

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Química**

Facultad: CIENCIAS

Titulación: INGENIERÍA QUÍMICA

Título: DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE
UNA E.D.A.R. MEDIANTE TRATAMIENTO
BIOLÓGICO DE FANGOS ACTIVADOS

Autor: Miguel Angel GARCÍA CABEZA

Fecha: Julio 2006





RESUMEN PROYECTO FIN DE CARRERA

**“DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO
DE UNA EDAR MEDIANTE
TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE
FANGOS ACTIVADOS”**

Miguel Ángel García Cabeza

Julio 2006

OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El principal objetivo del proyecto es seleccionar el proceso de depuración más adecuado para tratar el agua residual procedente del municipio de Medina Sidonia, además de dimensionar los equipos necesarios para llevarlo a cabo.

La construcción de la estación depuradora evitaría los actuales focos de contaminación producidos por cinco puntos de vertido de aguas residuales en el municipio y permitiría asegurar a largo plazo la calidad ambiental de su entorno.

La realización del proyecto se fundamenta principalmente en eliminar los malos olores y la peligrosidad medioambiental de los vertidos y en acogerse a la nueva legislación en materia de tratamiento de aguas residuales urbanas.

La rentabilidad económica de los procesos de depuración es complicada debido al escaso valor comercial del producto final. Sin embargo, son necesarios para asegurar unas condiciones sanitarias y ambientales adecuadas.

PROCESO DE DEPURACIÓN ADOPTADO

A. PRETRATAMIENTO

En primer lugar, se ha proyectado un proceso de pretratamiento donde se han llevado a cabo varias operaciones:

- Desbaste grueso, para la eliminación de materiales de tamaño excesivamente grueso y cuya presencia en el efluente provocaría un mal funcionamiento de los posteriores equipos.

- Bombeo del agua residual hasta una cota que posibilite su flujo por gravedad en el resto de la EDAR.
- Aliviadero de agua en exceso, para evitar sobrecargas hidráulicas en el proceso.
- Tamizado, para la eliminación de las partículas en suspensión
- Desarenado, para la eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- Desengrasado, para la eliminación de los distintos tipos de grasas y aceites presentes en el agua residual, así como de elementos flotantes.

B. TRATAMIENTO PRIMARIO

Posteriormente, se ha sopesado la posibilidad de suprimir la decantación primaria. La supresión de la decantación primaria supone mayor simplicidad de la planta, homogeneidad en la calidad del fango, eliminación de malos olores y mejor sedimentabilidad del fango. Igualmente existen inconvenientes que se solventan en su mayoría con la implantación de un proceso biológico adecuado. En nuestro caso se ha adoptado un tratamiento biológico de fangos activados con aireación prolongada.

C. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El objetivo principal que persigue el tratamiento biológico es convertir la materia orgánica que se encuentra en estado finamente dividido y disuelto en el agua residual, en sólidos sedimentables floculentos que puedan separarse en tanques de sedimentación.

El proceso de aireación prolongada es similar al de lodos activos en mezcla completa o el de flujo pistón, excepto que funciona en un rango de

carga másica inferior y con mayores tiempos hidráulicos de residencia y de retención celular, lo que potencia los procesos de respiración endógena y por tanto la cantidad de lodos purgados o en exceso es mucho menor, además de presentar estos lodos un contenido en materia orgánica biodegradable mas bajo (lodo más estable) que los procesos de lodos activos de carga media.

Debido al gran tiempo de retención y la baja actividad bacteriana, no queda favorecido ningún tipo de flujo especial (mezcla completa o flujo pistón). Se suelen adoptar configuraciones sencillas de depósitos, equipadas generalmente con aireadores de superficie y con un número reducido de celdas.

Este tipo de proceso presenta bastantes ventajas, entre las que destaca:

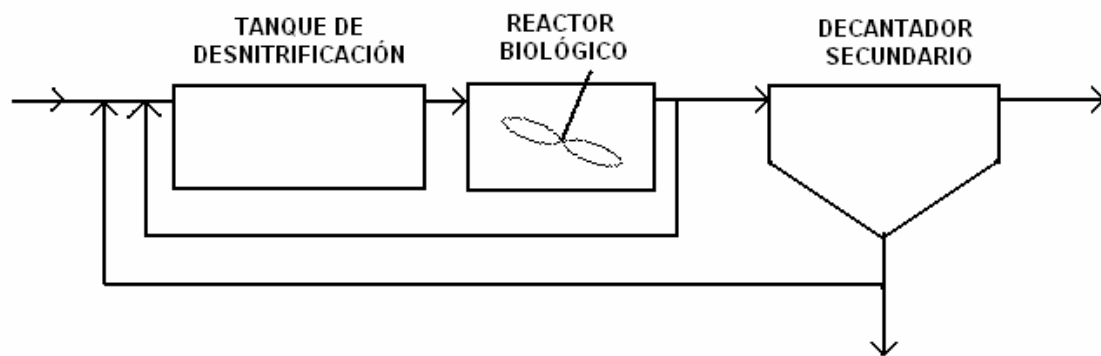
- Extrema sencillez de funcionamiento: el tratamiento del agua y la estabilización de los fangos se hacen en la misma cuba de aireación.
- El largo tiempo hidráulico de retención y la baja actividad bacteriana proporciona una buena resistencia a los efectos de choques de contaminación, variaciones de pH y efectos de inhibidores y de tóxicos.
- Cuando el suministro de oxígeno es suficiente, se produce nitrificación.
- Proporciona un buen almacenamiento de los fangos.

También presenta algunos inconvenientes:

- Presencia de pequeños flóculos en el agua tratada.
- Mayor volumen de las cubas de aireación.
- Mayor consumo de energía y potencia de aireación necesaria.

Se opta por utilizar este tipo de tratamiento, ya que los costos adicionales derivados de la aireación están más que compensados por la reducción en las inversiones del capital para el tratamiento primario y los equipos subsiguientes para la manipulación y tratamiento de los lodos.

Otro de los objetivos del presente proyecto es la eliminación del nitrógeno del agua residual ya que esta sustancia resulta perjudicial para el cauce receptor del agua tratada. Para ello se opta por preconectar al tratamiento biológico un proceso de nitrificación –desnitrificación.



En una estación depuradora con tratamiento biológico convencional sin nitrificación, la mayoría de los compuestos orgánicos del nitrógeno son hidrolizables a amonio. Una parte es utilizada por las bacterias (el 12% de la biomasa es nitrógeno) y por lo tanto retirado del sistema con los fangos en exceso y el resto es vertido al cauce como nitrógeno amoniacal.

En una planta con nitrificación, es convertido a nitratos el nitrógeno amoniacal no empleado por la biomasa, si bien, el contenido total de nitrógeno en el efluente sigue siendo el mismo prácticamente.

En una planta con nitrificación y desnitrificación, los nitratos son transformados en nitrógeno gas (N_2) y por lo tanto pasa a la atmósfera, eliminándose del vertido de agua.

D. TRATAMIENTO TERCIARIO

El tratamiento terciario que vamos a aplicar a nuestra agua residual es la desinfección del efluente procedente del tratamiento secundario. La desinfección consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades.

Se ha seleccionado como agente desinfectante al hipoclorito sódico. El proceso de desinfección con hipoclorito sódico consiste simplemente mantener el agua a tratar en contacto con el reactivo durante, al menos, entre el 80 y 90% del tiempo de contacto especificado. La mejor manera de alcanzar este objetivo es emplear un tanque de laberinto del tipo de flujo en pistón o bien una serie de tanques interconectados o con diferentes compartimentos.

E. TRATAMIENTO DE FANGOS

La depuración de aguas residuales lleva implícita la producción de fangos como subproducto. En nuestro caso al ser un tratamiento de aireación prolongada la cantidad de fangos purgados es mucho menor que en los procesos convencionales y además, estos lodos son más estables que los obtenidos en un proceso de carga media ya que tienen un contenido en materia orgánica biodegradable más bajo.

El tratamiento adoptado para los fangos consta de un espesamiento por gravedad y una deshidratación mediante filtros banda.

El espesamiento consigue un incremento de la concentración de los fangos por eliminación del agua, reduciéndose así el volumen de los mismos y mejorando el rendimiento de los procesos posteriores.

Cualquiera que sea la concepción de la estación, se deben concentrar los fangos, es decir, deshidratarlos de manera que aumente el porcentaje en materia seca lo más posible para reducir el volumen al máximo.

La deshidratación mediante filtros banda está basada en la buena drenabilidad del fango que previamente ha sido acondicionado con polielectrolito. En efecto, la mezcla íntima de una solución diluida de polielectrolito con el fango produce una suspensión de flóculos voluminosos en agua intersticial clara; el fango floculado tiene entonces una gran facilidad de escurrir muy rápidamente por simple drenaje, cuando se le coloca un tamiz o tela de abertura de malla relativamente grande.

INDICE GENERAL

- **DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**
ANEXO DE CÁLCULOS
- **DOCUMENTO 2: PLANOS**
- **DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES**
- **DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO**

**“DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO
DE UNA E.D.A.R. CON
TRATAMIENTO BIOLÓGICO
DE FANGOS ACTIVADOS”**

**DOCUMENTO N° 1
MEMORIA DESCRIPTIVA**

INDICE: MEMORIA DESCRIPTIVA

1 ANTECEDENTES

2 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1 Objeto del proyecto

2.2 Justificación del proyecto

3 VIABILIDAD

3.1 Viabilidad económica

3.2 Viabilidad tecnológica

3.3 Viabilidad legal

4 UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

5 PROCESO DE DEPURACIÓN

5.1 Pretratamiento

5.1.1 *Rejillas de desbaste*

5.1.2 *Bombeo del agua residual*

5.1.3 *Tamizado*

5.1.4 *Desarenado – desengrasado*

5.2 Tratamiento primario

5.3 Tratamiento secundario

5.3.1 *Tratamiento biológico*

5.3.1.1 *Fundamento de los procesos biológicos aerobios*

5.3.1.2 *Tratamiento biológico de fangos activos*

5.3.1.2.1 *Fangos activos con aireación prolongada*

5.3.1.3 *Justificación para la eliminación de nitrógeno*

5.3.1.4 *Compuestos de nitrógeno en el agua residual*

5.3.1.5 *Proceso de nitrificación*

5.3.1.6 *Proceso de desnitrificación*

5.3.1.7 *Nitrificación con desnitrificación preconnectada*

5.3.2 ***Decantación secundaria***

5.4 Tratamiento terciario (Desinfección)

5.4.1 ***Descripción de los métodos y medios de desinfección***

5.4.2 ***Selección del proceso y agente desinfectante***

5.5 Tratamiento de lodos

5.5.1 ***Espesamiento***

5.5.1.1 *Espesado por gravedad*

5.5.1.2 *Acondicionamiento del fango*

5.5.1.2.1 *Acondicionamiento químico*

5.5.1.2.2 *Selección del proceso de acondicionamiento*

5.5.2 ***Deshidratación***

5.5.2.1 *Tipos de procedimiento de deshidratación*

5.5.2.2 *Selección del tipo de deshidratación*

6 MATERIAS PRIMAS

6.1 Agua residual

6.2 Características físicas, químicas y biológicas del agua residual

6.2.1 *Propiedades químicas*

6.2.2 *Propiedades físicas*

6.2.3 *Propiedades biológicas*

6.3 Contaminantes de importancia en el tratamiento

6.4 Reactivos químicos necesarios en el tratamiento

7 DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

7.1 Canal de desbaste

7.2 Reja de gruesos

7.3 Pozo de bombeo

- 7.4 Tamices**
- 7.5 Desarenador – desengrasador**
- 7.6 Reactor biológico**
- 7.7 Decantador secundario**
- 7.8 Canal de cloración**
- 7.9 Espesador por gravedad**
- 7.10 Filtros banda**

8 SEGURIDAD E HIGIENE

- 8.1 Técnicas de prevención de riesgos laborales**
- 8.2 Medidas higienicas**
- 8.3 Seguridad**
 - 8.3.1 Prevención de accidentes*
 - 8.3.2 Prevención de daños físicos*
 - 8.3.3 Contagio de enfermedades*
 - 8.3.4 Prevención contra asfixia por falta de oxígeno*
 - 8.3.5 Prevención contra gases explosivos*
 - 8.3.6 Prevención contra incendios*
 - 8.3.7 Prevención contra descargas eléctricas*

9 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. ANTECEDENTES

El municipio de Medina Sidonia (Cádiz) no cuenta en la actualidad con una estación depuradora de aguas residuales urbanas que trate el agua residual procedente del municipio.

La depuración de aguas residuales es un objetivo ambiental básico de la Unión Europea que en su directiva 9ª/127 de Mayo de 2005 persigue la protección del medio ambiente y la obligatoriedad de la depuración de aguas residuales urbanas de todos los núcleos de población de más de 2000 habitantes.

La construcción de la estación depuradora evitará los focos de contaminación actuales producidos por los cinco vertidos aguas residuales de la ciudad: El Chorrillo, San Juan de Dios, Prado de la Feria, Cementerio y Canaleja.

Además, se está produciendo un aumento poblacional e industrial en el municipio, por lo que la EDAR permitirá garantizar a largo plazo la calidad ambiental de su entorno.

2. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto propuesto, consiste, en primer lugar, en seleccionar el proceso de depuración más adecuado para el municipio de Medina Sidonia, de acuerdo con diversos criterios como costes y simplicidad de explotación y mantenimiento, superficie requerida, fiabilidad, costes de construcción, impacto ambiental, rendimientos, etc.

Una vez seleccionado el sistema de tratamiento más idóneo se procederá al dimensionado de las unidades que lo constituyan, de manera que la planta tenga una vida útil de 20 años.

