCENTRACIONES
DBO ₅	5650 g/O ₂
DQO	11300g/O ₂
SS	4972g
Nt	904g
Pt	180,8g

ANEJO 3:

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS:

TIPOS DE TRATAMIENTOS

Índice

1. Objeto.....	3
2. Proceso general del tratamiento de aguas.	3
3. Tipos de tratamientos.	4
4. Análisis de alternativas	8

Índice de tablas

Tabla 1. Concentraciones medias de DBO ₅ , DQO y SS en aguas residuales tras su tratamiento y posterior vertido a DPH. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	4
Tabla 2. Valoración de alternativas.....	9

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama general del tratamiento de aguas. Fuente: Propia.	3
Figura 2. Diagrama de la línea de aguas según el tipo de depuración. Fuente: Propia.....	3
Figura 3. Humedal artificial de macrófilos en flotación. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	5
Figura 4. Esquema del tratamiento de aguas por CBR. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	6
Figura 5. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante lechos bacterianos. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	6
Figura 6. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante aireación prolongada. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.....	7
Figura 7. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante SBR. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.	8

1. Objeto

Una vez realizado el análisis de alternativas en el anejo nº1, en el que se plantea la estrategia general del proyecto, y habiéndose justificado como solución más adecuada la realización de una depuradora y el posterior uso del agua para regadío de los campos del alrededor; se procede en el presente anejo a realizar un estudio de alternativas de los diferentes tipos de tratamiento que pueden aplicarse para la depuración de aguas en la Canyada d'Amorós.

2. Proceso general del tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas residuales consiste de dos grandes procesos: línea de aguas y línea de fangos. Por lo general, la primera consta de distintas etapas: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario. La línea de fangos consiste en la reducción y estabilización, mediante la deshidratación, del volumen de los fangos producidos en el anterior proceso. Posteriormente, los lodos se pueden aplicar para la fertilización de suelos, valorización energética o depositarlos en el vertedero.

A continuación, se muestra un diagrama general del proceso del tratamiento de aguas.

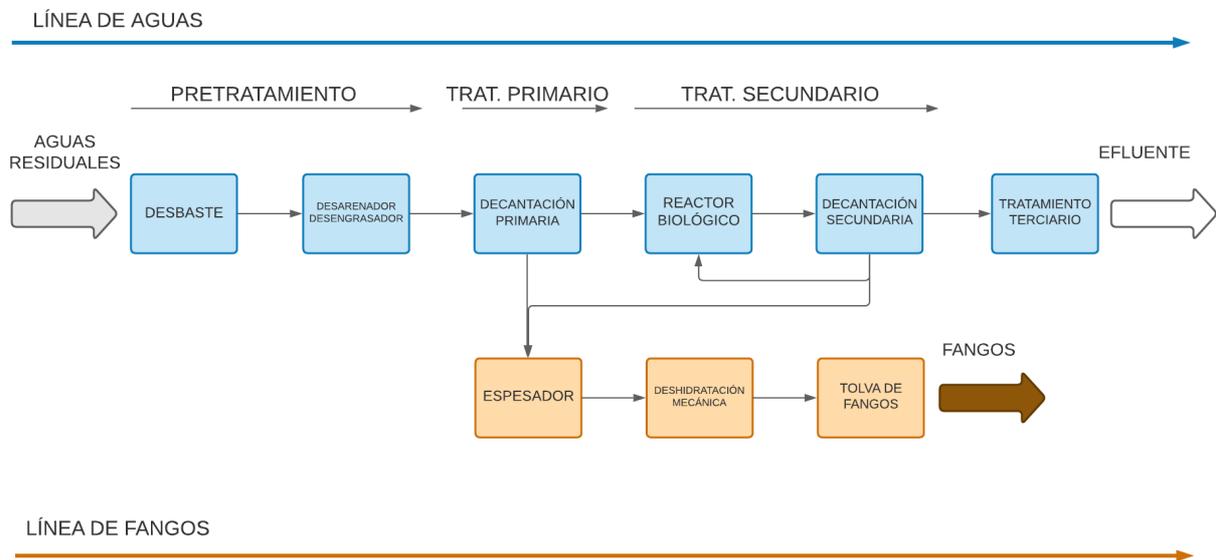


Figura 1. Diagrama general del tratamiento de aguas. Fuente: Propia.

A su vez, estos tratamientos se clasifican según sean operaciones de depuración física-química o biológica. Tanto las operaciones de pretratamiento y tratamiento primario son del primer tipo y son de tipo biológico las de tratamiento secundario (figura 2).

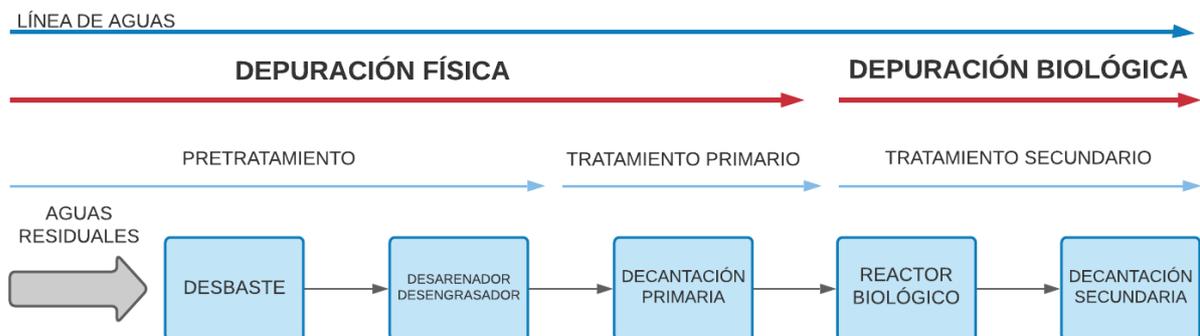


Figura 2. Diagrama de la línea de aguas según el tipo de depuración. Fuente: Propia.

3. Tipos de tratamientos

Para la elección de los métodos de depuración a seguir, se ha de tener en cuenta la variabilidad de caudales y cargas diarias y estacionales, ya que son más significativas que en las grandes poblaciones. Esto se debe a su pequeño desarrollo económico y social, la reducción del tamaño de población y la dotación diaria de agua. Las aguas residuales producidas en pequeñas poblaciones pueden tener un gran impacto ambiental, sobre todo si se encuentra en zonas de alto valor ecológico como es La Canyada d'Amorós. Además, se tendrán en cuenta la limitación de recursos económicos, técnicos de explotación y el mantenimiento.

El Real Decreto Ley 11/1995 exige para una población menor a 2000 habitantes equivalentes un “tratamiento adecuado” de las aguas residuales. Esto significa que se deben aplicar los tratamientos necesarios para que las aguas receptoras cumplan los requisitos de calidad una vez se ha realizado el vertido de las aguas tratadas.

En el mismo se fijan las concentraciones permitidas de DBO₅, DQO y sólidos en suspensión en las aguas ya tratadas para su posterior vertido a DPH. Además, establece el porcentaje mínimo de reducción de los mismos tras el tratamiento (tabla 1). Al no tratarse de una zona sensible no se fijarán valores límite de emisión para el nitrógeno y el fósforo.

Tabla 1. Concentraciones medias de DBO₅, DQO y SS en aguas residuales tras su tratamiento y posterior vertido a DPH. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

PARÁMETROS	CONCENTRACIÓN	PORCENTAJE MÍNIMO DE REDUCCIÓN
DBO₅	25 g/m ³ O ₂	90
DQO	125 g/m ³ O ₂	75
Total de sólidos en suspensión	60 g/m ³	70

Asimismo, en la guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones vienen definidos los requisitos que deben cumplir las tecnologías de depuración en pequeñas poblaciones: deben ser adecuadas a los recursos técnicos y económicos, deben ser sistemas de tratamiento robustos y han de cumplir una integración ambiental. Cuando cumplen estas tres características reciben del nombre de “tecnologías no convencionales o de bajo coste”.

El criterio principal y más importante que se ha tenido en cuenta para realizar el análisis de alternativas ha sido el tamaño poblacional. Sabiendo que la Canyada D'Amorós tiene una población de menos de 200 habitantes equivalentes en cualquiera de los escenarios ya planteados, se proponen las siguientes alternativas en base a las recomendaciones propuestas en la guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones:

Alternativa 1. Humedales artificiales (HS).

Los humedales artificiales imitan los procesos de eliminación de la carga contaminante en las zonas de humedales naturales.

Este sistema de depuración cuenta con dos elementos principales. Uno de ellos es el sustrato filtrante, a través del cual circula el agua. Sirve como soporte para la vegetación y además hace posible la fijación de los microorganismos encargados de los procesos de eliminación de contaminantes. Por otra parte, está la vegetación. Son plantas acuáticas que también participan en la formación de biopelículas facilitando la filtración y adsorción de las partículas contenidas en el agua residual, así como la oxigenación del sustrato filtrante. Asimismo, se encargan de la eliminación de nutrientes contenidos en las aguas residuales y del control del crecimiento de algas.

Existen cuatro tipos de humedales distintos que se pueden emplear como sistemas unitarios o combinarlos:

- De macrófitos en flotación (FMF) (figura 3): Actúa como tratamiento primario, aunque dependiendo de su profundidad puede emplearse también como tratamiento secundario. En los humedales profundos aparecen los procesos de decantación de la fracción sólida sedimentable, mientras que los poco profundos existen procesos de degradación aeróbica de la materia orgánica.

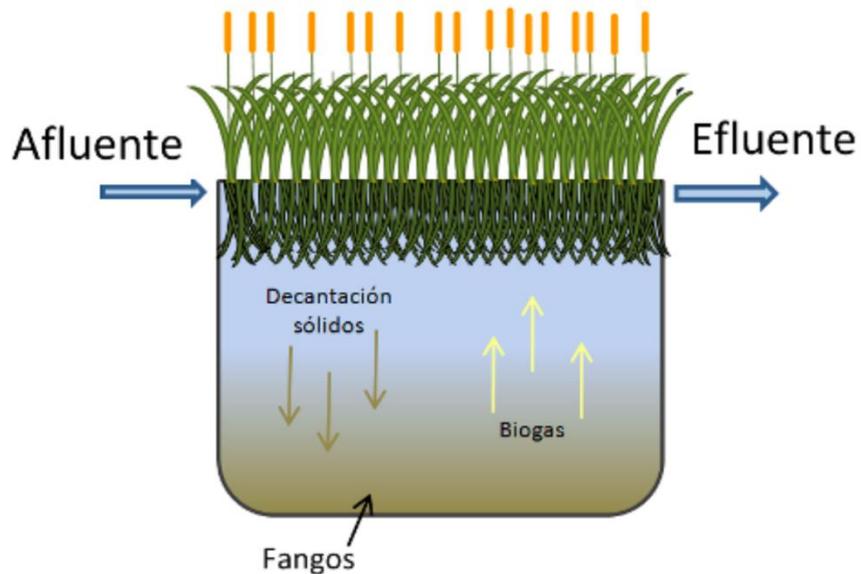


Figura 3. Humedal artificial de macrófilos en flotación. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones

- De flujo subsuperficial (HAFS_s): Los hay de dos tipos, horizontales y verticales, según la dirección en la que circula el agua a través de ellos. Este tipo de humedal se emplea como tratamiento secundario, ya que necesita de un previo tratamiento para evitar atascos y colapsos en el lecho.
- De flujo superficial (HAFS): Se trata de un tratamiento terciario. Su instalación requiere de varias hectáreas.

Alternativa 2. Contactor biológico rotativo (CBR).

La depuración de las aguas residuales en este tipo de tratamiento se lleva a cabo por unos microorganismos adheridos a un soporte giratorio semisumergido. Al realizar el giro el soporte entra en contacto con el aire, produciéndose de esta manera el proceso de aireación.

En este caso el agua pasa a través de dos elementos como se muestra en la figura 4:

1. Contactor. En el interior de un depósito semienterrado se encuentran los elementos giratorios llamados contactores. Pueden ser de distintos tipos:
 - Biodiscos. Discos de material plástico, dispuestos en paralelo y unidos por un eje central.
 - Biocilindros. Jaula metálica perforada con material plástico en su interior.
 - Sistemas híbridos.
2. Decantador secundario. Extracción del exceso de fangos.

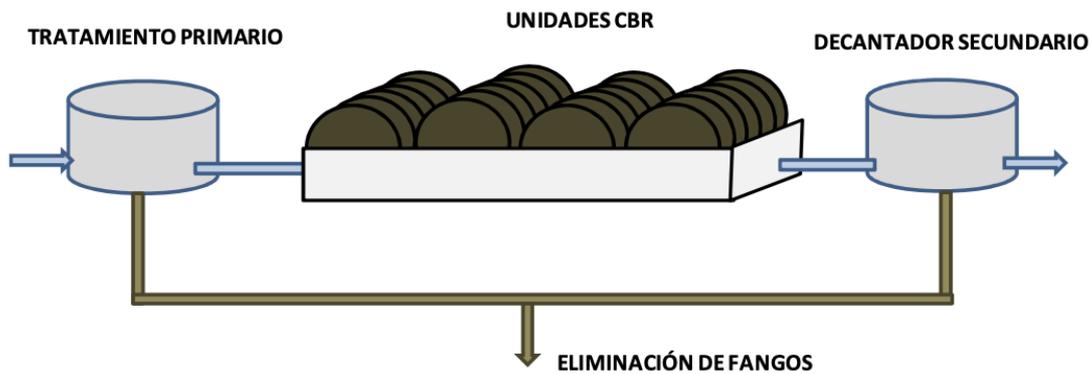


Figura 4. Esquema del tratamiento de aguas por CBR. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones

Normalmente los CBR se cubren para evitar posibles daños atmosféricos y evitar otras averías.

Alternativa 3. Lechos bacterianos (LB).

Los lechos bacterianos o filtros percoladores (figura 5) depuran las aguas residuales bajo procesos en condiciones aerobias y una población de microorganismos inmóviles. Este tratamiento consta de tres etapas, aunque no siempre es necesaria la última.

1. Reactor biológico. El agua atraviesa por gravedad un soporte constituido por piedras o materiales plásticos, con una elevada superficie específica, sobre la que se forma una biopelícula. El reactor o lecho bacteriano tiene sistemas de alimentación de agua (fija o móvil) y de ventilación (natural o forzada).
2. Decantador secundario. En se produce la clarificación del agua y se extraen los fangos.
3. Recirculación del agua clarificada al reactor.

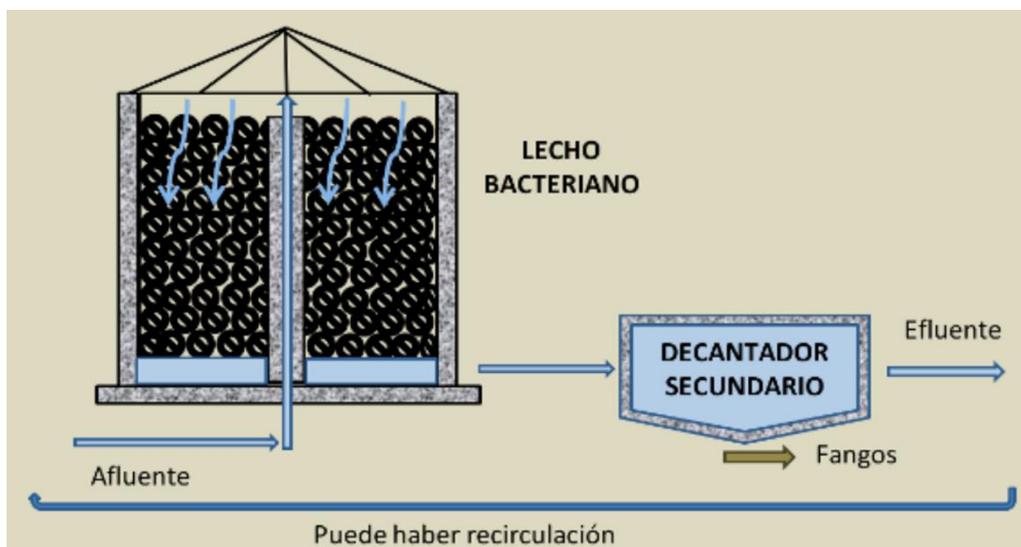


Figura 5. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante lechos bacterianos. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

Alternativa 4. Aireación prolongada (AP).

Es una variación del sistema de fangos activos llevado a cabo normalmente. La aireación prolongada (figura 6) es un proceso constituido por cuatro etapas:

1. Oxidación biológica. El agua entra en el reactor biológico donde se encuentran una serie de microorganismos agrupados en flóculos, dando lugar al licor mezcla. La degradación de materia orgánica se da en condiciones aeróbicas por lo que mediante equipos electromagnéticos se realiza la aireación dentro del tanque.
2. Decantación secundaria. A través de un decantador se consigue la separación de la parte sólida de la líquida.
3. Recirculación de fangos. Con el fin de conservar la concentración de microorganismo presentes en la parte sólida, los fangos se devuelven al reactor.
4. Extracción de los fangos en exceso. Debido a que la población microbiana está en continuo crecimiento, periódicamente se debe hacer una purga de fangos.

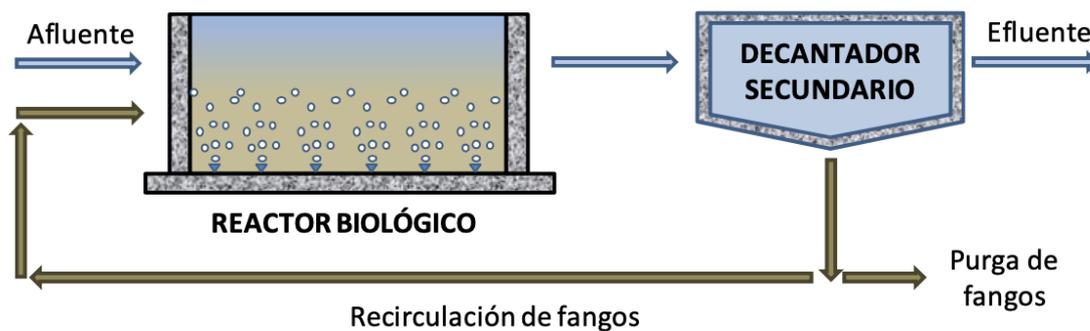


Figura 6. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante aireación prolongada. Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

Alternativa 5. Reactor biológico secuencial (SBR).

Este tratamiento supone una variación del tratamiento de aireación prolongada. En este caso hay un único reactor en el que se produce la degradación de contaminantes y la clarificación del agua en etapas separadas en el tiempo.

1. Llenado del reactor.
2. Se produce la degradación aerobia de la materia orgánica y alternando fases de anaerobiosis con fases de aerobiosis se eliminan los nutrientes contenidos en las aguas residuales.
3. La aireación se interrumpe y se dejan sedimentar los fangos.
4. El agua limpia se retira.
5. Fase inactiva.

En la figura nº7 se muestra el esquema del proceso.