2.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Toda comunidad genera residuos líquidos o aguas residuales, de las que se desean desprender. Si se permite la acumulación y estancamiento de agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia, en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos que habitan en el aparato intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales. También suele contener nutrientes, que pueden estimular el crecimiento de algas, y pueden incluir también compuestos tóxicos. Es por todo ello que la evacuación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguida de su tratamiento y eliminación, es no sólo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.

La realización del proyecto de un a EDAR para Medina Sidonia se fundamenta en varios puntos:

- La generación de malos olores y principalmente la peligrosidad desde el punto de vista medioambiental de los vertidos de aguas residuales del municipio de Medina Sidonia.

- La legislación vigente obliga al municipio a acogerse a las nuevas normas en materia del tratamiento de aguas residuales urbanas.
- El avance del nuevo Plan General de Ordenación Urbanística aprobado por el ayuntamiento municipal y redactado en Diciembre de 2004 predice un próximo aumento de la población.

3. VIABILIDAD

3.1. VIABILIDAD ECONÓMICA

Normalmente, los procesos de depuración de aguas residuales tienen una complicada rentabilidad económica ya que el producto final tiene un escaso valor comercial al ser abundante en la naturaleza.

Sin embargo, como hemos explicado antes, el proceso de depuración es necesario para asegurar unas condiciones sanitarias y ambientales adecuadas, disminuyendo así el impacto que la sociedad industrializada produce sobre el medio ambiente.

Todo esto concede a las EDAR's el carácter de bien público, y la obligación a los organismos públicos competentes para buscar la financiación que estas infraestructuras requieren.

3.2. VIABILIDAD TECNOLÓGICA

Los objetivos marcados en la depuración de aguas residuales, tienen una fácil consecución, gracias a la tecnología y estudios realizados al respecto en el último siglo.

Todos los procesos de depuración seleccionados en el proyecto han sido debidamente contrastados experimentalmente y llevan implantados durante un tiempo suficiente para garantizar el correcto funcionamiento de los mismos.

3.3. VIABILIDAD LEGAL

El Real Decreto-Ley 11/1995 de Diciembre de 1995, referente al tratamiento de aguas residuales urbanas, especifica que las poblaciones que cuenten con más de 15000 habitantes equivalentes deberán aplicar a las aguas residuales que entren en los sistemas colectores un tratamiento secundario o proceso equivalente antes de enero de 2001.

Además, la misma normativa establece unos niveles máximos para el efluente de dicho tratamiento, además de unos porcentajes mínimos de reducción de los agentes contaminantes (Tabla 1).

Tabla 1: Valores y porcentajes de reducción permitidos según el R.D. 11/1995.

	Valor máximo permitido	% mínimo de reducción
SS (mgSS/l)	35(*)(**)	90(*)
DBO5 (mgO2/l)	25	70 – 90
DQO (mgO2/l)	125	75
(**) El valor límite de sólidos en suspensión en el efluente de los sistemas de lagunaje no debe sobrepasar los 150 mg/l.		
(*) Criterio optativo		

4. UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La ubicación de una EDAR requiere llegar a una situación de compromiso que satisfaga lo mejor posible los siguientes aspectos, que en ocasiones son contrapuestos:

- a. Mínima distancia de bombeo entre los puntos de recogida de vertido y la EDAR
- b. Lejano de las zonas urbanas, por la posible generación de olores, entre otros motivos.
- c. Situado preferiblemente en suelo municipal para evitar expropiación de terrenos.
- d. Situado fuera de terrenos con interés turístico, debido a la devaluación que sufre el terreno periférico a la EDAR, una vez se conoce su emplazamiento.
- e. Cercano a los puntos de reutilización, para minimizar la potencia de bombeo.
- f. Situado donde el viento predominante se aleje del núcleo urbano.

El lugar seleccionado para el emplazamiento de la EDAR se representa en las siguientes figuras:

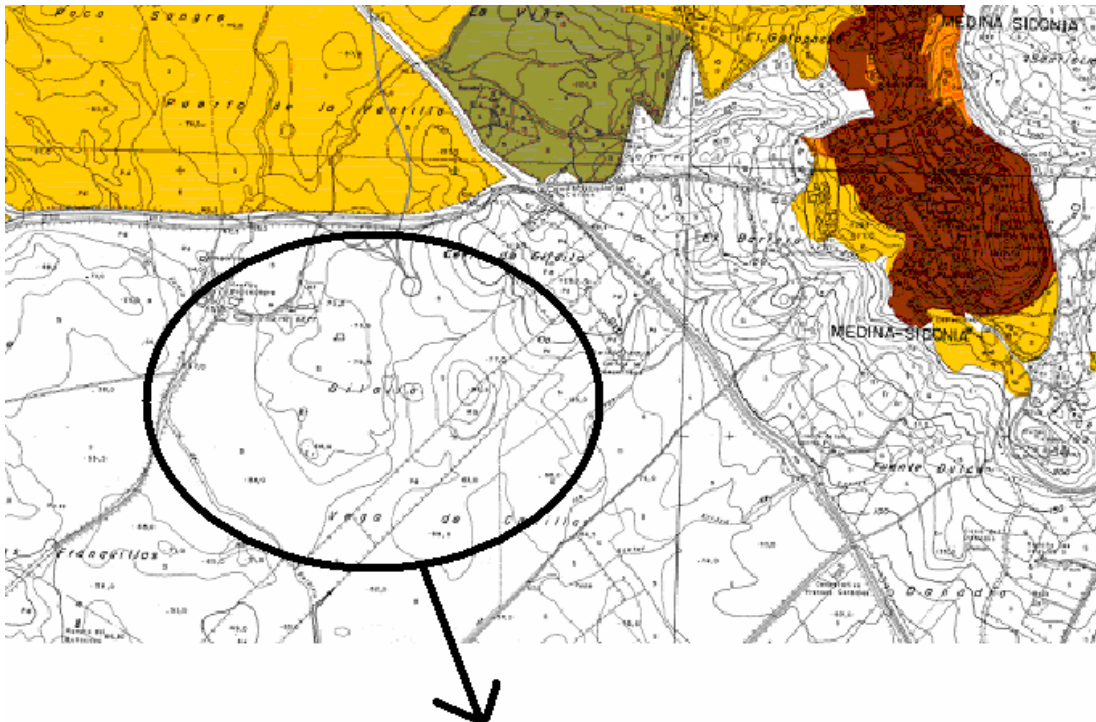


Figura 1: Mapa topográfico del emplazamiento

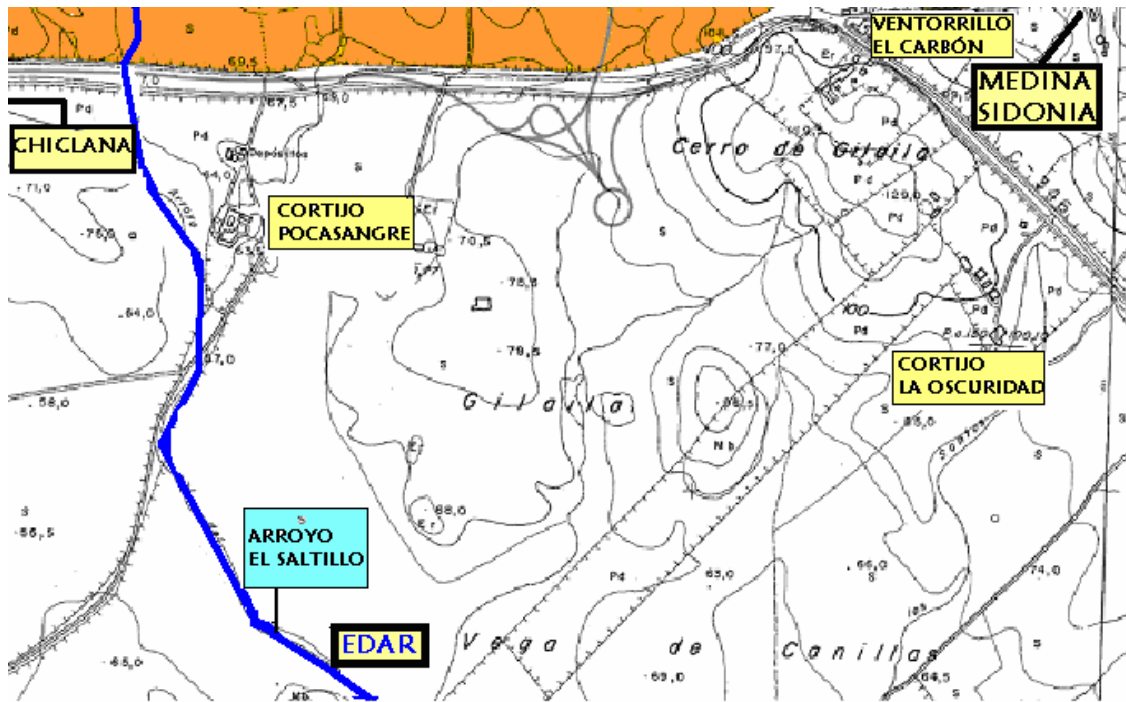


Figura 2. Ampliación del mapa topográfico del emplazamiento de la EDAR

5. PROCESO DE DEPURACIÓN

Los procesos de depuración de aguas residuales están constituidos por tratamientos en los que predominan los fenómenos físicos que se denominan operaciones unitarias y tratamientos en los que la eliminación de contaminantes se realiza en base a procesos químicos o biológicos y que se conocen como procesos unitarios.

En la actualidad, las operaciones y procesos unitarios se agrupan entre sí para constituir los llamados tratamiento primario, secundario y terciario o tratamiento avanzado.

El tratamiento primario contempla el uso de operaciones físicas tales como la sedimentación y el desbaste para la eliminación de los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual. El tratamiento secundario son procesos biológicos y químicos que se emplean para eliminar la mayor parte de la materia orgánica. En el tratamiento terciario se emplean combinaciones adicionales de los procesos y operaciones unitarias, con el fin de eliminar otros componentes.

5.1. PRETRATAMIENTO

El primer paso en la depuración del agua residual ha de consistir, lógicamente, en una eliminación de materias gruesas, cuerpos gruesos y arenosos, cuya presencia en el efluente perturbaría el tratamiento total y el eficiente funcionamiento de las máquinas, equipos e instalaciones de la estación depuradora.

Los elementos que forman parte del pretratamiento son:

- Desbaste, para la eliminación de las sustancias de tamaño excesivamente grueso.
- Bombeo del agua residual hasta una cota que posibilite su flujo por gravedad en el resto de la planta
- Aliviadero de agua en exceso, para evitar sobrecargas hidráulicas en el proceso.
- Tamizado, para la eliminación de partículas en suspensión.
- Desarenado, para la eliminación de arenas y sustancias sólidas densas en suspensión.
- Desengrasado, para la eliminación de los distintos tipos de grasas y aceites presentes en el agua residual, así como de elementos flotantes.

5.1.1. Rejillas de desbaste

El desbaste se realiza por medio de rejillas (rejas, mallas o cribas), y tiene como objeto retener y separar los cuerpos voluminosos flotantes y en suspensión, que arrastra consigo el agua residual.

Se consigue así:

- Eludir posteriores depósitos
- Evitar obstrucciones en canales, tuberías y conducciones en general
- Interceptar las materias que por sus excesivas dimensiones podrían dificultar el funcionamiento de las unidades posteriores (desarenador, medidores de caudal, decantadores, etc.).
- Aumentar la eficiencia de los tratamientos posteriores

Puede decirse que, salvo excepciones, la instalación de rejillas de desbaste es indispensable en cualquier depuradora, retirando al máximo las impurezas del agua para su eliminación directa en vertederos de residuos, o por incineración.

Las rejas de barra son elementos formados por varillas o barras paralelas. Las rejas suelen tener aberturas libres entre barras de 15 mm o mayores, por tanto los residuos separados en las rejas serán de gran tamaño y suelen ser piedras, ramas, residuos de comida, plásticos, trapos, animales... etc.

Las rejas o rejillas pueden clasificarse, con arreglo a distintos criterios:

- Horizontales, verticales, inclinadas y curvas
- Finas (abertura: 15-100 mm) y gruesas (abertura: 100-200 mm)
- Fijas y móviles
- De limpieza automática (funcionamiento mediante cadenas, de movimiento oscilatorio, catenarias y accionadas con cable), manual y semiautomática.

Se recomienda colocar al menos dos unidades de rejas, de modo que sea posible dejar una de ellas fuera de servicio para realizar las labores de mantenimiento o una raja de

seguridad manual para que en caso de fallo del sistema de limpieza automática de la reja no se produzcan inundaciones.

El canal donde se ubica la reja se debe proyectar de modo que se evite la acumulación en el mismo de arenas y demás materiales pesados, tanto antes como después de la reja. La solera del canal puede ser horizontal o descendente en la dirección de circulación a través de la reja, sin baches e imperfecciones en las que pudieran quedar atrapados algunos sólidos. Asimismo, es conveniente achaflanar las uniones de las paredes laterales.

Preferiblemente, el canal deberá ser recto y perpendicular a la reja, con la finalidad de conseguir una distribución uniforme de sólidos en el flujo y en la reja.

Con el objeto de procurar suficiente superficie de reja para la acumulación de residuos es esencial ensanchar el canal en la zona de ubicación de la reja y colocarla con una inclinación más suave para aumentar la superficie sumergida.

Se ha seleccionado una reja de limpieza mecánica mediante cadenas, con accionamiento y retorno frontal, a que:

- Supone una disminución de los operarios, gracias a su funcionamiento automático.
- Es el modelo más frecuente, lo que supone una mayor disponibilidad de repuestos y mano de obra de mantenimiento especializada.
- Son más modernas y eficientes en la retención de sólidos

Además se ha instalado una reja de seguridad manual que se utilizara en casos de mantenimiento de la reja automática.

Ambas rejás tendrán una separación libre entre barrotes de 80 mm.

5.1.2. Bombeo del agua residual

La necesidad de bombeo del agua viene dada por las condiciones topográficas y por transportar las aguas residuales de un punto a otro, entre los que no existe la necesaria diferencia de cotas para que pueda realizarse el vertido por gravedad.

Se proyectará un pozo de bombeo que recogerá las aguas residuales procedentes del canal de desbaste y que estará dotado de un aliviadero de seguridad. En el pozo se

instalarán dos bombas sumergibles (1+1 reserva) capaces de bombear el caudal máximo de entrada a la unidad posterior de tamizado.

5.1.3. Tamizado

Afinando el proceso de eliminación de residuos sólidos, se llega a la utilización de tamices con separación libre entre barras hasta de 0.2 mm, siendo los normalmente utilizados los de separación de 1 mm. Se busca igualmente un sistema sencillo autolimpiable, que permita sustituir en muchos casos los desbastes, la eliminación de arenas gruesas y hasta porcentajes del 30% de grasas y sobrantes. El proceso es estrictamente físico.

El núcleo fundamental de la unidad es el conjunto de barras o hilos de tamiz. La disposición de alambres transversales con curvas sinusoidales en el sentido del flujo proporciona una superficie relativamente no atascable con alto poder de filtrabilidad.

Los tamices están hechos de acero inoxidable y las aberturas libres de 0.2 mm a 2.5 mm satisfacen la mayoría de las necesidades de tamizado.

En el caso que nos ocupa utilizaremos dos tamices rotativos (1 + 1 reserva) capaces de tratar el caudal máximo de entrada de aguas residuales y con una abertura libre de 2 mm.

5.1.4. Desarenado - desengrasado

La misión de los desarenadores es separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas y a la grava, cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los de los sólidos orgánicos putrescibles del agua residual. La arena incluye también cáscaras de huevo, pedazos de hueso y grandes partículas orgánicas, tales como residuos de comidas.

Los desarenadores deberán proteger los equipos mecánicos móviles de la abrasión y desgaste anormales; reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos, y la frecuencia de limpieza de los equipos que hay que realizar periódicamente como resultado de excesivas acumulaciones de arena en tales unidades.

Los desarenadores pueden situarse delante del resto de las unidades en las plantas de tratamiento. Sin embargo, la instalación de rejillas de limpieza mecánica o de dilaceradores delante de los desarenadores facilita la operación de eliminación de arena y de las instalaciones de limpieza.

Existen tres tipos generales de desarenadores:

- De flujo horizontal: de diseño rectangular o cuadrado.
- Aireado.
- De vórtice.

En el primero de ellos, el agua circula a través del elemento en dirección horizontal y la velocidad de circulación se controla por la propia geometría de la unidad, con compuertas de distribución especiales, y mediante la adopción de vertederos de secciones especiales a la salida del canal.

El desarenador aireado consiste en un tanque de aireación de flujo helicoidal en el que se induce una velocidad en espiral que se controla por la propia geometría del tanque y por la cantidad de aire suministrada a la unidad.

El desarenador de vórtice consiste en un tanque cilíndrico en el que el agua entra siguiendo una dirección de flujo tangencial creando un flujo en vórtice; las fuerzas centrífugas y gravitatorias son las responsables de la separación de las arenas.

- **Desarenadores aireados**

El descubrimiento de acumulaciones de arena en los tanques de aireación de flujo en espiral, precedidos por desarenadores, condujo al desarrollo del desarenador aireado. Sin duda alguna, el excesivo desgaste de los equipos de manipulación de la arena, y la frecuente necesidad de un equipo independiente de lavado de la misma, motivaron la actual popularidad de este tipo de desarenador.

Los desarenadores aireados se suelen proyectar para eliminar partículas de tamaño del tamiz número 65 (0,20 mm) o superior, con tiempos de detención entre 2 y 5 minutos en condiciones de caudal punta. La sección transversal del canal es semejante a los tanques de aireación de fangos activados de circulación espiral, con la excepción de que se incluye

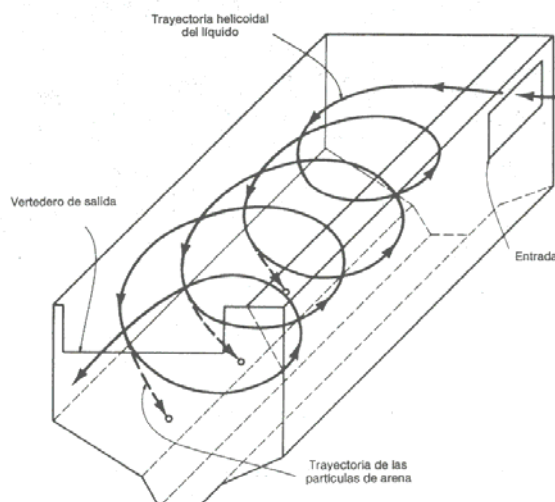
un canal de recogida de arenas de unos 0,90 m de profundidad, con paredes laterales muy inclinadas, que se ubica a lo largo de un lateral del depósito, bajo los difusores de aire. Los difusores se sitúan entre 0,45 y 0,60 m por encima de la base normal del tanque.

Para el control hidráulico del elemento y para mejorar la eficacia en la eliminación de arenas se suelen usar deflectores tanto en la entrada como en la salida del agua.

El agua residual circula por el tanque siguiendo una trayectoria helicoidal, según la figura:

Pasará dos o tres veces por el fondo del tanque en condiciones de caudal punta, incrementándose el número de pasadas por la parte inferior del tanque cuanto menor sea el caudal. El agua residual se debe introducir en el elemento siguiendo la dirección de rotación.

La velocidad de la rotación transversal o la agitación determinan el tamaño de las



partículas de un peso específico dado que serán eliminadas. Si la velocidad es excesivamente elevada, se arrastrará arena fuera del tanque, mientras que si la velocidad es demasiado pequeña, se producirá la sedimentación de una parte de la materia orgánica junto con la arena.

Afortunadamente, el ajuste de la cantidad de aire suministrado es fácil de realizar. Con un ajuste adecuado, se puede alcanzar un porcentaje de eliminación cercano al 100 %, y la arena estará bien limpia.

Para la extracción de las arenas, los desarenadores aireados se suelen proveer de cucharas bivalvas que se desplazan sobre un monorraíl centrado sobre el canal de almacenamiento y recogida de arena.

Los equipos para la eliminación de arenas que se instalan en los desarenadores aireados sufren los mismos problemas de desgaste que se han observado en el caso de los desarenadores de flujo horizontal.

- **Selección del tipo de desarenador**

El desarenador seleccionado para este proceso es un desarenador aireado, que, como se ha comentado anteriormente, presenta varias ventajas frente a los otros tipos de desarenadores, y que resumimos a continuación:

- Reducción de acumulaciones de arena
- Facilidad del ajuste de la cantidad de aire suministrado
- Mayor porcentaje de eliminación
- Arena más limpia (menor producción de olores en arenas evacuadas)

Se proyecta la construcción de dos desarenadores (1 + 1 reserva) con capacidad para tratar el caudal máximo de entrada de aguas residuales.

- **Desengrasado**

Son importantes los volúmenes de grasas que se vierten en los colectores, procedentes de los garajes (desprovistos generalmente de decantadores de grasas antes de su incorporación a la red de alcantarillado), de los hogares y calefacciones, de lavaderos, mataderos y de la escorrentía superficial en colectores unitarios. Estas han creado muchos problemas en la técnica de la depuración a seleccionar a cada caso de aguas residuales, especialmente en los elementos y procesos de las plantas que son sensibles a ellas, como son:

- En rejillas finas causan obstrucciones que aumentan los gastos de conservación.

- En los decantadores forman una capa superficial que dificulta la sedimentación al atraer hacia la superficie pequeñas partículas de materia orgánica.
- En la depuración por el sistema de fangos activados dificultan la correcta aireación de forma que acaban disminuyendo el coeficiente de transferencia al 55-70 % al subir las grasas de 0 a 70 mg/l y participan del fenómeno de «bulking».
- Perturban el proceso de digestión de lodos.
- La DQO se incrementa en un 20 a 30 %, por las grasas contenidas en los vertidos.

Las cantidades de grasas incorporadas en las aguas residuales son muy variables, pero para aguas urbanas, pueden considerarse unas cifras de 24 gramos por habitante y día, o bien el 28 % de los sólidos en suspensión.

Tres sistemas son los más comúnmente empleados para la eliminación de grasas:

1. Tanques separadores de grasas:

Un tanque separador de grasas consiste en un depósito en el que la materia flotante ascienda y permanezca en la superficie del agua residual hasta que se recoja y elimine, mientras que el líquido sale del tanque de forma continua, a través de una abertura situada en el fondo.

La salida, que está sumergida, se halla situada en el lado opuesto a la entrada y a una cota inferior a ésta para facilitar la flotación y eliminar cualquier sólido que pueda sedimentarse.

2. La emulsión de las grasas en el desarenador mediante aireación:

Permitiendo su ascenso a la superficie, y su subsiguiente retirada. La velocidad ascensional de las burbujas de grasa puede estimarse entre 3 y 4 mm/s.

3. Separación de grasas residuales en las balsas de decantación:

Retirando éstas por medio de rasquetas superficiales.

- **Selección del tipo de desengrasador**

El desarenado y el desengrasado pueden realizarse de forma separada o bien, conjuntamente en un mismo depósito. Esta última alternativa presenta las siguientes ventajas:

- Las velocidades de sedimentación de las arenas y de flotación de las partículas de grasa no se modifican prácticamente por realizar el desarenado y la desemulsión de grasas en el mismo depósito. Ello es lógico si se considera la diferencia de densidades entre las partículas de arena y de grasa.
- El aire comprimido añadido para la desemulsión ayuda a impedir la sedimentación de las partículas de fango, poco densas por lo que la arena depositada en el fondo del desarenador es más limpia.
- Las partículas de arena, al sedimentar, deceleran las velocidades ascensionales de las partículas de grasa. Disponen así éstas de más tiempo para ponerse en contacto entre sí durante su recorrido hacia la superficie, aumentándose el rendimiento de la flotación de grasas.

Como puede verse, la realización de los procesos de desarenado y desemulsión conjuntamente en un solo depósito conduce a resultados positivos en los rendimientos alcanzados en ambos procesos.

Por otro lado, al poder realizarse estos procesos simultáneamente, se puede conseguir ahorro de volumen total necesario para la realización de ambos procesos, adoptando como determinante y único el mayor volumen de los dos necesarios para cada uno de los procesos.

Por lo tanto, adoptamos un proceso conjunto de desarenado y desengrasado.

5.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

El tratamiento primario se entiende como el proceso o conjunto de procesos que tienen como misión la separación por medios físicos de las partículas en suspensión no retenidas en el pretratamiento.

La decantación primaria es un proceso de eliminación de sólidos en suspensión susceptibles de separación por diferencia de densidad, de forma que las partículas más pesadas que el agua son separadas por la acción de la gravedad.

El disponer o no de decantación primaria no depende del tamaño de la planta, sino del tipo de tratamiento biológico, dándose la paradoja de que es fácil encontrar numerosas referencias de plantas de baja carga y de alta carga sin decantación primaria. La omisión de la decantación primaria presenta dos vertientes:

A. Ventajas

1. Mayor simplicidad de operación de la planta.
2. Homogeneidad en la calidad del fango.
3. Remoción del fango en un solo punto.
4. Eliminación de malos olores al entrar el agua directamente al tanque de aireación, si las aguas llegan en condiciones sépticas.
5. Mejoría de la sedimentabilidad del fango.
6. Aumento de la capacidad de absorción de puntas de carga, debido al mayor contenido de fangos en el tanque de activación.
7. Puede evitarse el tratamiento de lodo en la planta, caso de lagunajes, o bien su transporte a un punto exterior de tratamiento o eliminación.
8. Mejora los sistemas con largos periodos de aireación, con digestión aerobia principalmente, en climas templados y cálidos.
9. El almacenamiento de lodos en el tanque de aireación no produce olores hasta su extracción.

B. Desventajas.

1. Mayor consumo energético en el proceso biológico por fangos activos.
2. Menor producción de gas en la planta.
3. Peligro de formación de sedimentaciones en el depósito de aireación, si no hay una instalación de desarenado bien dimensionada, posibilidad de formación de fangos flotantes en el decantador secundario, si no hay una buena eliminación de grasas a

la entrada de la planta y, quizás, una capacidad de espesamiento más reducida del fango mezcla en algunos casos.

4. Se elimina un elemento de regulación hidráulica y de carga en la depuradora, frente a caudales punta y caudales de lluvia en los sistemas unitarios.
5. Se puede reducir la capacidad de espesado de los lodos que se llevan posteriormente a la digestión.

Debido a que el tratamiento biológico a utilizar es de fangos activados con aireación prolongada (baja carga), podemos prescindir de la decantación primaria.

5.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

5.3.1. Tratamiento biológico

El objetivo principal que persigue el tratamiento biológico es convertir la materia orgánica que se encuentra en estado finamente dividido y disuelto en el agua residual, en sólidos sedimentables floculentos que puedan separarse en tanques de sedimentación.

Aunque estos procesos (también llamados procesos secundarios) se usan junto con los físicos y químicos empleados en tratamiento preliminar del agua residual discutidos anteriormente, no deben considerarse como sustitutivos de aquellos. La sedimentación primaria es muy eficaz para separar los sólidos suspendidos de cierto tamaño, en tanto que los procesos biológicos lo son en la separación de sustancias orgánicas que sean solubles o estén dentro del tamaño coloidal. De forma que su funcionamiento tiene sentido desde la perspectiva conjunta.