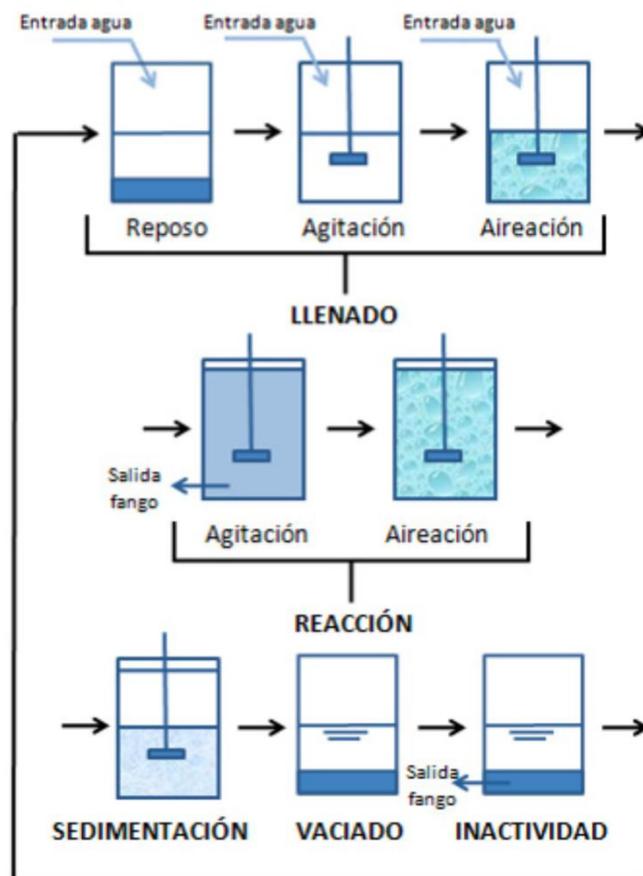


Figura 7. Esquema del tratamiento de aguas residuales mediante SBR.
Fuente: Guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

4. Análisis de alternativas

Para el análisis de alternativas de tratamientos posibles en la Canyada d'Amorós se han escogido una serie de criterios técnicos, ambientales y económicos en base a los propuestos en la guía práctica para la depuración de aguas residuales en pequeñas poblaciones.

A continuación, se va a realizar una evaluación del tratamiento más adecuado para la depuración de aguas en la Canyada d'Amorós.

Mediante un cuadro comparativo se valorarán de 1 a 5 (1 puntuación más baja y 5 puntuación más alta) las distintas opciones en base a los criterios seleccionados. Una vez obtenida la puntuación total, se elegirá aquella alternativa con mejor calificación.

En la tabla nº2 aparece con detalle la puntuación obtenida por cada alternativa en referencia a los criterios que aparecen en ella.

Tabla 2. Valoración de alternativas.

CRITERIOS		HS	CBR	LB	AP	SBR
Requerimiento de superficie		1	3	4	2	5
Capacidad de adaptación a variaciones estacionales de caudal		1	3	2	4	5
Capacidad de adaptación climatológica		1	2	3	4	5
Complejidad de operación y mantenimiento		5	3	4	1	2
Costes	Costes de implantación	3	2	1	4	5
	Costes de explotación y mantenimiento	1	5	4	2	3
Gestión de fangos	Cantidad de fangos generada	5	4	3	1	2
	Frecuencia de retirada de fangos	5	3	4	1	2
Impacto ambiental	Potencial para generar malos olores	1	2	3	4	5
	Potencial para generar ruidos	5	4	3	1	2
	Grado de integración paisajística	5	2	1	3	4
TOTAL		33	33	32	27	40

Tras realizar el análisis comparativo de los diferentes posibles tratamientos se opta por la instalación de un reactor biológico secuencial.

La característica más importante del tratamiento SBR es la alta capacidad de adaptación a la variación de caudales en el tiempo, ya que como se ha detallado en el anterior anejo, en la Canyada d'Amorós, existe una gran diferencia entre la población equivalente en temporada alta y en temporada baja. Otra característica positiva es el bajo requerimiento en superficie para llevar a cabo su instalación. Por otra parte, requiere de la gestión de residuos periódica y la necesidad de personal cualificado para el mantenimiento de la depuradora, así como atención continuada.

ANEJO 4:

PROCESO DE DEPURACIÓN

Índice

1. Objeto.....	3
2. Descripción del proceso de depuración	3
2.1 Línea de aguas.....	3
2.2 Línea de fangos	3
2. Diseño del proceso de depuración	3

Índice de tablas

Tabla 1. Ficha técnica tornillo rotativo vertical. Fuente: Remosa.	4
Tabla 2. Ficha técnica SBR. Fuente: Remosa.....	8

Índice de figuras

Figura 1. Tamiz tornillo rotativo. Fuente: In-eko team.....	4
Figura 2. Fase de llenado. Fuente: Graf.	6
Figura 3. Fase de reacción. Fuente: Graf.	6
Figura 4. Fase de decantación. Fuente: Graf.....	7
Figura 5. Fase de vaciado. Fuente: Graf.	7
Figura 6. Diagrama del tratamiento de aguas en Lacnyada d'Amorós. Fuente: Propia.....	8

1. Objeto

El objeto del presente anejo es describir el proceso de depuración de las aguas residuales producidas en la urbanización La Canyada d'Amorós para su posterior vertido a DPH.

A continuación, se describe de manera general el proceso del tratamiento de aguas residuales.

2. Descripción del proceso de depuración

A continuación, se describe de manera general el proceso del tratamiento de aguas residuales.

2.1 Línea de aguas

La depuración física

Es el conjunto de operaciones unitarias cuyo objetivo principal es eliminar los sólidos en suspensión (SS) contenidos en las aguas residuales producidas por una población. Se basa en un conjunto de operaciones físicas y mecánicas con las que se logra proteger los elementos situados aguas abajo.

El agua residual atraviesa primero unas rejillas gruesas con el objetivo de eliminar los cuerpos flotantes más grandes y posteriormente, unos tamices para eliminar las partículas más discretas.

La depuración biológica

Son las operaciones que tienen como finalidad la eliminación biológica de nutrientes y materia orgánica carbonosa. Son las responsables tanto de la nitrificación como desnitrificación del agua residual. Pueden ser tratamientos aerobios, anaerobios, facultativos y anóxicos.

En otras palabras, es el conjunto de procesos de naturaleza biológica, cuyo principal objetivo es la eliminación de la materia orgánica disuelta (DBO₅ y DQO), así como el exceso de nutrientes presentes en el agua residual como el nitrógeno y fósforo, mediante la actividad de microorganismos. Consiste de dos procesos, siendo el primero un tratamiento biológico en un reactor biológico y el segundo una decantación.

El proceso de sedimentación tiene el objetivo de clarificar el agua y formar una masa de lodos para posteriormente trasladarla a la línea de fangos y tratarla.

Desinfección

El tratamiento terciario puede ser de tipo físico, químico y biológico y solo se aplica en aquellas aguas cuyo vertido se realiza en zonas con requisitos más exigentes. Consiste de distintas operaciones: floculación, filtración, eliminación de N y P y desinfección.

2.2 Línea de fangos

La línea de fangos se compone por distintas fases. Primero se realiza la concentración de fangos para eliminar la mayor cantidad de agua contenida en ellos. Posteriormente se realiza su estabilización, bien mediante su digestión aeróbica o bien a través de una digestión anaeróbica y su posterior estabilización química. A esta fase le sigue el acondicionamiento de los fangos y su deshidratación y secado. El proceso siguiente es el de su incineración y compostaje. Por último, los fangos ya estabilizados y compostados pueden utilizarse entre otras cosas como abono para terreno agrícola.

2. Diseño del proceso de depuración

En base a las características de carga y caudales de las aguas residuales producidas en la Canyada d'Amorós, la solución adoptada, como ya se ha descrito en el anterior anejo, es la instalación de un reactor biológico secuencial.

Para proteger el SBR y evitar posibles averías y daños, aguas arriba se instalará una unidad de desbaste para llevar a cabo la depuración física y eliminar la mayor cantidad posible de sólidos. Como se ha comprobado en el anejo 2, la carga contaminante producida en el núcleo urbano es muy baja y por tanto se podrá prescindir del desarenador y desengrasador.

El agua llegará a la estación depuradora a través de un colector por gravedad, procedente de la red de saneamiento de tipo separativo. La tubería tendrá un diámetro interior de 160mm con el fin de evitar posibles obstrucciones debidas al contenido en sólidos que puedan arrastrar las aguas. El material elegido es policloruro de vinilo (PVC) y tendrá una longitud de 6m. Dicha tubería llegará hasta el punto de entronque con la depuradora, donde se conectará a otra tubería de PVC y longitud 18,5cm. La reducción de la tubería se debe al diámetro nominal de la boca de entrada del desbaste.

Previamente al desbaste se medirá en caudal utilizando un caudalímetro magnético, que supondrá un mayor control de EDAR. El caudalímetro tendrá un diámetro nominal de 160mm.

Al mismo tiempo, en la entrada al desbaste se ha proyectado un bypass general de la planta para poder verter el agua al medio natural en caso de que exista algún tipo de avería u obstrucción en el proceso depurador.

La unidad de desbaste se situará a una cota más baja que la del colector de entrada, para evitar en todo momento la necesidad de bombear el agua residual. El pretratamiento consistirá de un tamiz tornillo rotativo de funcionamiento automático que elevará los sólidos contenidos en las aguas residuales por medio de un sinfín, como se muestra en la siguiente figura, y se depositarán en un cubo de recogida.

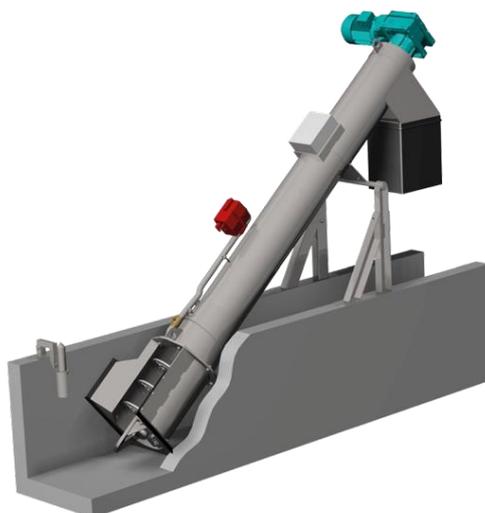


Figura 1. Tamiz tornillo rotativo. Fuente: In-eko team.

El tornillo rotativo vertical elegido deberá con las siguientes características:

Tabla 1. Ficha técnica tornillo rotativo vertical. Fuente: Remosa.

HE	<200
Luz de paso (mm)	5
Altura (mm)	1,655
Inclinación del tornillo	70°
Descarga Ø (mm)	154
Dimensiones depósito (mm)	1,315x855x580

Los sólidos retenidos serán mayores a 5mm, lo que supone una alta eficiencia en la eliminación de sólidos, permitiendo la extracción de aquellos superiores a este tamaño a través de la boca de descarga.

El contenedor contará con una superficie drenante para que los sólidos extraídos se escurran, el agua canalice a través de ella y se produzca una recirculación del agua al tratamiento.

Los residuos que se generen durante la operación de desbaste se depositarán en contenedores situados la misma parcela en la que se encuentra la planta.

Como se observa en la tabla 1, la superficie ocupada por la unidad de desbaste será muy baja y su impacto paisajístico es mínimo ya que el depósito irá encastrado en el suelo. Las tuberías de conexión al exterior de depósito también estarán enterradas y únicamente quedará a la vista el tornillo y la rejilla drenante.

Una vez pretratada el agua, pasará al reactor biológico. Se considerará que la boca de salida del depósito tendrá un diámetro de 160mm, desde el cual saldrá una tubería de PVC con una de 3m, que se conectará a la tubería de entrada del reactor biológico con diámetro nominal 200mm y 27,5cm de longitud, material PVC.

El reactor biológico se encontrará a una cota más baja que la salida de agua del tamiz para conducir las aguas por gravedad.

Se realizará un tratamiento biológico instalando un reactor biológico secuencial (SBR).

Un SBR es un dispositivo que sigue un proceso de llenado y vaciado alternado. Todas las etapas del proceso de fangos activados se llevan a cabo en un reactor de mezcla completa.

El líquido de mezcla permanece en el interior del reactor durante todas las secuencias, por lo que se puede omitir la instalación de un decantador secundario ya que no hay recirculación de fangos.

Además, este proceso permite la eliminación de nitrógeno y fósforo, por lo que no es necesaria la aplicación de un tratamiento avanzado de desinfección de aguas residuales.

El SBR se divide en dos compartimentos: el tanque de homogenización que actúa como decantador primario y el reactor biológico, en el que se desarrolla la secuencia de fases de depuración. Como se ha comentado ya, la secuencia se basa en ciclos de llenado y vaciado en los que intervienen procesos de aireación, sedimentación y clarificación. Dicha secuencia de fases se produce en un periodo concreto de tiempo, que puede variar según el objetivo del tratamiento.

En el SBR se llevan a cabo 4 etapas distintas: llenado, reacción, decantación y vaciado.

1. Llenado.

El agua residual entrará en la primera cámara por gravedad a través de una tubería de 110mm de diámetro y material PVC, hasta que alcanzará un límite máximo de volumen. A continuación, adquirirá la función de decantador primario homogenizador, que permitirá la decantación de los sólidos que no se hallan podido eliminar durante el proceso de pretratamientos, es decir, aquellos cuyo tamaño sea menor de 0,5mm.

Teniendo en cuenta el volumen de agua producido en la temporada más desfavorable, el tiempo de llenado será aproximadamente de 18 horas, tiempo suficiente para que mientras tanto depositen los sólidos en el fondo del tanque.

Una vez realizado este proceso, el agua pasará de un compartimento al otro para poder continuar con las siguientes fases del tratamiento (figura 1).

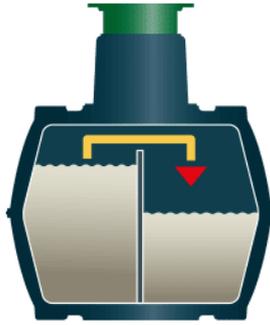


Figura 2. Fase de llenado. Fuente: Graf.

2. Reacción.

El agua residual de la superficie del tanque de homogenización pasará al reactor biológico a través de un sistema de bombeo ya incorporado en él. La bomba será capaz de aspirar $5\text{m}^3/\text{h}$, utilizando una potencia de $2,2\text{kW}$. Una vez la segunda cámara esté llena se activarán los difusores de aire (figura 2) dando lugar a condiciones aeróbicas, que se combinarán con periodos anaerobios con la finalidad de conseguir la eliminación de la materia orgánica y los nutrientes contenidos en el agua. Esta fase combinará fases aerobias y anaerobias para conseguir eliminar la materia orgánica y nutrientes que contenga el agua.

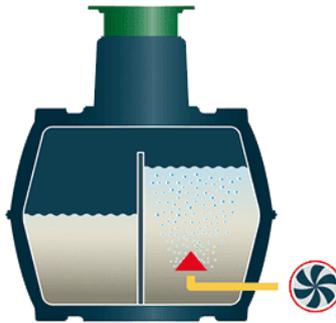


Figura 3. Fase de reacción. Fuente: Graf.

La duración necesaria para completar esta fase depende del tiempo de aireación y del tiempo que pueden llegar a tardar los microorganismos en biodegradar la materia, está previsto que esta fase dure aproximadamente 15 horas.

3. Decantación.

Una vez se ha conseguido la degradación de la materia orgánica contenida en las aguas residuales, el sistema de aireación y agitación se desactivará para conseguir que entre en reposo y por tanto que sedimenten por gravedad los fangos que se hayan podido generar y el agua clarificada quede en la parte superior de la cámara (figura 3).

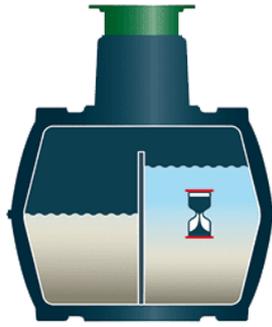


Figura 4. Fase de decantación. Fuente: Graf.

Para alcanzar la reducción total de materia orgánica y sólidos en suspensión se tendrá el agua residual en reposo al menos 3h.

4. Vaciado

Por último, tras la acumulación de los fangos en el fondo del reactor, se retirará el agua ya tratada por bombeo, tendrá las mismas características que la bomba de llenado del compartimento n° 2 (figura 4).

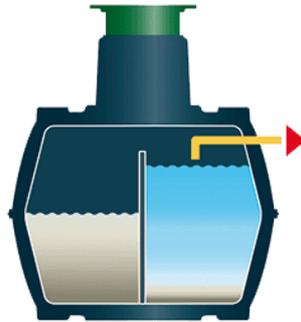


Figura 5. Fase de vaciado. Fuente: Graf.

La eliminación de la materia orgánica presente en el agua residual se lleva a cabo por la intervención de microorganismos, mayormente bacterias, que son capaces de transformar la materia orgánica carbonosa en diferentes gases y otras partículas que tienden a sedimentar.

Los microorganismos se encargan de eliminar la materia carbonosa, nitrógeno y fósforo a partir de la transformación de materia orgánica biodegradable en fracción soluble (materia orgánica rápidamente degradada) y fracción particulada (degradación lenta). Los microorganismos llevan a cabo esta degradación para captar la materia orgánica de manera más sencilla.

La degradación de materia varía según las condiciones en las que se encuentre el interior del reactor. Con la presencia de oxígeno, los microorganismos metabolizan los compuestos orgánicos complejos hasta llegar a simples; esta biodegradación es muy rápida. Por otra parte, cuando hay ausencia de oxígeno, las bacterias hidrolizan y fermentan los compuestos orgánicos complejos formándose ácidos simples, que posteriormente se transforman en CH_4 y CO_2 .

El reactor biológico secuencial elegido cuenta con las siguientes características:

Tabla 2. Ficha técnica SBR. Fuente: Remosa.

HE	200
Caudal (m ³ /día)	30
Diámetro (mm)	3000
Longitud (mm)	9450
Altura de entrada (mm)	2780
Altura de salida (mm)	2730
Altura máxima	3137
Tuberías Ø (mm)	200

Es importante aclarar que los tiempos de retención hidráulica que se han indicado hasta ahora durante el proceso de depuración son aquellos correspondientes a los de temporada alta. Al instalar una única unidad de depuración, en los periodos de temporada baja, la duración de las etapas será mayor ya que el caudal de aguas residuales a tratar será menos y por tanto la velocidad de llenado también lo será.

Como ya se ha citado en el anterior anejo, la instalación de un reactor secuencial discontinuo cuenta con la ventaja de que puede adaptarse a variaciones en las cargas hidráulicas y orgánicas de las aguas residuales. Gracias a esto, con la instalación de un único tanque será suficiente. Además, debido a que todas las operaciones necesarias para llevar a cabo el tratamiento se dan en un mismo dispositivo, se requiere menor espacio de instalación y menor mantenimiento de equipos y atención del operario que el resto de sistemas de depuración, aunque sí que necesita de personal cualificado.

Para su instalación se propone construir una losa de hormigón armado, plana y perfectamente nivelada sin cantos cortantes. A continuación, se introducirá el depósito en el foso y se rellenará con hormigón pobre hasta cubrir un tercio. Por último, se rellenará el foso con gravilla fina hasta alcanzar el nivel del terreno. Es importante que la arqueta de registro de la boca de hombre no transmita ningún tipo de carga capaz de dañar el equipo, por lo que máximo distará del nivel del terreno 0,5m.

El SBR, además contará en su entrada con una tubería de extracción de gases cuyo diámetro será de 200mm.

La boca de salida del reactor es de 200mm de diámetro, a la que irá conectada una tubería de PVC, de 18m de longitud. Dicha tubería canalizará el agua tratada hasta una balsa de riego donde se almacenará el agua clarificada.

A continuación, se muestra un diagrama de flujo de la línea de aguas de la EDAR de la Canyada d'Amorós.