Los objetivos del tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica. En el caso del agua residual doméstica, el principal objetivo es la reducción de la materia orgánica presente y, en muchos casos, la eliminación de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo. A menudo, la eliminación de compuestos a nivel traza que puedan resultar tóxicos, también constituye un objetivo de tratamiento importante.

En el caso de las aguas de retorno de usos agrícolas, el principal objetivo es la eliminación de los nutrientes que puedan favorecer el crecimiento de plantas acuáticas,

como el nitrógeno y el fósforo. En el caso de aguas industriales, el principal objetivo es la reducción de compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. A menudo, puede ser necesario llevar a cabo un pretratamiento previo, debido a la potencial toxicidad de estos compuestos para los microorganismos.

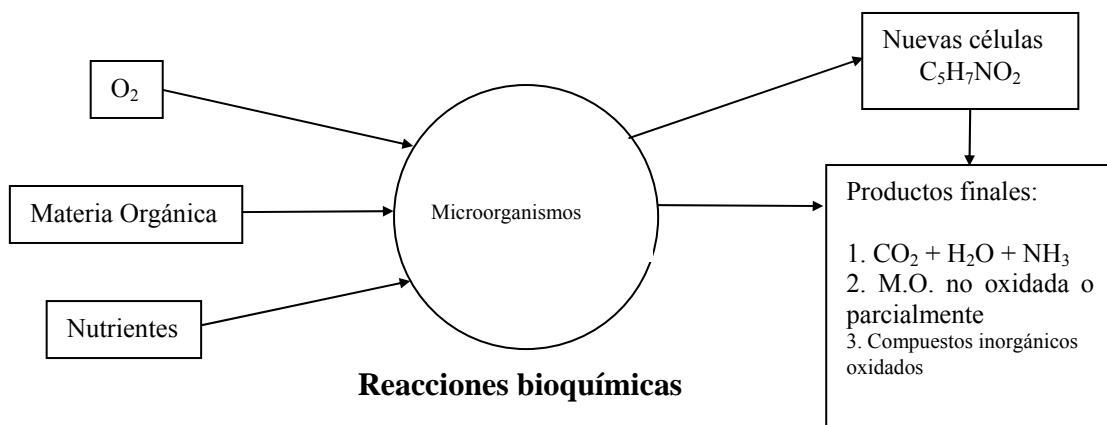
La eliminación de la DBO carbonosa, la coagulación de los sólidos coloidales no sedimentables, y la estabilización de la materia orgánica se consiguen, biológicamente, gracias a la acción de una variedad de microorganismos, principalmente bacterias. Los microorganismos se utilizan para convertir la materia orgánica carbonosa coloidal y disuelta en diferentes gases y tejido celular. Dado que el tejido celular tiene un peso específico ligeramente superior al del agua, se puede eliminar por decantación.

Es importante señalar que, salvo que se separe de la solución el tejido celular que se produce a partir de la materia orgánica, no se alcanzará un tratamiento completo. Ello es debido a que el tejido celular, que es de naturaleza orgánica, aparecerá como parte de la medida de la DBO del afluente.

Si no se separa el tejido celular, el único tratamiento que se habrá llevado a cabo es el asociado con la conversión bacteriana de una fracción de la materia orgánica presente originalmente en diversos productos gaseosos finales

5.3.1.1. Fundamento de los procesos biológicos aeróbios

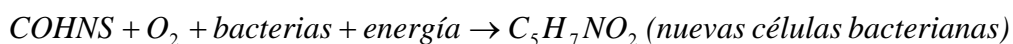
La oxidación biológica consiste en la transformación de la materia orgánica presente en las aguas residuales en presencia de oxígeno y nutrientes de acuerdo con el esquema que se indica:



Hay tres tipos de reacciones, fundamentalmente:

1. Reacciones de síntesis (proceso asimilatorio).

Consiste en la incorporación de materia orgánica al protoplasma de los microorganismos, produciéndose nuevo tejido celular, es decir, un crecimiento de la masa de organismos.



COHNS representa la materia orgánica presente en el agua residual. La fórmula $C_5H_7NO_2$ representa el tejido celular, es un valor que se usa con carácter generalizado obtenido de estudios experimentales.

El proceso por el que los microorganismos aumentan y consiguen energía es complicado. Parte de la materia orgánica en solución puede difundirse directamente a través de la membrana celular de los microorganismos y otra parte, de carácter más complejo, debe sufrir un tratamiento previo de hidrólisis, con la ayuda de enzimas extracelulares segregadas por las bacterias.

2. Reacciones de oxidación (proceso disimilatorio).

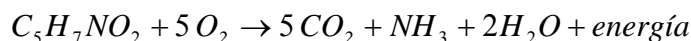
Una parte de la materia orgánica se oxida dando lugar a productos finales.

Este proceso se lleva a cabo para obtener la energía necesaria para la síntesis de nuevo tejido celular.



3. Respiración Endógena (autooxidación).

En ausencia de materia orgánica, el tejido celular será utilizado endógenamente produciendo productos gaseosos finales y energía para el mantenimiento de las células.



En los sistemas de tratamiento biológico estos tres procesos se dan de forma simultánea.

El control efectivo en que se desarrolla el tratamiento biológico del agua residual se basa en la comprensión de los principios fundamentales que rigen el crecimiento de los microorganismos. El modelo de crecimiento se aborda estudiando la variación con el tiempo de la masa de bacterias:

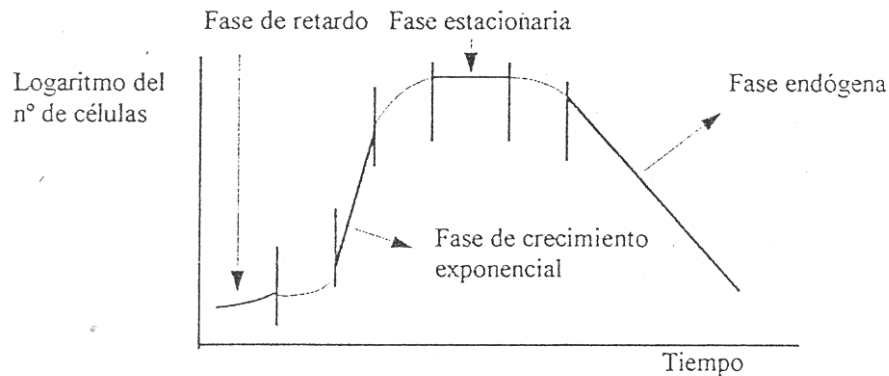


Figura 5: Modelo de crecimiento bacteriano.

- Fase de retardo. Tras la adición de un inóculo a un medio de cultivo, las bacterias precisan de cierto tiempo para aclimatarse al nuevo medio y comiencen a dividirse.
- Fase de crecimiento exponencial. Siempre que existe una cantidad en exceso de alimento alrededor de los microorganismos; la tasa de metabolismo y crecimiento sólo es función de la capacidad de los microorganismos para procesar el sustrato.
- Fase estacionaria. La tasa de crecimiento y en consecuencia la masa de bacterias, disminuye como consecuencia de la limitada disponibilidad de alimento. Durante esta fase, la generación de células nuevas se compensa con la muerte de células viejas.
- Fase endógena. Los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma sin reposición del mismo, ya que la concentración de alimento disponible se encuentra al mínimo.

5.3.1.2. Tratamiento biológico de fangos activos

En la mayoría de los procesos de lodos activos se van a potenciar los procesos biológicos de síntesis y oxidación de la materia orgánica, si bien en algunos casos (procesos de baja carga másica) se van a potenciar más los procesos de endogénesis.

El proceso se lleva a cabo generalmente en tanque de aireación, donde las aguas residuales y los microorganismos permanecen en contacto durante varias horas. La mezcla fluye después a un tanque de decantación, donde los flóculos microbianos sedimentan y el agua residual tratada fluye por el rebosadero del decantador.

Los flóculos acumulados en el fondo del tanque de sedimentación se extraen en forma de lodo: una parte se recircula a la cuba de aireación, para mantener el proceso, mientras que el exceso de lodo, producido por el tratamiento microbiano, debe ser eliminado (lodos biológicos o secundarios en exceso). La fracción purgada en un sistema en estado estacionario se corresponde al crecimiento de la población de microorganismos.

5.3.1.2.1. Fangos activos con aireación prolongada

El proceso de aireación prolongada es similar al de lodos activos en mezcla completa o el de flujo pistón, excepto que funciona en un rango de carga másica inferior y con mayores tiempos hidráulicos de residencia y de retención celular, lo que potencia los procesos de respiración endógena y por tanto la cantidad de lodos purgados o en exceso es mucho menor, además de presentar estos lodos un contenido en materia orgánica biodegradable mas bajo (lodo más estable) que los procesos de lodos activos de carga media.

Debido al gran tiempo de retención y la baja actividad bacteriana, no queda favorecido ningún tipo de flujo especial (mezcla completa o flujo pistón). Se suelen adoptar configuraciones sencillas de depósitos, equipadas generalmente con aireadores de superficie y con un número reducido de celdas.

Estos tipos de procesos presentan sus ventajas y sus inconvenientes:

- Ventajas:
 - Extrema sencillez de funcionamiento: el tratamiento del agua y la estabilización de los fangos se hacen en la misma cuba de aireación.
 - El largo tiempo hidráulico de retención y la baja actividad bacteriana proporciona una buena resistencia a los efectos de choques de contaminación, variaciones de pH y efectos de inhibidores y de tóxicos.
 - Cuando el suministro de oxígeno es suficiente, se produce nitrificación.
 - Proporciona un buen almacenamiento de los fangos.

- Inconvenientes:
 - Presencia de pequeños flóculos en el agua tratada.
 - Mayor volumen de las cubas de aireación.
 - Mayor consumo de energía y potencia de aireación necesaria.

Se opta por utilizar este tipo de tratamiento, ya que los costos adicionales derivados de la aireación están más que compensados por la reducción en las inversiones del capital para el tratamiento primario y los equipos subsiguientes para la manipulación y tratamiento de los lodos.

5.3.1.3. Justificación para la eliminación de nitrógeno

Uno de los objetivos del presente proyecto es la eliminación del nitrógeno del agua residual ya que esta sustancia resulta perjudicial para el cauce receptor del agua tratada. Esto se debe a que:

- a. Los compuestos de nitrógeno en forma orgánica o como amoníaco producen un consumo de oxígeno que puede llegar a reducir la presencia de oxígeno disuelto en los ríos por debajo de los valores necesarios para la existencia de los peces.

- b. Los nitritos y el amoníaco son altamente tóxicos para los peces.

5.3.1.4. Compuestos de nitrógeno en el agua residual

El origen principal del nitrógeno en el agua residual urbana son las proteínas ingeridas por las personas en su alimentación, las cuales llegan al agua fundamentalmente como urea [$CO(NH_2)_2$].

En las redes de alcantarillado la urea se transforma rápidamente a amonio y los compuestos de nitrógeno orgánico son hidrolizados por bacterias y por tanto convertidos también en amonio.

Por este motivo, la mayoría del nitrógeno influente a una estación depuradora se encuentra en forma no oxidada. A la totalidad del nitrógeno no oxidado (orgánico y amoniacal) es a lo que se llama nitrógeno Kjeldahl (NKT).

Eventualmente puede llegar también en el influente de una depuradora parte de nitrógeno oxidado (nitritos o nitratos), su origen en este caso estará en vertidos industriales o en infiltraciones de la red.

- En una estación depuradora con tratamiento biológico convencional sin nitrificación, la mayoría de los compuestos orgánicos del nitrógeno son hidrolizables a amonio. Una parte es utilizada por las bacterias (el 12% de la biomasa es nitrógeno) y por lo tanto retirado del sistema con los fangos en exceso y el resto es vertido al cauce como nitrógeno amoniacal.
- En una planta con nitrificación, es convertido a nitratos el nitrógeno amoniacal no empleado por la biomasa, si bien, el contenido total de nitrógeno en el efluente sigue siendo el mismo prácticamente.
- En una planta con nitrificación y desnitrificación, los nitratos son transformados en nitrógeno gas (N_2) y por lo tanto pasa a la atmósfera, eliminándose del vertido de agua.

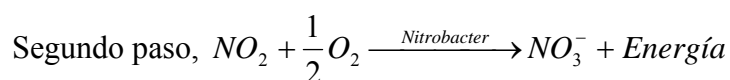
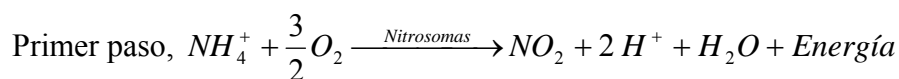
No obstante, y pese a los procesos de desnitrificación, siempre queda en el efluente de la depuradora una pequeña cantidad de nitrógeno orgánico (1-2 mg N-org/l) que corresponde a los compuestos disueltos difícilmente biodegradables (DQO refractaria).

5.3.1.5. Proceso de nitrificación

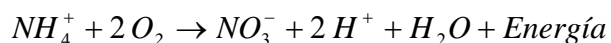
Como ya se ha explicado, el proceso mediante el cual se convierte a nitrato el nitrógeno presente en el agua residual bruta o decantada se conoce como “nitrificación biológica”.

La nitrificación es un proceso autotrófico, es decir, la energía necesaria para el crecimiento bacteriano se obtiene de la oxidación de compuestos de nitrógeno, principalmente de amoníaco. Al contrario que los organismos heterótrofos, para la síntesis de células nuevas, los organismos nitrificantes emplean dióxido de carbono (carbono inorgánico), en lugar de carbono orgánico.

La nitrificación del nitrógeno amoniacal es un proceso que se realiza en dos etapas, en el que toman parte dos familias de microorganismos, los Nitrosomas y los Nitrobacter. En la primera etapa, el amonio se convierte a nitrito; en la segunda, el nitrito se convierte a nitrato. el proceso de conversión se describe del siguiente modo:



Los Nitrosomas y los Nitrobacter utilizan la energía desprendida en estas reacciones para el crecimiento y mantenimiento celular. La reacción energética global se representa en la ecuación siguiente:



Esta ecuación se caracteriza por dos aspectos fundamentales:

- Precisa un elevado consumo de oxígeno: la oxidación de 1g de N-NH₄⁺ precisa 4,57 g de O₂.

- Se produce una fuerte acidificación: 1 mol de $N-NH_4^+$ forma 2 moles de H^+ .
- Por cada miligramo de $N-NH_4^+$ oxidado se consumen 7,14 mg de alcalinidad como CO_3Ca .

Para conseguir la nitrificación lo único que se precisa es mantener las condiciones adecuadas para el crecimiento de los organismos nitrificantes. Esto se puede conseguir por medio de cualquiera de los procesos explicados en los apartados anteriores, ya sean cultivos en suspensión o cultivos fijos. En los cultivos en suspensión los procesos más comúnmente empleados son:

- Flujo en pistón convencional
- Mezcla completa
- Aireación prolongada
- Diferentes variantes de canales de oxidación

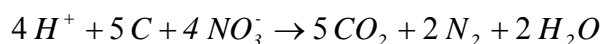
En los cultivos fijos, la nitrificación se suele conseguir reduciendo la carga aplicada. Los procesos empleados son los ya explicados de:

- Lechos bacterianos
- Contactores biológicos rotativos
- Biofiltros.

5.3.1.6. Proceso de desnitrificación

La base del proceso reside en que en ausencia de O_2 disuelto, las bacterias heterótrofas pueden utilizar nitratos o nitritos originándose nitritos (NO_2^-) o nitrógeno gas (N_2), respectivamente.

La reacción puede expresarse de forma resumida como:



La reacción se caracteriza por:

1. Se recupera una parte importante del oxígeno consumido en la nitrificación: 2,86 gramos O_2 por cada gramo de $N-NO_3$ desnitrificado.
2. Se recupera la mitad de la alcalinidad perdida en al nitrificación. Se produce 3,57 mg de alcalinidad como $CaCO_3$ por cada mg de $N-NO_3$ reducido a gas.

Las condiciones imprescindibles para que se pueda llevar a cabo el proceso de desnitrificación son:

- Presencia de combinaciones oxidadas de nitrógeno
- Ausencia de oxígeno disuelto
- Presencia de bacterias facultativas (que pueden usar nitratos u oxígeno)
- Presencia de un sustrato asimilable como fuente de energía.

Además existen otros factores que influyen positiva o negativamente:

Factores favorables a desnitrificación:

- Relación $N/DBO_5 < 0,2$
- Ausencia de decantador primario, o tamaño muy pequeño
- Relación DBO_5 soluble / DBO_5 total grande
- Preacidificación del agua residual
- Homogeneización de caudales y concentraciones

Factores desfavorables

- Altas cantidades de agua infiltrada y canalizaciones mixtas
- Disminución en la red de la parte fácilmente biodegradable de la DBO_5
- Largo tiempo de retención en decantador primario
- Precipitación
- Relación $N/DBO_5 > 0,3$ en entrada

- Relación DBO_5 soluble/ DBO_5 total pequeña
- Entrada de O_2 disuelto
- Oscilaciones no acompasadas de DBO_5 y N.

5.3.1.7. Nitrificación con desnitrificación preconectada

Con carácter general, todos los procesos deben cumplir dos condiciones:

1. Debe haber zonas con ausencia de oxígeno en las que con una agitación adecuada se pongan en contacto los fangos y el agua residual.
2. Debe haber demanda de oxígeno suficiente de las bacterias heterótrofas.

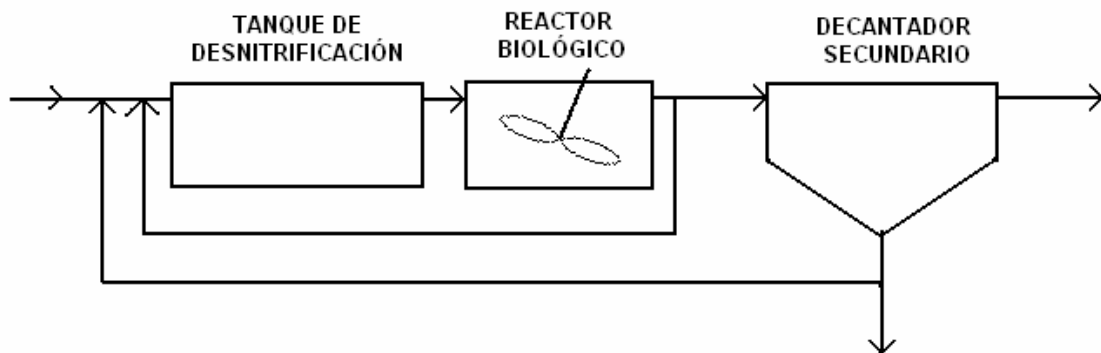


Figura 6: Esquema del proceso de nitrificación con desnitrificación preconectada.

En la solución adoptada, los nitratos (que salen del reactor biológico) llegan al tanque anóxico para la desnitrificación por recirculación interna, que suele ser varias veces superior al caudal medio.

5.3.2. Decantación secundaria

La unidad de sedimentación secundaria es parte fundamental del proceso de fangos activados. Para conseguir los objetivos de calidad relativos a los sólidos en suspensión y DBO asociados a los sólidos suspendidos volátiles del efluente.

En el tanque de espesamiento se suele aumentar unas 4-5 veces la concentración de sólidos del tanque de aireación. La capacidad de espesamiento suele medirse en términos del índice de volumen de lodos (IVL) que mide los ml. que ocupa (por gramo de materia seca) 1 litro de lodo activado después de sedimentar durante 30 minutos en una probeta graduada. Los valores habituales son unos 100-200 ml, si se llegan a hacer mucho mayores, los flóculos no se separan por la parte inferior formándose con frecuencia lo que se denomina hinchamiento de lodos (bulking).

La eficacia global de los lodos activados depende mucho del espesador. Para el funcionamiento se debe exigir tanto una adecuada capacidad de clarificación (velocidad superficial de afluente $30-40 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$), como de espesamiento (unos $70-140 \text{ Kg. SST}/\text{m}^2 \cdot \text{día}$). No obstante con nuevos tipos de sedimentadores o con la introducción de lamelas, las velocidades de carga a los espesadores pueden hacerse bastante mayores.

La sedimentación se lleva a cabo en un depósito circular con alimentación central de Líquido Mezcla. El líquido clarificado sale por la parte superior, por rebose hacia un canal, desde donde es enviado a filtración y posteriormente a desinfección.

Los sólidos decantan y son extraídos por la parte central del fondo del decantador. Los fangos son inducidos a circular hacia la zona central de descarga por medio de unas rasquetas.

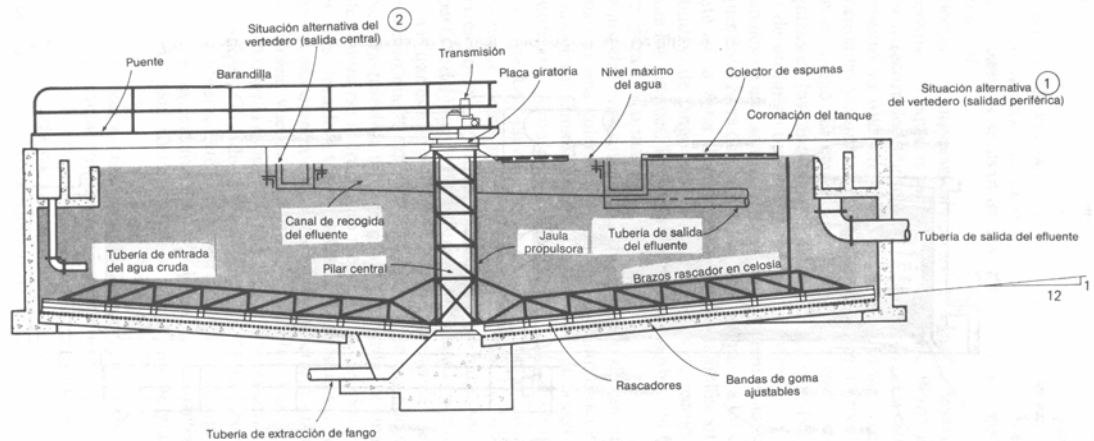


Figura 7. Decantador circular

5.4. TRATAMIENTO TERCIARIO (DESINFECCIÓN)

El tratamiento terciario que vamos a aplicar a nuestra agua residual es la desinfección del efluente procedente del tratamiento secundario.

La desinfección consiste en la destrucción selectiva de los organismos causantes de enfermedades. No todos los organismos se destruyen durante el proceso, punto en el que radica la principal diferencia entre la desinfección y la esterilización, proceso que conduce a la destrucción de la totalidad de los organismos.

En el campo de las aguas residuales, las tres clases de organismos entéricos de origen humano de mayores consecuencias en la producción de enfermedades son las bacterias, virus y quistes amebianos. Las enfermedades típicas transmitidas por el agua son: tifus, cólera, paratifus y disentería bacilar.

5.4.1. Descripción de los métodos y medios de desinfección.

En el campo del tratamiento de las aguas residuales, desinfección suele realizarse mediante:

- Agentes físicos.
- Medios mecánicos.
- Radiación.
- Agentes químicos.

- **Agentes físicos:**

Los desinfectantes físicos más utilizados son la luz y el calor. El agua caliente a la temperatura de ebullición, por ejemplo, destruye las principales bacterias causantes de enfermedades y no formadoras de esporas.

El calor se usa frecuentemente en las industrias lácticas, pero no es un medio factible de aplicación a grandes cantidades de agua residuales debido a su elevado coste.

La luz solar, es asimismo, un buen desinfectante. En especial puede usarse la radiación ultravioleta. La eficacia de este proceso depende de la penetración de los rayos en el agua.

- **Medios mecánicos:**

Las bacterias pueden también eliminarse por medios mecánicos durante el tratamiento del agua residual. Algunos de los procesos pueden ser tamices, desarenadores, sedimentación primaria, precipitación química, filtro percolador, fangos activados y cloración de agua residual tratada.

- **Radiación:**

Los principales tipos de radiación son electromagnética, acústica y de partículas. Los rayos gama se emiten a partir de radioisótopos, tales como el cobalto 60. Dado su

poder de penetración los rayos Gamma se han utilizado para desinfectar (esterilizar) tanto el agua potable como el agua residual.

Los factores que influyen en la acción de los desinfectantes son los siguientes:

- Tiempo de contacto.
- Concentración y tipo de agente químico.
- Intensidad y naturaleza del agente físico.
- Temperatura.
- Número de organismos.
- Tipos de organismos.
- Naturaleza del medio líquido.

- **Agentes químicos:**

Los requisitos que debe cumplir un desinfectante químico ideal se indican en la tabla 2. Como puede verse, un desinfectante debería poseer una amplia y variada gama de características.

Característica	Desinfectante ideal	Cloro	Hipoclorito sódico	Hipoclorito cálcico	Dióxido de cloro	Ozono
Toxicidad para los microorganismos	Debe ser altamente tóxico a disoluciones elevadas	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Solubilidad	Debe ser soluble en agua o tejido celular	Ligera	Alta	Alta	Alta	Alta
Estabilidad	La pérdida de acción germicida con el tiempo debe ser baja	Estable	Ligeramente inestable	Relativamente estable	Inestable, debe generarse a medida que se consume	Inestable, debe generarse a medida que se consume
No tóxico para las formas más elevadas de vida	Debe ser tóxico para los microorganismos y no tóxico para el hombre y otros animales	Altamente tóxico para formas más elevadas de vida	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico

Homogeneidad	La disolución debe ser uniforme en composición	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo	Homogéneo
Interacción con materias extrañas	No debe ser absorbido por otra materia orgánica de células bacteria	Oxida la materia orgánica	Oxidante activo	Oxidante activo	Alta	Oxida la materia orgánica
Toxicidad a temperatura ambiente	Debe ser efectivo dentro del intervalo de la temperatura ambiente	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta
Penetración	Debe tener la capacidad de penetrar a través de las superficies	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Capacidad desclorizante	Debe desodorizar al tiempo que desinfecta	Alta	Moderado	Moderado	Alta	Alta
Disponibilidad	Debe estar disponible en cantidades y a un precio razonable	Coste bajo	Coste moderadamente bajo	Coste moderadamente bajo	Coste moderado	Coste alto
No corrosivo y no colorante	No debe atacar metales ni teñir la ropa	Altamente corrosivo	Corrosivo	Corrosivo	Altamente corrosivo	Altamente corrosivo

Tabla 2: Característica de los agentes desinfectantes.

Aunque tal compuesto no existe, deberán tenerse en cuenta los requisitos de esta tabla al valorar los desinfectantes propuestos o recomendados. Otro aspecto importante es que el desinfectante sea seguro en manejo y aplicación y que su fuerza o concentración en las aguas tratadas sea medible, de modo que pueda determinarse la presencia de una cantidad residual.

Los desinfectantes más corrientes son los productos químicos oxidantes, de los cuales el cloro es el más universalmente utilizado. El bromo y el yodo son, a veces, utilizados en piscinas, pero no en aguas residuales tratadas.

5.4.2. Selección del proceso y agente desinfectante

Se ha seleccionado como agente desinfectante al hipoclorito sódico, debido a su

- Mayor manejabilidad, al ser un compuesto líquido, que no requiere trabajo a presión,
- Mayor seguridad, los escapes son menos peligrosos y observables a simple vista,
- Coste moderadamente bajo,

Estos son los tres aspectos que lo diferencia del resto de desinfectantes usados.