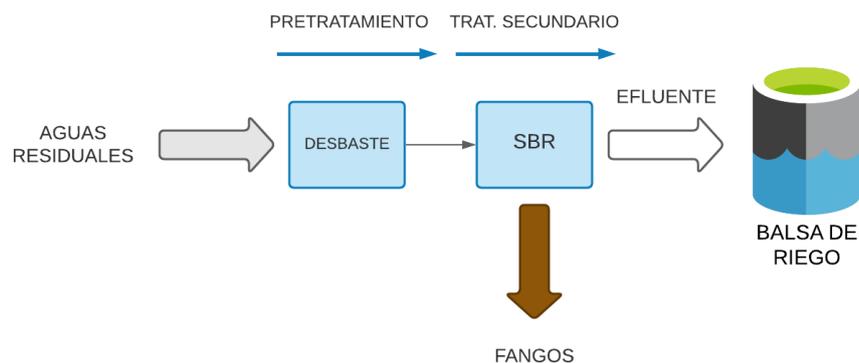


Figura 6. Diagrama del tratamiento de aguas en Lacnyada d'Amorós. Fuente: Propia.

Tras consultar la información de varias empresas, la balsa de riego permitirá la acumulación de 100m³ de agua aproximadamente. Su diámetro será de 5,50m y tendrá una altura de 4,20m. El depósito será metálico en chapa de acero galvanizada y el suelo de lámina impermeabilizante. De esta manera se podrá acumular el agua producida durante tres días durante la temporada alta.

La extracción de fangos tanto del decantador como del reactor se realizará cada 6-12 meses, evitando los meses más cálidos y fríos, mediante un camión cisterna. Se transportarán hasta la EDAR más cercana y que además esté dotada de una línea de fangos con la capacidad de tratarlos. En este caso se considera la depuradora mancomunada de la Poble de Vallbona.

Debido a que ambos equipos de depuración son automáticos, se instalará un cuadro eléctrico en el interior de una caseta armario prefabricada con puerta. Las medidas del exterior son 80x50x27cm. Además, se colocará una caseta prefabricada de 6x2,40x2,50m que servirá como oficina y dispondrá de baños para los operarios.

ANEJO 5:

PREDIMENSIONADO DE LA DEPURADORA

Índice

1. Objeto.....	3
2. Predimensionado de la depuradura.....	3
2.1. Pretratamiento	3
2.2. Tratamiento secundario	3
2.2.1. Cámara 1 - Decantador primario	3
2.2.2. Cámara 2 – Reactor biológico	4
2.2.3. Cámara 2 - Aireación	5
2.2.4. Cámara 1 - Clarificación	6
2.2.4. Cámara 1 - Vaciado.....	6
3. Gestión del funcionamiento de la depuradura.....	6

Índice

Tabla 1. Caudal medio diario y concentración media diaria de DBO ₅ . Fuente: Propia.	3
Tabla 2. Parámetros recomendados para el diseño de un SBR. Fuente: Metcalf & Eddy, 1995. .	5
Tabla 3. Tabla resumen de tiempos de retención hidráulica según escenario. Fuente: Propia.	6
Tabla 4. Tiempos de retención hidráulica en temporada baja y fines de semana. Fuente: Propia.	6

1. Objeto

El objetivo de este anejo es justificar mediante los cálculos oportunos el dimensionado de los distintos elementos que forman la estación depuradora en la Canyada d'Amorós.

2. Predimensionado de la depuradora

Para ello se han considerado ciertos valores de diseño obtenidos de bibliografía específica, normativa y recomendaciones establecidas en la Directiva Comunitaria 91/271/CEE.

Para poder llevar a cabo el cálculo del predimensionado se han de tener en cuenta los cálculos realizados en el anejo nº2.

Tabla 1. Caudal medio diario y concentración media diaria de DBO₅. Fuente: Propia.

	Caudal punta (m ³ /día)	Concentración media DBO ₅ (g/día)
Temporada alta	42,50	10625
Temporada baja	13,60	3400
Fines de semana y festivos	22,60	5650

2.1. Pretratamiento

Debido a la variedad tan amplia de tamices y habiendo consultado el catálogo de distintas empresas se recomienda instalar un tamiz rotativo vertical con una luz de paso de 5mm y una anchura de 1,32m. El ancho del tamiz, limitará el ancho del canal en que irá instalado el equipo y por tanto la zanja que se deberá realizar por la que circulará el agua desde la red de saneamiento hasta la entrada de la EDAR.

Tras obtener información de varias empresas, se optará por colocar un depósito en cuyo interior se encuentre el tamiz. Se prevé que la reja que cubre el depósito se sitúe a la cota de la rasante y ocupe una profundidad de 0,58m.

2.2. Tratamiento secundario

El diseño del SBR se realizará considerando las situaciones más desfavorables, ya que como se ha comentado en otros anejos, tiene una alta capacidad para adaptarse a variaciones de caudal significantes. Aun así, a continuación, se detallarán las necesidades de tiempo de retención hidráulica para cada una de las fases en las distintas situaciones que se pueden dar a lo largo del año.

2.2.1. Cámara 1 - Decantador primario

Para realizar el predimensionado del SBR se considerará la primera cámara como un decantador primario.

Tras consultar distintos catálogos, se estimará que el primer compartimento tendrá las siguientes dimensiones: 3m de diámetro y 4,5m de lado. La cámara tendrá forma cilíndrica, por lo que tendrá una capacidad de 31,2m³.

El llenado del tanque se realizará por gravedad a través de una tubería de PVC con un diámetro interior de 200mm.

Por la tubería de entrada circulará un caudal de 1,77m³/h, por lo que el tanque tardará alrededor de 18h en llenarse.

Al mismo tiempo que el depósito se irá llenando, los sólidos que no se han eliminado en la operación de desbaste (tamaño <5mm) decantarán en el fondo del tanque.

El dimensionado de los tanques de sedimentación suele hacerse en función de la carga de superficie (CS), expresada en $m^3/m^2 \cdot día$. A partir de sus unidades se puede deducir que es equivalente a la velocidad de sedimentación.

Es importante que la carga de superficie sea lo suficientemente reducida para asegurar el rendimiento del equipo en las condiciones más desfavorables.

Sabiendo que CS es igual al caudal de entrada (Q) partido la superficie de sedimentación (S):

$$CS = \frac{Q}{S}$$

Para el cálculo de la superficie de sedimentación se ha considerado la forma de un rectángulo. Por tanto:

$$CS = \frac{42,5/24}{3 \cdot 4,5} = 0,13 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$$

Se ha obtenido un valor de CS muy bajo respecto a los valores habituales de un decantador primario, lo que significa que el rendimiento de decantación de la primera cámara será elevado.

Una vez hayan decantando los sólidos en el decantador primario, se transferirá el agua al segundo compartimento accionando una bomba, proporcionada por el fabricante del equipo, de caudal $5m^3/h$ que requerirá una potencia de 2,2kW.

2.2.2. Cámara 2 – Reactor biológico

Para hallar el tiempo de llenado será necesario conocer el volumen de la segunda cámara. De nuevo se han consultado varios catálogos y se considerarán las siguientes dimensiones: 3m de diámetro y 5m de lado, una vez más tendrá forma cilíndrica. Su volumen total será $35,40m^3$.

Hallando la relación entre el volumen del reactor y el caudal de entrada, es decir, el aportado por la bomba, se obtiene que el tiempo de llenado será de 10 horas.

Este valor corresponde con el tiempo de llenado requerido la primera vez que ponga en funcionamiento el tanque ya que aún no habrá deposición de lodos.

Para conocer el tiempo real de llenado se ha de calcular el purgado de fangos, es decir, el espacio que ocupan y reducen el volumen de llenado.

Para la estimación del volumen de fangos se aplica la siguiente fórmula, consultada en bibliografía (Metcalf & Eddy, 1995)

$$F(V_T) = SSLM(mg/l) \cdot \frac{SVI}{10^6} (ml/g)$$

Donde:

$F(V_T)$: Fracción del SBR ocupada por los sólidos decantados

SSLM: Sólidos en suspensión del licor mezcla

SVI: Volumen que ocupan los fangos

Los valores de SSLM y SVI vienen fijados a partir de un rango recomendado en la bibliografía (Metcalf & Eddy, 1995).

$$F(V_T) = 2000 \cdot \frac{150}{10^6} = 0,39 \approx 0,4$$

Se obtiene que los lodos ocuparán un 40% del total del reactor biológico, por tanto, el volumen ocupado por el agua será 21,20m³ y el nuevo tiempo de llenado serán aproximadamente de 4,20 horas.

2.2.3. Cámara 2 - Aireación

Considerando la información recomendada en la bibliografía (Metcalf Eddy, 1995), se tendrán en cuenta los siguientes parámetros de diseño para los procesos de fangos activados para un reactor de flujo discontinuo secuencial (tabla 2). A partir de ellos se realizarán los siguientes cálculos para determinar el tiempo de retención hidráulica (θ) necesario para que se produzca la fase de reacción y los microorganismos degraden la materia orgánica contenida en el agua.

Tabla 2. Parámetros recomendados para el diseño de un SBR. Fuente: Metcalf & Eddy, 1995.

F/M	Cv	SSLM	V/Q
0,05-0,30	0,08-0,24	1500-5000	12-50

Donde:

F/M: kg DOB₅ aplicada/kg SSVLM·d, expresado en d⁻¹

Carga volúmica (Cv): kg de DBO₅ aplicada/m³·d

V/Q: Tiempo de retención hidráulica, expresado en horas

Para el análisis de carga del reactor se utilizará el parámetro empírico de la relación alimento/microorganismos (F/M). Para otros tipos de tratamientos se aplicaría también el tiempo medio de retención celular.

La relación alimento/microorganismos se define como:

$$F/M = \frac{S_0}{\theta \cdot X}$$

Donde:

S₀: Concentración de DBO o DQO en afluente (kg/m³)

θ : Tiempo de retención hidráulica del tanque de aireación (días)

X: Concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación (kg/m³)

A partir de esta fórmula se determinará el tiempo de retención hidráulica en el tanque de aireación.

Para F/M se tomará un valor intermedio, 0,2d⁻¹.

Conociendo la cantidad de DBO₅ producida por la población en un día y el caudal), calculados en el anejo n°2 se puede obtener el valor de S₀:

$$S_0 = \frac{10625/1000}{42,5} = 0,25kg/m^3$$

El valor considerado para la concentración de sólidos suspendidos volátiles en el tanque de aireación será 2,6kg/m³.

Por tanto, despejando el término θ , se obtiene:

$$\theta = \frac{V}{Q} = \frac{0,25}{0,2 \cdot 2,6} = 0,48 \text{ días} = 11,5 \text{ horas}$$

La cantidad de microorganismos contenidos en el reactor será:

$$\text{Microorganismos} = V_r \cdot SSLM$$

$$\text{Microorganismos} = 35,40 \cdot 2,6 = 92,04\text{kg}$$

2.2.4. Cámara 1 - Clarificación

Una vez, se haya biodegradado la mayor parte de la materia orgánica, el tanque entrará en fase de reposo para que los sólidos suspendidos puedan decantar.

La decantación se producirá en 3 horas aproximadamente, ya que los sólidos en suspensión se habrán reducido un 94% y será tiempo suficiente.

2.2.4. Cámara 1 - Vaciado

A continuación, se determinará el tiempo necesario para llevar a cabo la fase de vaciado de la segunda cámara.

El sistema de bombeo utilizado es el de una bomba sumergible que trabajará a con una potencia de 2,2kW y un caudal de 5m³/h.

Sabiendo que en el segundo compartimento se producirá la clarificación de 21,2m³ aproximadamente, el tiempo de extracción será igual 4,2 horas.

3. Gestión del funcionamiento de la depuradora

Para obtener los tiempos de retención hidráulicos para el resto de situaciones se realizarán las mismas operaciones. El único valor que variará de un escenario a otro será el tiempo de llenado del primer compartimento ya que los caudales de entrada son distintos para cada uno de ellos.

En la siguiente tabla aparecen los tiempos de retención de cada secuencia para los diferentes periodos a lo largo del año.

Tabla 3. Tabla resumen de tiempos de retención hidráulica según escenario. Fuente: Propia.

	Temporada alta	Temporada baja	Fines de semana y festivos
Tiempo de llenado (horas)	17,61	55,71	33,13
Tiempo de llenado 2 (horas)	4,20	4,20	4,20
Tiempo de aireación (horas)	11,50	11,50	11,50
Tiempo de clarificación (horas)	3,00	3,00	3,00
Tiempo de vaciado (horas)	4,20	4,20	4,20

Debido a que la dificultad de programar un horario para la temporada baja y los fines de semana ya que ambos horarios se solapan, se calculará la media ponderada de los caudales y cargas contaminantes, considerando que la temporada baja es un periodo que dura 5 días y los fines de semana y festivos 2. De esta manera, obtenemos que el nuevo horario de funcionamiento durante la temporada baja y fines de semana es:

Tabla 4. Tiempos de retención hidráulica en temporada baja y fines de semana. Fuente: Propia.

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

El tiempo de llenado del segundo compartimento se hará coincidir con las horas de madrugada para evitar que coincida con el llenado de la primera cámara y así evitar la contaminación de aguas. A continuación, se muestra un gráfico en función de las horas del día en las que trabajará la depuradora en el periodo más desfavorable.



Figura 1. Gráfico de funcionamiento de la EDAR en función de las horas en temporada alta. Fuente: Propia.

Donde:



Para el periodo de temporada baja y fines de semana el accionamiento de la bomba de llenado de la cámara 2 se apagará a las 7. Es posible que se produzca un porcentaje mínimo de contaminación del agua, pero no será relevante debido a que a esas horas el caudal de entrada suele coincidir con el caudal mínimo. A continuación, se muestra un gráfico en función de las horas del día en las que trabajará la depuradora durante este periodo.



Figura 2. Gráfico de funcionamiento de la EDAR en función de las horas en temporada baja y fines de semana. Fuente: Propia.

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°3: PLANOS

Autor: Penélope Castillo Sancho

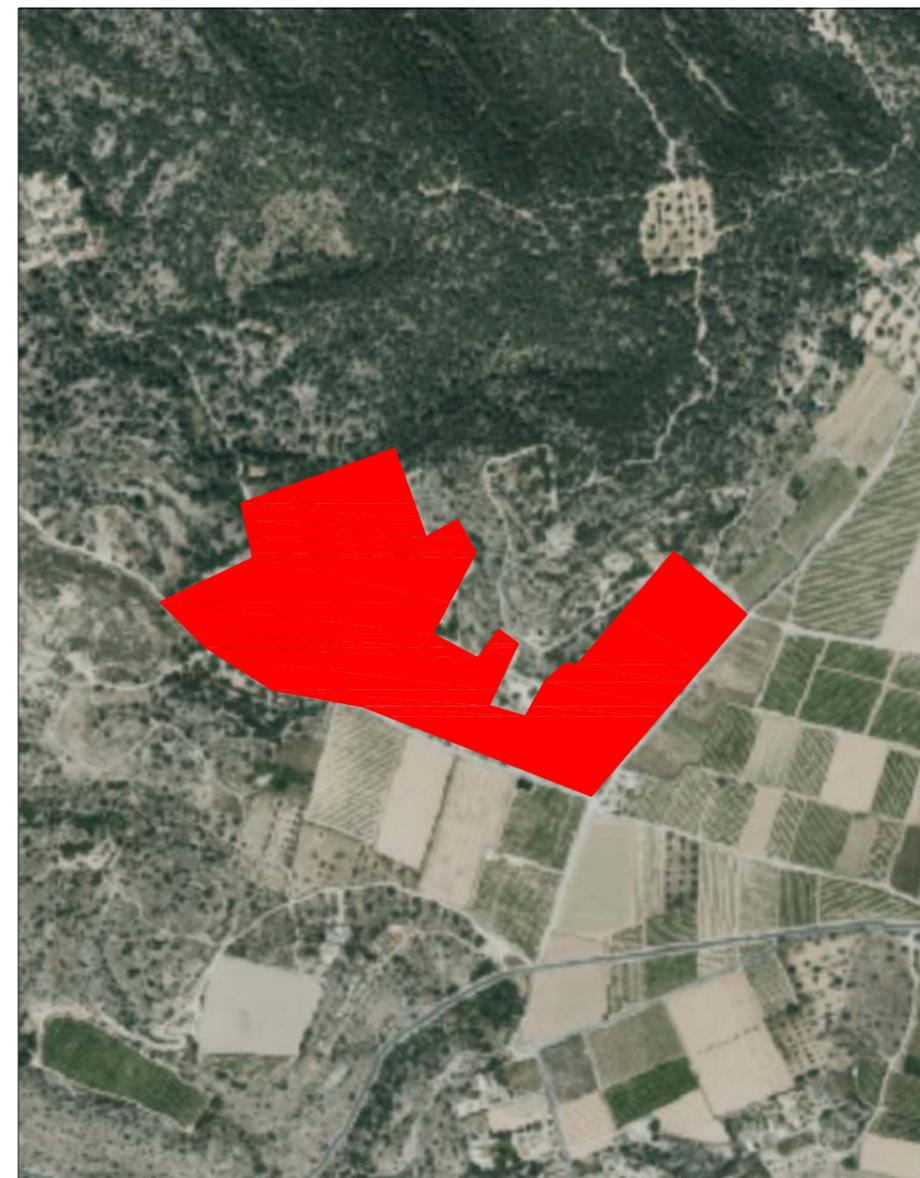
Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Curso académico: 2019/2020

Valencia, noviembre de 2020

Índice

- I. Plano 1: Situación
- II. Plano 2: Emplazamiento
- III. Plano 3: Planta



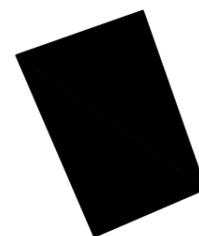
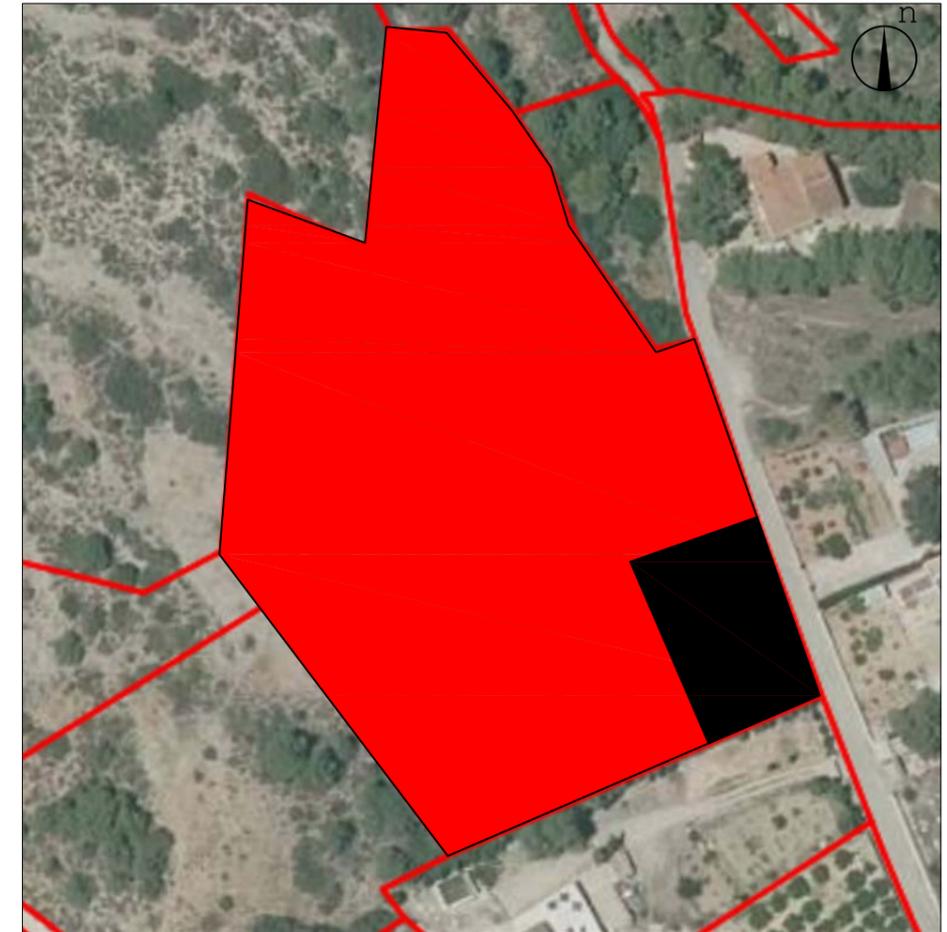
**PROPUESTA DE INSTALACIÓN
DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
DOMÉSTICAS PARA NÚCLEO DISEMINADO
EN EL TÉRMINO MUNICIPAL DE BENAGUASIL**