El proceso de desinfección con hipoclorito sódico consiste simplemente mantener el agua a tratar en contacto con el reactivo durante, al menos, entre el 80 y 90% del tiempo de contacto especificado. La mejor manera de alcanzar este objetivo es emplear un tanque de laberinto del tipo de flujo en pistón o bien una serie de tanques interconectados o con diferentes compartimentos.

Para facilitar las operaciones de mantenimiento y de extracción de fangos acumulados, la mayoría de las plantas deberían contar con dos o más tanques de cloración. Como alternativa al vaciado del tanque para la extracción de fangos, se pueden emplear equipos de limpieza por aspiración

5.5. TRATAMIENTO DE LODOS

La depuración de aguas residuales lleva implícita la producción de fangos como subproducto. Dentro de una instalación de tratamiento de aguas residuales urbanas se pueden distinguir dos tipos de fangos, los llamados primarios, que son los sólidos sedimentados y evacuados en la decantación primaria, y los fangos en exceso o biológicos, que son los producidos en el propio proceso biológico de tratamiento y que son evacuados del sistema en el decantador secundario.

En nuestro caso solo vamos a tratar fangos en exceso o biológicos ya que no disponemos en nuestro proceso de tratamiento primario.

- **Fangos biológicos o en exceso**

La materia orgánica de estos fangos está parcialmente descompuesta, son de color marrón oscuro, con un olor a tierra húmeda no desagradable. El contenido en humedad está comprendido entre el 98 y el 99,5%. Son difíciles de concentrar.

En nuestro caso al ser un tratamiento de aireación prolongada la cantidad de fangos purgados es mucho menor que en los procesos convencionales y además, estos lodos son más estables que los obtenidos en un proceso de carga media ya que tienen un contenido en materia orgánica biodegradable más bajo.

5.5.1. Espesamiento

El espesamiento consigue un incremento de la concentración de los fangos por eliminación del agua, reduciéndose así el volumen de los mismos y mejorando el rendimiento de los procesos posteriores. Los métodos de espesamiento más conocidos son el de gravedad, utilizado para los fangos primarios y para fangos biológicos de baja carga como es nuestro caso.

5.5.1.1. Espesado por gravedad

El espesador de gravedad tiene un diseño similar a un decantador. Generalmente son circulares. La alimentación se realiza por una tubería a una campana central, que sirve como reparto y de zona de tranquilización, con una altura tal que no influya en la zona inferior de compactación. El fondo debe tener una pendiente mínima del 10%.

El conjunto va equipado con un mecanismo giratorio provisto de unas rasquetas de fondo para el barrido de los fangos y su conducción a una poceta central desde donde se extrae y de unas piquetas verticales cuya finalidad es la homogeneización de la masa así como la generación de canales preferenciales que faciliten la evacuación del agua intersticial y de los gases ocluidos en los fangos que se generan por fenómenos de fermentación. El líquido sobrenadante se recoge por un vertedero perimetral y es enviado a cabecera de planta.

El mecanismo giratorio suele ser de accionamiento central, con doble brazo diametral. Este tipo de accionamiento es conveniente para obtener el par necesario para asegurar el movimiento del sistema. Normalmente se instala un limitador de par para evitar sobretensiones en el motorreductor.

Es aconsejable instalar un sistema automático de elevación de las rasquetas, para arrancar el espesador, sobre todo después de paradas prolongadas, ya que los sedimentos más espesados están en el fondo, aprisionando las rasquetas y haciendo difícil la puesta en

funcionamiento, sin que actúe el limitador de par. Una vez que el mecanismo ha alcanzado su velocidad nominal se procede a introducir automáticamente las rasquetas.

La extracción de los fangos desde la poceta central puede realizarse por gravedad mediante válvulas o bien por aspiración directa mediante bombas. El sistema de extracción debe tener la posibilidad de hacerse de forma temporizada así como la de que la toma pueda realizarse a distintos niveles.

Para evitar posibles olores, a menudo se procede a cubrir el espesador mediante cubierta estanca. Esta puede ser fija, mediante obra de fábrica o bien desmontable. Esta última es más aconsejable ya que se facilita el mantenimiento.

5.5.1.2. Acondicionamiento del fango

Se distinguen esencialmente dos clases de fangos:

- Fangos de naturaleza hidrófoba, generalmente de composición mineral y que se encuentran en ciertas industrias o tratamientos de aguas industriales.
- Fangos de naturaleza hidrófila, resultantes del tratamiento de aguas para el consumo y en particular los fangos resultantes de la depuración de aguas residuales urbanas.

En los fangos hidrófilos, junto con el agua libre, hay una fuerte proporción de agua ligada que comprende: el agua de hidratación coloidal, el agua capilar y el agua celular.

Para la liberación del agua ligada se necesita una energía bastante fuerte, energía que los aparatos mecánicos no pueden dar, y que obliga a recurrir a procedimientos potentes tales como el secado térmico o la incineración.

El agua libre representa alrededor del 70% del agua total, que será en gran parte o totalmente eliminada por los aparatos mecánicos. En la práctica para lograr una pérdida rápida del agua libre, y poder aplicar medios mecánicos de deshidratación, es necesario romper la estabilidad coloidal y aumentar artificialmente el tamaño de las partículas.

Un acondicionamiento adecuado es la base para un correcto funcionamiento del sistema de deshidratación.

5.5.1.2.1. Acondicionamiento químico.

El acondicionamiento químico tiene por finalidad conseguir una aglomeración de las partículas en forma de flóculos.

Los reactivos que se emplean pueden ser de origen mineral u orgánico. Cada uno tiene sus propiedades y producen unos flóculos de unas características determinadas.

Normalmente los reactivos minerales se adaptan mejor a una deshidratación por los filtros de vacío y filtros prensa, y los reactivos orgánicos, a las centrifugas y filtros bandas.

El cloruro férrico y la cal son de los reactivos más empleados y conducen a la formación de un flóculo relativamente fino y estable. También suelen ser empleadas sales ferrosas y varias sales de aluminio. Cuando se emplea cal y cloruro férrico los porcentajes son generalmente, del 3% al 12% de Cl_3Fe y del 6% al 30% de CaO con relación a las materias secas. Estas dosis aumentan con el contenido en materias volátiles del fango.

La dosificación de los floculantes puede ser manual o automática. En el caso de algunos productos como el cloruro férrico, la preparación conviene que sea lo más automática posible por causa de la corrosividad natural del producto.

Para conseguir una buena floculación del fango, es necesario garantizar unos tiempos de maduración de 15 a 30 minutos. Este tiempo se consume parte en el depósito de mezcla y el resto en la artesa del filtro al vacío o en el depósito tampón que precede al filtro prensa.

Los polielectrolitos orgánicos de síntesis están constituidos por largas cadenas monomoleculares y que producen una floculación extremadamente diferenciada por formación de puentes entre partículas, gracias a largas cadenas ramificadas.

Según la constitución de los polielectrolitos estos pueden ser aniónicos o catiónicos.

Los polielectrolitos catiónicos son, sobre todo eficaces para el acondicionamiento de fangos con elevado contenido en materias orgánicas coloidales ($\text{MV/MS} = 50\text{-}75\%$). Este es el caso de fangos urbanos.

Para los fangos medianamente mineralizados ($\text{MV/MS} = 35\text{-}45\%$). Los catiónicos son los más adecuados para obtener una buena filtrabilidad, pero una combinación catiónica-aniónica mejorará seguramente la floculación.

Para los fangos fuertemente minerales ($MV/MS = 30-35\%$), los aniónicos son los más eficaces.

Los polielectrolitos se suministran en forma de polvo o de líquido muy viscoso (15-30% de producto activo) para asegurar una buena mezcla con el fango, es necesario inyectarlo bajo la forma de solución acuosa muy diluida (0,05-0,1%).

A fin de evitar el almacenamiento de grandes volúmenes de soluciones diluidas, que por otra parte se degradan rápidamente, se preparan soluciones madres a concentraciones de 0,3-1% de producto anhídrido que se diluyen instantáneamente y de forma continua antes de su inyección en el fango a flocular. Esta inyección es realizada en la tubería de llegada del fango al aparato deshidratador, la floculación es casi inmediata después de una breve mezcla de la solución y el fango, pero pudiendo decrecer o desaparecer (defloculación), si el fango permanece floculado largo tiempo antes de su admisión en el deshidratador.

Para los productos en polvo, caso más frecuente, la preparación de la solución madre comprende, en primer lugar, una fase de mojado o dispersión del producto anhídrido.

Esta dispersión debe hacerse con sumo cuidado par evitar la formación de grumos que tarden mucho tiempo en disolverse. Una vez preparada la solución madre debe dejarse madurar durante una o dos horas.

La operación de dispersión puede ser realizada manualmente mediante dispersores, generalmente de tipo eyector, pero para las instalaciones relativamente importantes la preparación puede ser realizada automáticamente a partir de un silo y un dosificador en seco.

5.5.1.2.2. Selección del proceso de acondicionamiento

En nuestro caso el acondicionamiento se hará en el misma operación de deshidratación, introduciendo un mecanismo de adición del reactivo acondicionante con una tolva en el filtro banda.

El reactivo a utilizar será un polielectrolito orgánico comercial, ya que el uso de cal aumentaría mucho la cantidad de fangos a transportar (mayor coste de transporte), y el uso de otros iones metálicos imposibilitaría el posterior uso del fango para fabricación de compost.

5.5.2. Deshidratación

Cualquiera que sea la concepción de la estación, se deben concentrar los fangos, es decir, deshidratarlos de manera que aumente el porcentaje en materia seca lo más posibles para reducir el volumen al máximo.

Los procedimientos de deshidratación se dividen en dos tipos:

- Procedimientos naturales:
 - Eras de secado.
 - Lagunaje.

- Procedimientos mecánicos:
 - Filtros de vacío.
 - Centrífugas.
 - Filtros prensa.
 - Filtros banda.

En el caso de deshidratación mecánica los fangos deben ser acondicionados, bien químicamente o bien térmicamente.

La deshidratación supone una separación de agua y sólidos. Los contenidos de sólidos que pueden conseguirse dependen, entre otros factores, de la composición, del fango alimentado.

El sistema de deshidratación empleado depende de las características de la planta, del tipo de fango, y del destino final de los mismos.

5.5.2.1. Tipos de procedimientos de deshidratación

- **Eras de secado.**

Los lechos o eras de secado están formados por una capa de material drenante, divididas en compartimentos por muretes verticales, y sobre la que se vierte el fango en espesores de 20 a 30 centímetros como máximo.

El empleo de eras es aconsejable en poblaciones pequeñas, debido a factores como el elevado tiempo de retención del fango y las disponibilidades de terreno.

El secado de los fangos sobre las eras resulta de la combinación de dos fenómenos o factores: drenaje y evaporación.

- **Lagunaje.**

Las lagunas de secado se pueden emplear para la deshidratación de fango digerido en lugar de las eras de secado.

La profundidad del fango suele variar entre 0,75 y 1,25 m. El principal mecanismo responsable de la deshidratación es la evaporación.

- **Filtros de vacío.**

Consiste fundamentalmente en un cilindro rotatorio, sobre el que descansa el medio filtrante. El cilindro va sumergido parcialmente en un tanque en el que se encuentra el fango a deshidratar que ha sido acondicionado previamente. Las diversas celdas en que se encuentra dividida su superficie exterior, van recubiertas por una tela filtrante constituida por fibras sintéticas.

Una bomba exterior crea un vacío que provoca la absorción del líquido a través de la tela filtrante, en tanto que los sólidos en suspensión se depositan sobre ella en una capa uniformemente. A medida que el tambor avanza, las celdas van pasando por unas fases de filtración, secado, descarga de la torta y lavado de la tela. El líquido filtrado se reenvía normalmente a cabecera de la línea de tratamiento de agua.

- **Centrifugación.**

El proceso de centrifugación, utilizado desde hace mucho tiempo se basa en la acción centrípeta para la separación sólido-líquido por diferencia de densidades.

Existen tres diseños de centrífuga: cónica, cilíndrica y cilíndrico-cónica.

El tambor cónico alcanza la mayor sequedad de torta, pero a costa de una turbidez mayor en el agua de salida. El tipo cilíndrico tiene una retención con mucho calado a lo largo de toda su longitud, y produce un agua con menos contenidos de sólidos, pero sin embargo la torta es relativamente húmeda.

El diseño cilíndrico-cónico es el más generalizado en este tipo de centrífugas. Es una máquina flexible y puede variar la relación entre la sequedad de la torta y la calidad del agua sobre márgenes más amplios.

- **Filtros prensa.**

Los filtros prensa se utilizan cada vez con mayor frecuencia, a pesar del carácter discontinuo de su funcionamiento y del elevado coste de su inversión. Su desarrollo se explica por las razones siguientes:

- Mayor mecanización.
- Necesidad de obtener tortas muy secas.

Un filtro prensa está constituido esencialmente por un conjunto de placas acanaladas recubiertas de una tela filtrante que en posición vertical, se yuxtaponen y apoyan fuertemente unas con otras, por tornillos hidráulicos dispuestos en unos orificios de comunicación situados en el centro de cada placa, el fango pasa a ocupar el espacio existente entre cada dos de ellas; debido a la progresiva presión ejercida, parte del agua contenida en el fango lo abandona, y traspasa la tela filtrante yendo a parar a los orificios acanalados de la placa que la encauzan a los conductos de evacuación situados en los extremos de las mismas.

- **Filtros banda.**

Este sistema de deshidratación está basado en la buena drenabilidad del fango que previamente ha sido acondicionado con polielectrolito. En efecto, la mezcla íntima de una solución diluida de polielectrolito con el fango produce una suspensión de flóculos voluminosos en agua intersticial clara; el fango floculado tiene entonces una gran facilidad de escurrir muy rápidamente por simple drenaje, cuando se le coloca un tamiz o tela de abertura de malla relativamente grande.