**LA CANYADA DE AMORÓS
Benaguasil (Valencia)**

Plano de: Situación
Plano nº: 01
Escala: s/n
Fecha: noviembre 2020

**Castillo Sancho
Penélope**





**ESTACIÓN DEPURADORA
DE AGUAS RESIDUALES**

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

**LA CANYADA DE AMORÓS
Benaguasil (Valencia)**

Plano de: Emplazamiento

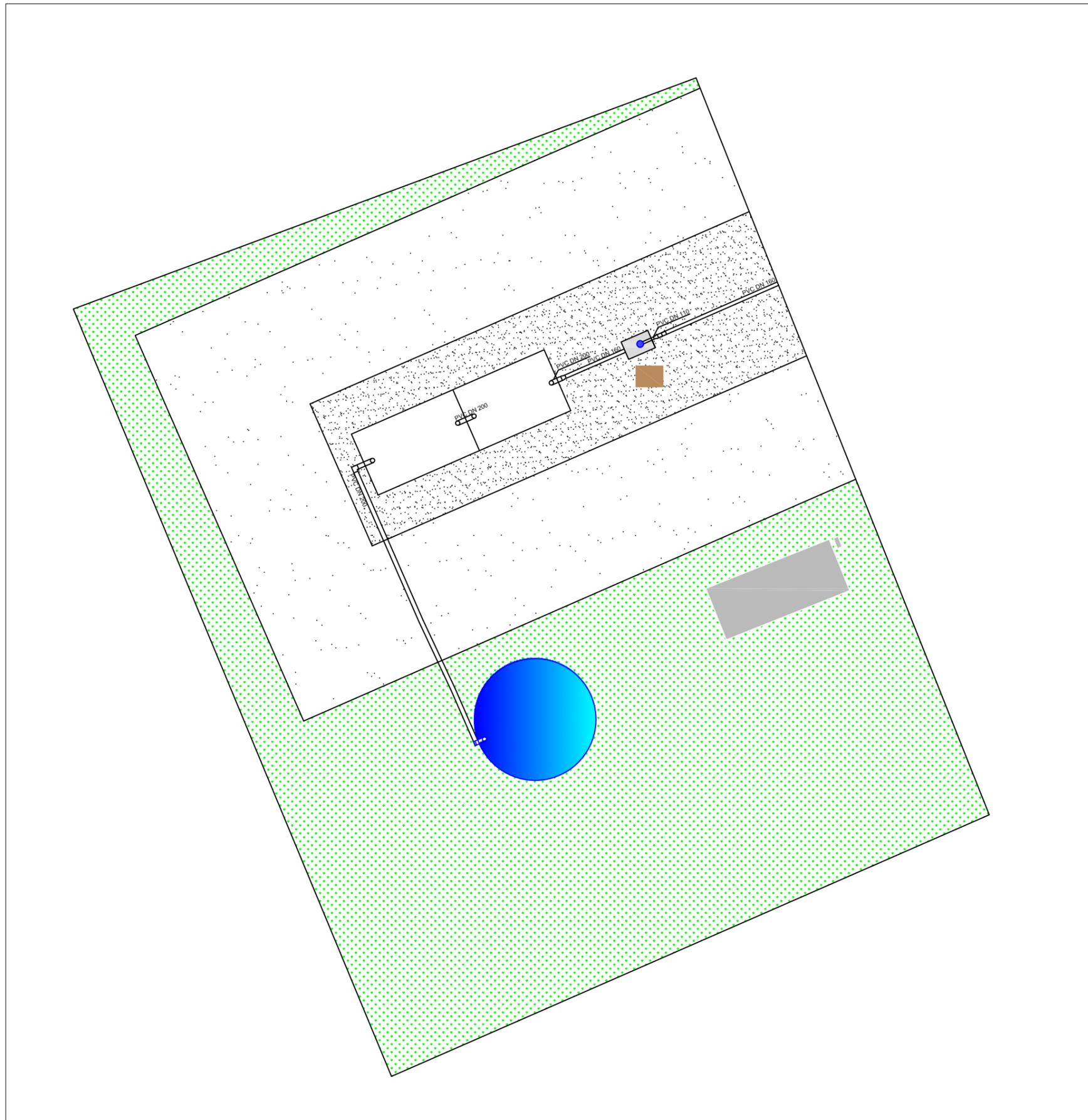
Plano nº: 02

Escala: s/n

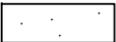
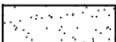
Fecha: noviembre 2020

**Castillo Sancho
Penélope**





LEYENDA

-  CAMINO
-  ZONA GRAVA PROTECCIÓN EQUIPOS ENTERRADOS
-  ZONA VERDE
-  BALSA DE RIEGO
-  CONTENEDOR RESIDUOS SÓLIDOS
-  CASETA PREFABRICADA Y CUADRO ELÉCTRICO
-  TAMIZ TORNIILLO

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

**LA CANYADA DE AMORÓS
Benaguasil (Valencia)**

Plano de: Perfil y línea piezométrica

Plano nº: 04

Escala: 1/200

Fecha: noviembre 2020

**Castillo Sancho
Penélope**



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°4: PRESUPUESTO

Autor: Penélope Castillo Sancho

Tutor: Andrés Ferrer Gisbert

Curso académico: 2019/2020

Valencia, noviembre de 2020

PRESUPUESTO

1. Cuadro de precios unitarios. Mano de obra, materiales.
2. Cuadro de precios N°1. En letra.
3. Cuadro de precios N°2. Mano de obra, materiales, maquinaria, restos de obra, costes indirectos.
4. Cuadro con medición detallada. Por capítulos.
5. Resumen de presupuesto.

Cuadro de mano de obra

Página 1

Num. Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas	Total
1 0010B200	Oficial 1ª Electricista	11,440	0,450 h.	5,15
2 0010A020	Capataz	10,840	36,935 h.	405,45
3 0010A030	Oficial primera	10,710	8,000 h.	85,68
4 0010B025	Oficial 1ª Gruista	10,710	1,000 h.	10,71
5 0010B220	Ayudante-Electricista	10,560	0,450 h.	4,75
6 0010A070	Peón ordinario	10,240	58,642 h.	597,07
			Total mano de obra:	1.108,81

Cuadro de materiales

Página 1

Num. Código	Denominación del material	Precio	Cantidad	Total
1 CHH200	Codo H-H PVC DN 200	54,900	9,000 1	494,10
2 P15DB060	Módul.conta.2 cont.trifa.+reloj	53,950	1,000 ud	53,95
3 MRM-H200	Manguito reductor M-H PVC DN 200 a DN 160	16,860	1,000	16,86
4 MRM-H160	Mnaguito reductor M-H PVC de DN 160 a DN 110	8,760	1,000 1	8,76
5 P01AA030	Arena de río 0/5 mm.	7,090	118,000 t.	836,62
6 P01DW090	Pequeño material	0,710	1,000 ud	0,71
			Total materiales:	1.411,00

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1	1 TUBERÍA DN 160	39,15	TREINTA Y NUEVE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
2	1 TUBERÍA DN 110	8,63	OCHO EUROS CON SESENTA Y TRES CÉNTIMOS
3	1 TUBERÍA DN 200	58,77	CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
4	1 CODO H-H 200	169,64	CIENTO SESENTA Y NUEVE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5	1 MANGUITO REDUCTOR M-H DN 160	9,02	NUEVE EUROS CON DOS CÉNTIMOS
6	1 MANGUITO REDUCTOR M-H DN 200	17,37	DIECISIETE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS
7	ud Talado de árboles de diámetro 30/50 cm., troceado y apilado de los mismos en las zonas indicadas, incluso carga y transporte a vertedero de ramas y el resto de los productos resultantes.	29,57	VEINTINUEVE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS
8	m3 Desmante en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	1,58	UN EURO CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
9	m3 Terraplén de coronación en ensanches con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, totalmente terminado.	2,32	DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS
10	m3 Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.	1,93	UN EURO CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
11	m3 Relleno localizado en zanjas con productos seleccionados procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	2,75	DOS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS
12	m3 Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.	9,53	NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS
13	ud Módulo para dos contadores trifásicos más reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores concentrados.	66,50	SESENTA Y SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
14	1 CONTENEDOR DE RESIDUOS SÓLIDOS	260,54	DOSCIENTOS SESENTA EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
15	1 TORNILLO TAMIZ ROTATIVO	3.211,44	TRES MIL DOSCIENTOS ONCE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
16	1 Reactor biológico	24.738,30	VEINTICUATRO MIL SETECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
17	1 Balsa de riego	9.388,14	NUEVE MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y OCHO EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
18	1 CAUDALÍMETRO	360,00	TRESCIENTOS SESENTA EUROS
19	1 OFICINA Y VESTUARIOS	3.300,00	TRES MIL TRESCIENTOS EUROS

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1 Actuaciones previas			
1.1	ud Talado de árboles de diámetro 30/50 cm., troceado y apilado de los mismos en las zonas indicadas, incluso carga y transporte a vertedero de ramas y el resto de los productos resultantes. (Mano de obra)		
	Peón ordinario	1,500 h.	10,240
			15,36
	(Maquinaria)		
	Camión basculante 4x4 14 t.	0,300 h.	30,550
			9,17
	Canon tocón/ramaje vert. mediano	1,000 ud	1,280
			1,28
	Motosierra gasolina l=40cm.1,8CV	1,500 h.	1,930
			2,90
	3% Costes indirectos		0,86
			29,57
2 Acondicionamiento del terreno			
2.1	m3 Desmonte en tierra a cielo abierto con medios mecánicos, incluso perfilado y carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación. (Mano de obra)		
	Capataz	0,010 h.	10,840
			0,11
	(Maquinaria)		
	Excav.hidr.cadenas 310 CV	0,015 h.	73,800
			1,11
	Camión basculante 4x4 14 t.	0,010 h.	30,550
			0,31
	3% Costes indirectos		0,05
			1,58
2.2	m3 Terraplén de coronación en ensanches con productos procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido en tongadas de 30 cms. de espesor, humectación y compactación hasta el 95% del proctor modificado, incluso perfilado de taludes y rasanteo de la superficie de coronación, totalmente terminado. (Mano de obra)		
	Capataz	0,020 h.	10,840
			0,22
	Peón ordinario	0,012 h.	10,240
			0,12
	(Maquinaria)		
	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	0,020 h.	25,400
			0,51
	Motoniveladora de 135 CV	0,020 h.	41,150
			0,82
	Rodillo vibr.autopr.mixto 15 t.	0,020 h.	28,940
			0,58
	3% Costes indirectos		0,07
			2,32
2.3	m3 Excavación en zanja y/o pozos en tierra, incluso carga sobre camión de los productos resultantes de la excavación.		

			Parcial (Euros)	Total (Euros)
	(Mano de obra)			
	Capataz	0,025 h.	10,840	0,27
	(Maquinaria)			
	Excav.hidr.neumáticos 100 CV	0,025 h.	39,650	0,99
	Camión basculante 4x4 14 t.	0,020 h.	30,550	0,61
	3% Costes indirectos			0,06
				1,93
2.4	m3 Relleno localizado en zanjas con productos seleccionados procedentes de la excavación y/o de prestamos, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.			
	(Mano de obra)			
	Peón ordinario	0,120 h.	10,240	1,23
	(Maquinaria)			
	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	0,015 h.	33,610	0,50
	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	0,015 h.	25,400	0,38
	Rodillo v.dúplex 55cm 800 kg.man	0,120 h.	4,700	0,56
	3% Costes indirectos			0,08
				2,75
2.5	m3 Relleno de arena en zanjas, extendido, humectación y compactación en capas de 20 cm. de espesor, con un grado de compactación del 95% del proctor modificado.			
	(Mano de obra)			
	Peón ordinario	0,100 h.	10,240	1,02
	(Maquinaria)			
	Pala carg.neumát. 85 CV/1,2m3	0,020 h.	33,610	0,67
	Rodillo v.dúplex 55cm 800 kg.man	0,100 h.	4,700	0,47
	(Materiales)			
	Arena de río 0/5 mm.	1,000 t.	7,090	7,09
	3% Costes indirectos			0,28
				9,53
	3 Instalaciones			
3.1	1 TORNILLO TAMIZ ROTATIVO			
	(Mano de obra)			
	Oficial primera	2,000 h.	10,710	21,42
	Peón ordinario	2,000 h.	10,240	20,48
	(Maquinaria)			
	Equipo de desbaste de finos, luz de paso 5mm, dimensiones (mm) 1.315x855x580.	1,000 1	3.076,000	3.076,00

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	3% Costes indirectos	93,54	
3.2	1 Reactor biológico (Mano de obra)		3.211,44
	Oficial 1ª Gruista 1,000 h. 10,710	10,71	
	(Maquinaria)		
	Grúa celosía s/cadenas 30 t. 1,000 h. 88,060	88,06	
	REACTOR BIOLÓGICO SECUENCIAL 1,000 1 23.919,000	23.919,00	
	3% Costes indirectos	720,53	
3.3	1 Balsa de riego		24.738,30
	(Medios auxiliares)		
	Balsa de riego 1,000 1 8.989,000	8.989,00	
	(Mano de obra)		
	Oficial primera 6,000 h. 10,710	64,26	
	Peón ordinario 6,000 h. 10,240	61,44	
	3% Costes indirectos	273,44	
4.1	4 Gestión de residuos 1 Contenedor de residuos sólidos		9.388,14
	(Maquinaria)		
	CONTENEDOR DE RESIDUOS SÓLIDOS 1,000 1 252,950	252,95	
	3% Costes indirectos	7,59	
5.1	5 Servicios auxiliares ud Módulo para dos contadores trifásicos más reloj conmutador para doble tarifa, homologado por la compañía suministradora, totalmente instalado, incluyendo cableado y accesorios para formar parte de la centralización de contadores concentrados.		260,54
	(Mano de obra)		
	Oficial 1ª Electricista 0,450 h. 11,440	5,15	
	Ayudante-Electricista 0,450 h. 10,560	4,75	
	(Materiales)		
	Pequeño material 1,000 ud 0,710	0,71	

				Parcial (Euros)	Total (Euros)
	Módul. conta.2 cont.trifa.+reloj	1,000 ud	53,950	53,95	
	3% Costes indirectos			1,94	
5.2	1 CAUDALÍMETRO (Materiales)				66,50
	Caudalímetro magnético	0,000 1	360,000	0,00	
	3% Costes indirectos			10,49	
5.3	1 OFICINA Y VESTUARIOS (Medios auxiliares)				360,00
	Oficina y vestuarios	0,000 1	3.300,000	0,00	
	3% Costes indirectos			96,12	
6.1	6 Colectores 1 TUBERÍA DN 160 (Materiales)				3.300,00
	TUBERÍA DN 160	0,000 1	8,230	0,00	
	3% Costes indirectos			1,14	
6.2	1 TUBERÍA DN 110 (Materiales)				39,15
	TUBERÍA DN 110	0,000 1	8,630	0,00	
	3% Costes indirectos			0,25	
6.3	1 TUBERÍA DN 200 (Materiales)				8,63
	TUBERÍA DN 200	0,000 1	11,470	0,00	
	3% Costes indirectos			1,71	
6.4	1 CODO H-H 200 (Materiales)				58,77
	CODO H-H DN 200	3,000 1	54,900	164,70	
	3% Costes indirectos			4,94	
					169,64

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
6.5	1 MANGUITO REDUCTOR M-H DN 160 (Materiales)		
	MANGUITO REDUCTOR M-H DN 160	1,000 1	8,760
	3% Costes indirectos		0,26
			9,02
6.6	1 MANGUITO REDUCTOR M-H DN 200 (Materiales)		
	MANGUITO REDUCTOR M-H DN 200	1,000	16,860
	3% Costes indirectos		0,51
			17,37

Presupuesto con medición detallada. Por capítulos.

Capítulo nº 2 Acondicionamiento del terreno

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
2.1		M3 DESMONTE TIERRA A CIELO ABIERTO				
			Total m3 :	1.089,320	1,58 €	1.721,13 €
2.2		M3 TERRAP. CORONACION ENSANCHES				
			Total m3 :	1.089,320	2,32 €	2.527,22 €
2.3		M3 EXC. ZANJA Y/O POZO EN TIERRA				
			Total m3 :	170,250	1,93 €	328,58 €
2.4		M3 RELLENO LOCALIZADO ZANJAS				
			Total m3 :	152,250	2,75 €	418,69 €
2.5		M3 RELLENO DE ARENA EN ZANJAS				
			Total m3 :	118,000	9,53 €	1.124,54 €
			Parcial nº 2 Acondicionamiento del terreno :			6.120,16 €

Presupuesto con medición detallada. Por capítulos.

Capítulo nº 3 Instalaciones

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
3.1	1	TORNILLO TAMIZ ROTATIVO				
			Total 1 :	1,000	3.211,44 €	3.211,44 €
3.2	1	Reactor biológico				
			Total 1 :	1,000	24.738,30 €	24.738,30 €
3.3	1	BALSA DE RIEGO				
			Total 1 :	1,000	9.388,14 €	9.388,14 €
			Parcial nº 3 Instalaciones :			37.337,88 €

Presupuesto con medición detallada. Por capítulos.

Capítulo nº 4 Gestión de residuos

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	1	CONTENEDOR DE RESIDUOS SÓLIDOS			
			Total 1 :	1,000	260,54 €
			Parcial nº 4 Gestión de residuos :		260,54 €

Presupuesto con medición detallada. Por capítulos.

Capítulo nº 5 Servicios auxiliares

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.1	Ud	MÓD.DOS CONT.TRIFÁ. MÁS RELOJ			
			Total ud :	1,000	66,50 €
5.2	1	CAUDALÍMETRO			
			Total 1 :	1,000	360,00 €
5.3	1	OFICINA Y VESTUARIOS			
			Total 1 :	1,000	3.300,00 €
			Parcial nº 5 Servicios auxiliares :		3.726,50 €

Presupuesto con medición detallada. Por capítulos.

Capítulo nº 6 Colectores

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
6.1	1	TUBERÍA DN 160				
			Total 1 :	2,000	39,15 €	78,30 €
6.2	1	TUBERÍA DN 110				
			Total 1 :	1,000	8,63 €	8,63 €
6.3	1	TUBERÍA DN 200				
			Total 1 :	10,000	58,77 €	587,70 €
6.4	1	CODO H-H 200				
			Total 1 :	3,000	169,64 €	508,92 €
6.5	1	MANGUITO REDUCTOR M-H DN 160				
			Total 1 :	1,000	9,02 €	9,02 €
6.6	1	MANGUITO REDUCTOR M-H DN 200				
			Total 1 :	1,000	17,37 €	17,37 €
			Parcial nº 6 Colectores :			1.209,94 €

Presupuesto de ejecución material

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 €
Total	48.802,87 €
Total CUARENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS DOS EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS.	

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	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
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.