Un filtro banda es un sistema mecánico de deshidratación en el que en una primera fase se permite al fango floculado un drenaje libre para, en una segunda fase someterlo a un prensado progresivo.

En la actualidad existe una gran variedad de tipos o marcas de filtros de banda de procedencia francesa, austriaca, suiza, japonesa y americana donde la diferencia fundamental reside en la concepción más o menos sofisticada de la zona de prensado.

Los resultados de sequedad de la torta obtenida dependen ante todo de la naturaleza del fango y de su acondicionamiento.

Se puede decir que el acondicionamiento es la operación fundamental en la deshidratación por filtros banda. En la selección del reactivo adecuado se debe poner la máxima atención. Mediante tests de floculación y de drenaje bastante rápidos se pueden aislar una serie de polielectrolitos para posteriormente en ensayos realizados en el mismo aparato elegir el más adecuado basándose en los rendimientos obtenidos, y en los costes se los productos que habían sido considerados como los más adecuados.

La solución madre de polielectrolito se diluye con agua en un dispositivo de mezcla a la necesaria concentración de servicio.

La dosificación del reactivo se realiza en su fase concentrada por medio de una bomba dosificadora de caudal variable. El agua de dilución pasa a través de un rotámetro que permite un ajuste exacto de la dilución.

La adición de polielectrolito diluido y su mezcla con los fangos se realiza bien dentro o después de la bomba dosificadora de fangos. El fango que se alimenta de forma continua al filtro de banda, por medio de una bomba volumétrica de velocidad variable, obtiene después de su mezcla con el polielectrolito y de su floculación total, una estructura totalmente cambiada. Para mejorar la floculación, y por tanto el funcionamiento del filtro, se debe prever un depósito de floculación inmediatamente antes de la alimentación al aparato.

El fango floculado tiene una estructura relativamente frágil y por ello, la suspensión deberá ser manipulada con precaución para evitar la formación de finos por ruptura de los flóculos, esto obstaculizará el drenaje por atascamiento de la banda, o conducirá a pérdidas de sólidos que pasarían a través de la tela.

La fase de drenaje tiene una importancia esencial, pues ella permite conferir al fango una cohesión o resistencia suficiente para la fase siguiente de expulsión del agua por prensado progresivo. En esta primera fase el fango se vierte sobre una banda portadora en la que durante su recorrido deja salir entre el 20 y el 50% de su contenido inicial de agua. De esta forma el fango llega a una zona de cuña formada por la banda portadora y una

segunda banda donde bajo una presión ascendente los fangos se deshidratan hasta obtener una consistencia adecuada para su posterior tratamiento en las restantes zonas de filtración.

La separación de la cuña es ajustable, de manera que la abertura en la parte de entrada sea aproximadamente de 0,5 hasta 1 centímetro mayor que el espesor de la capa de fangos al final de la zona de salida. Este ajuste depende de las características de los fangos; una cuña demasiado pronunciada puede dar lugar a un flujo de retorno que llegue a producir el rebosamiento de la zona de drenaje; por el contrario, una cuña pequeña da lugar a una deshidratación insuficiente, y ocasiona que los fangos salgan lateralmente durante la etapa de espesado. Este ajuste de la cuña, es un tema difícil, y requiere mucha experiencia, debe ser realizado durante la etapa de puesta en marcha, y no variarlo a menos que cambie en gran medida las características de los fangos. Durante la fase de prensado, las bandas filtrantes con la torta situada entre ellas, son guiadas a través de unos rodillos de prensado que simultáneamente producen un efecto de cizalladura. Con esta acción combinada se consigue la deshidratación de la torta hasta su mayor contenido de materia seca.

La presión ejercida entre las bandas depende del tensado de las mismas que se fija durante la puesta en marcha, mediante un dispositivo adecuado, y que al igual que el ángulo de cuña, no debe ser variado posteriormente.

Una vez que la torta de fangos ha pasado la zona de cizalladura, es descargada de la banda filtrante por medio de rasquetas.

La velocidad de avance imprimida a las bandas de manera sincronizada por un motor que actúa sobre unos rodillos tractores, puede elegirse entre 0,5 y 5 m/min. La velocidad práctica dependerá de la drenabilidad de la suspensión floculada para una zona de drenaje dada. Por lo tanto debe encontrarse por medio de ensayos el mejor ajuste de la máquina.

La presión de deshidratación se consigue principalmente por la tensión de las telas de filtración, que a su vez se obtiene mediante cilindros neumáticos o hidráulicos, al desviarse una banda hacia un lado, se ajusta el rodillo de guía mediante el cilindro, de tal forma que vuelve a la banda a su posición centrada.

Otro factor fundamental en un filtro banda es el relativo al lavado de las telas filtrantes. Este debe ser realizado de una forma continua y eficaz, pues de lo contrario, restos de materia fangosa se incrustan en las telas, terminando por originar su atascamiento, y por tanto unos bajos rendimientos en las fases de drenaje y prensado.

Una tendencia bastante corriente, consiste en utilizar el filtrado como líquido de lavado; si esto es así, el sistema de pulverización deberá ser concebido de manera que facilite su mantenimiento. De todas formas, es necesario disponer de agua de servicio para cuando no se obtenga en las zonas de deshidratación y de prensado suficiente filtrado, para garantizar el aprovisionamiento al dispositivo de lavado, y sobre todo para realizar la secuencia de limpieza una vez parada la instalación.

Un bajo caudal de lavado, dará lugar a problemas en la explotación, con bajos rendimientos y continuas paradas para limpiar las bandas para limpiar las bandas. Se puede considerar una necesidad de agua de lavado del orden de $5 \text{ m}^3/\text{h}$ por metro de ancho de banda.

La capacidad de producción de filtros banda se expresa en Kg de materia seca extraída por metro de ancho de banda y por hora ($\text{Kg M.S./m}\cdot\text{h}$).

Sin embargo, a la hora de hablar de rendimiento debemos tener también en cuenta la sequedad de la torta obtenida, porcentaje de sólidos en el filtrado y consumo de polielectrolitos expresado en Kg de producto anhidro por tonelada de materia sólida introducida.

En la mayoría de los casos se registran tasas de captura superiores al 95%, con fangos muy coloidales y poco concentrados, este rendimiento puede descender al 85-90%.

De manera general se puede decir que para un mismo fango, a mayor concentración de entrada, mayor será la sequedad de la torta obtenida, mientras que el consumo de polielectrolito sigue la ley inversa. Igualmente para una sequedad prefijada en los límites de accesibilidad, la capacidad productiva es función creciente del porcentaje en materias secas del fango alimentado e inversamente para el polielectrolito.

5.5.2.2. Selección del tipo de deshidratación

Desechamos los métodos naturales de deshidratación debido a la elevada extensión de terreno necesaria para llevarlos a cabo.

De entre los métodos de deshidratación mecánicos seleccionamos los filtros banda, que presentan las siguientes ventajas:

- Mayor mecanización
- Alta capacidad de deshidratación, alcanzando con facilidad una concentración final de fangos del 25%.
- Alta tasa de captura de sólidos, pudiendo alcanzar el 95%.
- Opera en continuo.
- Alta adaptabilidad a cualquier tipo de fango.

6. MATERIAS PRIMAS

6.1. AGUA RESIDUAL

El agua residual tiene principalmente cuatro procedencias destacables:

- Agua residual doméstica o sanitaria procedente de zonas residenciales o instalaciones comerciales, públicas y similares.
- Agua residual industrial que es el agua residual donde predominan los vertidos industriales.
- Infiltraciones y aportaciones incontroladas. Esta agua entra tanto de manera directa como indirecta en la red de alcantarillado. Las infiltraciones hacen referencia al agua que penetra en el sistema a través de juntas defectuosas, fracturas y grietas, o paredes porosas. Por otro lado, las aportaciones incontroladas corresponden a las aguas pluviales que se descargan a la red por medio de alcantarillas pluviales, drenes de cimentaciones, bajantes de edificios y tapas de pozos de registro.
- Aguas pluviales resultante de la escorrentía superficial.

6.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DEL AGUA RESIDUAL

6.2.1. Propiedades físicas:

- Olores: Normalmente, los olores son debidos a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual reciente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor característico del agua residual séptica es el debido a la presencia de sulfuro de hidrógeno que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de los microorganismos anaerobios.
- Colores: El agua residual reciente suele tener un color grisáceo. Sin embargo al aumentar el tiempo de transporte en las redes de alcantarillado y

al desarrollarse condiciones más próximas a las anaerobias, el color del agua residual cambia gradualmente de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir color negro.

- Conductividad: el agua residual de uso doméstico suele tener 1000 – 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$.
- Temperatura: La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro. En función de la situación geográfica, la temperatura media anual del agua residual varía entre 10 y 21°C, pudiéndose tomar 16°C como valor representativo.
- Sólidos: Hay sólidos de diferentes tipos: totales, disueltos, en suspensión o filtrables, sedimentables y no sedimentables.

6.2.2. Propiedades químicas

- Materia orgánica: Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas, hidratos de carbono, y grasas y aceites. Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina, aunque ésta se descompone rápidamente.
- Materia inorgánica: Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Entre ellos destaca el pH (6 – 9), el oxígeno disuelto (suele ser cero en el agua residual) y nutrientes (nitrógeno, fósforo...).

6.2.3. Propiedades biológicas

- Microorganismos: Son principalmente bacterias (coniformes totales y fecales y estreptococos fecales), hongos, algas, protozoos (algunos útiles en los sistemas de tratamiento y otros patógenos), virus, plantas y animales.
- Organismos patógenos: Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedades.

6.3. CONTAMINANTES DE IMPORTANCIA EN EL TRATAMIENTO

Contaminantes	Razón de la importancia
Sólidos en suspensión	Pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático.
Materia orgánica biodegradable	Compuesta principalmente por proteínas, carbohidratos, grasas animales, la materia orgánica biodegradable se mide, en la mayoría de las ocasiones, en función de la DBO (demanda bioquímica de oxígeno) y de la DQO (demanda química de oxígeno). Si se descargan al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y al desarrollo de condiciones sépticas.
Patógenos	Pueden transmitirse enfermedades contagiosas por medio de los organismos patógenos presentes en el agua residual.
Nutrientes	Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando se vierten al entorno acuático, estos nutrientes pueden favorecer el crecimiento de una vida acuática no deseada. Cuando se vierten al terreno en cantidades excesivas, también pueden provocar la contaminación de agua subterránea.
Materia orgánica refractaria	Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento. Ejemplos típicos son los agentes tensoactivos, los fenoles y los pesticidas agrícolas.
Sólidos inorgánicos disueltos	Los constituyentes inorgánicos tales como el calcio, sodio y los sulfatos se añaden al agua de suministro como consecuencia del uso del agua, y es posible que se deban eliminar si se va a reutilizar el agua residual.

6.4. REACTIVOS QUÍMICOS NECESARIOS EN EL TRATAMIENTO

- Polielectrolito: El consumo de polielectrolito tiene lugar en los filtros banda para la deshidratación de los lodos. Su papel es el de estabilizar y espesar el fango.

Concentración de polielectrolito : 5.5 kg/m³

- Hipoclorito sódico: Se utiliza como agente desinfectante en la unidad de cloración.
Sus propiedades son:
 - **Peso molecular: 74.45 g/mol**
 - **Densidad: 0.98 kg/l**
 - **Formula química: NaOCl**

7. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

7.1. CANAL DE DESBASTE

Unidades	2 canales	
Dimensiones	Pendiente	0.5%
	Sección	rectangular
	Anchura del canal	0.3 m
	Altura útil	28 cm
	Altura construida	100 cm
Caudal de diseño	Caudal punta	319.08 m³/h
	Caudal mínimo	39.96 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.1.1. Plano 2	

7.2. REJA DE GRUESOS

Unidades	2 rejillas, una automática y otra manual.	
Dimensiones	Ancho útil	0.98 m
	Alto útil	1 m
	Sobreelevación	2 m
	Ancho de barrote	40 mm
	Separación libre entre barrotes	80 mm
	Velocidad de la rasqueta	5 m/min
	Potencia	1.5 cv

7.3. POZO DE BOMBEO

Unidades	1 pozo de bombeo	
Dimensiones	Longitud	2.6 m
	Ancho	2.2 m
	Altura construida	3 m
Aliviadero	Geometría	Cuadrado (0.4 x 0.4 m)
	Altura aliviadero	2 m
Bombeo	Caudal de bombeo	63.5 l/s
	Nº de arranques	5
	Sumergencia	0.4 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.2 Plano 3	

7.4. TAMICES

Unidades	2 tamices	
Características	tamiz rotativo tipo 6206	
	Luz de paso	2 mm
	Caudal a tratar	232 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.3	

7.5. DESARENADOR – DESENGRASADOR

Unidades	2 desarenadores – desengrasadores	
Dimensiones	Longitud	4 m
	Anchura	2 m
	Profundidad	3 m
	Anchura canal desarenador	0.3 m
	Anchura canal desengrasador	0.4 m
Aireación	Volumen de aireación	72.5 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.4 Plano 4	

7.6. REACTOR BIOLÓGICO

Unidades	2 reactores biológicos	
Caudal de diseño	2552.47 m³/d	
Tanque de aireación	2 celdas de 17.5 x 17.5 m	
	Volumen útil	3368.75 m³
	Altura útil	5.5 m
	Altura	7 m
	Volumen útil	866.25 m³
Tanque anóxico	Longitud	9 m
	Anchura	17.5 m
	Altura útil	5.5 m
	Altura	7 m
	Aireación	2 aireadores superficiales de 50 cv
Agitación	2 agitadores de 60 cv	
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.6 Planos 5 y 6	

7.7. DECANTADOR SECUNDARIO

Unidades	2 decantadores secundarios	
Caudal de diseño	2552.47 m³/d	
Dimensiones	Volumen útil	259.67 m³
	Diámetro	10.5 m
	Altura	3.16 m
	Pendiente	3%
Deflector de entrada	Diámetro	1.6 m
	Altura	1.6 m
Poceta de fangos	volumen	13.57 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.7 Plano 7	

7.8. CANAL DE CLORACIÓN

Unidades	2 canales de cloración	
Caudal de diseño	2335.3 m³/d	
Dimensiones	volumen	14.59 m³
	Largo	4 m
	Ancho	2.5 m
	Altura	1.5 m
	Ancho canal	0.5 m
	Nº de canales	8
Aditivo	Hipoclorito sódico	
	Cantidad	14.01 kg/d
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.8 Plano 8	

7.9. ESPESADOR POR GRAVEDAD

Unidades	1 espesador por gravedad	
Caudal de diseño	217.17 m³/d	
Dimensiones	Volumen útil	235.62 m³
	Diámetro	10 m
	Altura	3 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.9 Plano 9	

7.10. FILTROS BANDA

Unidades	2 filtros banda	
Caudal a secar	11.4 m³/h	
Dimensiones	Ancho de banda	2 m
	Longitud	4 m
Tolva	Volumen útil	39.05 m
Deposito tampón	Volumen útil	212.6 m³
	Diámetro	9.5 m
	Altura	3 m
Aditivo	polielectrolito	
	Caudal polielectrolito	0.31 m³/h

8. SEGURIDAD E HIGIENE

8.1. TÉCNICAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Hay dos formas de actuación para proteger la salud: La prevención y la curación. De éstas la prevención es la forma ideal, pues se basa en la protección de la salud antes de que se pierda.

Las técnicas de prevención según su forma de actuación se divide en dos grandes áreas: Técnicas Médicas y Técnicas no Médicas. Las Técnicas Médicas actúan sobre la salud y las técnicas no Médicas sobre el ambiente o condiciones de trabajo. Estas últimas son las que mayor importancia tienen en la eliminación de los riesgos de profesionales aunque encuentran limitación en su coste económico.

- Técnicas Médicas
 - Reconocimientos médicos y tratamientos
 - Selección profesional
 - Educación sanitaria
- Técnicas no Médicas
 - Seguridad e Higiene
 - Ergonomía
 - Psicología
 - Política social y formación

Se intentará pues, siempre que se pueda, desarrollar técnica no Médicas sobre las condiciones de trabajo.

8.2. MEDIDAS HIGIENICAS

Las estaciones depuradoras de aguas residuales pueden ser un foco infeccioso importante, ya que uno de los componentes del agua residual son microorganismos patógenos.

El operador conoce estas condiciones, pero al cabo del tiempo olvida el carácter de riesgo para la salud que su trabajo pueda adquirir si no se toman algunas precauciones básicas. Es aconsejable, por lo tanto, colocar en algún lugar bien visible una lista de instrucciones higiénicas que sirvan de recordatorio de que existe un riesgo real que, afortunadamente, es fácil de prevenir.

La O.M.S. (Organización Mundial de la Salud), ha adaptado algunas medidas de seguridad para los operadores de EDAR's. Estas son:

- La planta debe constar siempre con un depósito de agua limpia, jabón y bombonas de lejía. Es aconsejable utilizar toallas desechables de papel, para evitar que las toallas de tela permanezcan demasiado tiempo sin lavar.
- La depuradora debe constar de un botiquín en el que se incluya como mínimo esparadrapo, algodón, mercromina o similar, una disolución detergente desinfectante, tijeras y pinzas. También es conveniente que el operador disponga de algún líquido repelente para evitar las picaduras de los mosquitos u otros insectos que puedan desarrollarse en el entorno.
- El operador debe disponer de guantes y botas de goma, casco de trabajo y al menos dos monos. Si se hace alguna comida en el recinto de la depuradora, hay que designar un área para este fin, y evitar en todo momento comer a la vez que se está efectuando alguna labor que pueda ocasionar el contacto de la comida con algún elemento que haya estado en contacto a su vez con aguas residuales o fangos. Si es posible, es preferible evitar las comidas en el interior del recinto.
- Todas las herramientas de trabajo deben limpiarse con agua limpia antes de ser guardadas después de su uso.
- Los cortes arañazos y abrasiones que pueda sufrir el operador deben desinfectarse inmediatamente después de que se hayan producido.

- Si la planta dispone de electricidad, el operador debe también ocuparse del mantenimiento de equipos eléctricos.
- La entrada de la verja debe mantenerse cerrada incluso cuando el operador está trabajando en el recinto, ya que este no puede estar pendiente todo el tiempo de posibles visitas, y existe un riesgo importante de caídas, especialmente para los niños.
- El operador debe vacunarse contra el tétanos y fiebres tifoideas, así como otras posibles enfermedades que indiquen las autoridades sanitarias del área. También debe someterse a un chequeo médico periódico.
- Antes de empezar su labor como operador, la persona seleccionada para este trabajo debe recibir instrucción en primeros auxilios.

8.3. SEGURIDAD

Los accidentes no son consecuencia natural del trabajo, sino que se producen cuando una serie de circunstancias concurren ocasionándolos e incidiendo en las personas que lo realizan. El aumento de la seguridad en el trabajo está motivado por las razones siguientes:

- Las consecuencias de los accidentes las sufren los trabajadores en su bien, su salud, e incluso su vida. Ambas deben ser protegidas ofreciendo unas condiciones de trabajo adecuadas.
- Económica. Los accidentes ocasionan muchas horas de asentimiento laboral y un alto coste de recuperación de los accidentados.

En las estaciones depuradoras, tanto por el tipo de trabajo como por el producto que se trata, existen riesgos muy variados, pero la frecuencia de los accidentes no es muy significativa. No obstante los peligros potenciales existen, están presentes en el trabajo diario y el afán es de eliminarlos. Para ello se deben estudiar las posibles situaciones de peligro y controlarlas, desde el proyecto y la construcción de las instalaciones hasta la programación de trabajos y su ejecución.

Esta lucha a favor de la seguridad, no termina con la instalación de los medios adecuados sino que es una labor diaria de concienciación de todos.

Los peligros potenciales que existen en una depuradora y las medidas de seguridad para controlarlos son:

- **Daños físicos.** Los riesgos a que están sometidos los trabajadores de una depuradora son similares a los de cualquier otra industria, siendo los más frecuentes los de fractura, conmociones, arañazos, cortes, etc. que pueden ser producidas por diferentes causas.
- **Contagio de enfermedades.** Es poco frecuente que el personal que trabaja en una depuradora contraiga enfermedades por contagio de las aguas, no obstante el peligro existe y sobre todo en el caso de determinadas infecciones. Los contagios se suelen producir:
 - A través de heridas o cortes en la piel, ya que las bacterias que causan la enfermedad pueden encontrar en ellos el medio ideal para proliferar y extenderse por el organismo.
 - A través del sistema respiratorio inhalando aire contaminado con ciertos bacilos.
 - Enfermedades gastrointestinales como fiebres tifoideas, cólera, disentería, lombrices, etc.
- **Asfixia por falta de oxígeno o envenenamiento por gas.** La falta o escasez de oxígeno en el aire ocasiona la asfixia del hombre. Esta situación puede producirse en cualquier recinto cerrado y especialmente si está bajo el nivel del suelo y mal ventilado al ser reemplazado el aire por gases más pesados que él.
- **Gases explosivos.** Entre los gases que se pueden producir en una depuradora, el ácido sulfhídrico, el metano, el monóxido de carbono y el etano son gases explosivos. Los lugares donde existen más probabilidades de que puedan ocurrir explosiones son aquellos en los que por acumularse fangos y no haber buena ventilación, se producen bolsas de gas.

- **Incendios.** Los peligros de incendios son los normales en una industria, incrementados por la posibilidad de inflamación de los gases indicados en el punto anterior.
- **Descargas eléctricas.** Las causas por las que la electricidad puede causar accidentes graves son las siguientes:
 - Paso de la corriente por el corazón y por los centros respiratorios.
 - Asfixia al producirse una laxación en los músculos del tórax que impiden su contracción.
 - Quemaduras externas al exponerse la persona a una descarga eléctrica.
 - Efectos secundarios de caídas o golpes producidos al recibir una descarga.
 - Producción de chispas en una atmósfera explosiva.

Para que se produzcan estos accidentes debe existir un contacto entre la persona y el conductor.

- **Materiales reactivos almacenados.** En esta depuradora es necesario almacenar algunas sustancias peligrosas.
 - Polielectrolito y activador para secado de fangos
 - Hipoclorito para desinfección
- **Ruidos.** En determinados lugares de una depuradora los niveles sonoros de los ruidos generados por determinados motores superan los límites admisibles de 80 decibelios y por tanto los operarios necesitarán protección.

8.3.1. Prevención de accidentes

Una vez reparados todos los riesgos potenciales a que está sometido todo el personal que presta sus servicios en una depuradora de aguas residuales, se intentará paliar estos riesgos proponiendo una serie de medidas a aplicar en las instalaciones y en los equipos que se pongan a disposición y emplee el trabajador.

8.3.2. Prevención de daños físicos

- **Medidas de seguridad fijas**

- Todas las superficies de paso deberán estar libres de obstáculos y bien iluminadas.
- Los lugares susceptibles de ser resbaladizos por sí mismos o por caída de alguna sustancia, deberán tener colocado revestimiento antideslizante.
- Todos los lugares peligrosos deben ser convenientemente señalizados.
- Todos los pasos superiores y superficies a distinto nivel deberán estar protegidos con barandillas de seguridad.
- En cualquier depósito o estanque que exista peligro de caída por tener unos bordes muy bajos, se colocarán barreras protectoras.
- Los materiales con los que se construyan los depósitos deberán ser resistentes a los líquidos que vayan a contener.

- **Medidas de seguridad personales**

Cada operario debe contar con un equipo personal de trabajo en el que se incluyan:

- Mono de trabajo
- Guantes de seguridad
- Cascos
- Calzado de seguridad
- Protección contra lluvia
- Ropa de abrigo

8.3.3. Contagio de enfermedades.

Para prevenir el contagio de organismos patógenos que pueden llevar las aguas residuales, es necesario no tocar para nada el agua ni los productos de ella separados: basuras, fangos, arenas, etc.

8.3.4. Prevención contra asfixia por falta de oxígeno

Las medidas a tomar para evitar los peligros de asfixia o intoxicación por gases o vapores tóxicos van orientados en dos sentidos complementarios:

- **Detección de atmósferas con ausencia de oxígeno.** Deben colocarse detectores fijos de concentración de oxígeno en los lugares donde puede ser factible que se acumulen los gases típicos de digestión anaerobia como son el sulfhídrico y el metano, para que nos indiquen cuando la atmósfera deja de ser respirable. Las medidas a adoptar para prevenir la falta de oxígeno son:
 - Las galerías y locales donde sea posible la acumulación de gases, deberán estar ventiladas.
 - Para airear rápidamente las zonas donde se ha detectado una atmósfera peligrosa, se dispondrá de ventiladores portátiles.

- **Prevención de intoxicaciones por gases o vapores tóxicos.** Hay que detectar los recintos donde existan gases tóxicos. Una vez detectada la presencia del gas, hemos de tomar las medidas oportunas para evitar las intoxicaciones. Para este fin son válidas las medidas adoptadas en el punto anterior.

8.3.5. Prevención contra gases explosivos

Esto se puede evitar aireando convenientemente la zona y alejando cualquier fuente de calor próxima. Así se puede alejar el peligro de explosión de gases, ya que no se pueden dar las condiciones apropiadas gas – oxígeno y un punto de ignición.

8.3.6. Prevención de incendios

Si se cuidan todos los puntos relativos al peligro de escape de gas y explosiones, se elimina una de las mayores y más peligrosas fuentes de incendios de una depuradora.

En general, para evitar un incendio, debemos prevenir que no coincidan los cuatro elementos que lo provocan: combustible, aire, fuente de calor y cadena de transmisión de incendios.

8.3.7. Prevención contra descargas eléctricas

Para evitar posibles accidentes todas las instalaciones eléctricas deberán cumplir los reglamentos de Alta y Baja tensión.

Las máquinas que están bajo tensión, deben contar con un doble aislamiento y, por otra parte, para evitar el peligro de que ocurran accidentes al tocar una masa que normalmente no está bajo tensión, se deberá colocar en ellas una puesta a tierra adecuada.

Las instalaciones eléctricas llevarán interruptores de corte automático o de aviso, sensibles a la corriente de defecto (interruptores diferenciales) o a la tensión de defecto (relés de tierra).

Los operarios que realicen un trabajo eléctrico deberán disponer de:

- Guantes aislantes
- Calzado aislante
- Banqueta o alfombras aislantes
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. **A. Hernández Muñoz, A. H. Lehmann, P. Galán Martínez;** “Manual de depuración Uralita- sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes” Uralita Productos y Servicios S.A., Editorial Paraninfo, Madrid 1995.
2. **Aurelio Hernández Muñoz,** “Depuración de Aguas Residuales”, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid 1990.
3. **Aurelio Hernández Lehmann,** “Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales”, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1997.
4. **José A. Díaz Lázaro-Carrasco,** “Depuración de Aguas Residuales”, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Centro de Publicaciones, Madrid, 1991.
5. **Metcalf & Eddy,** “Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización” (3ª edición), McGraw-Hill, Madrid, 1995.
6. **Aurelio Hernández Muñoz,** “Saneamiento y Alcantarillado” Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (3ª Edición). Madrid 1994.
7. **Arboleda Valencia, Jorge,** “Teoría y práctica de la purificación del agua” (3ª edición), McGraw-Hill, Santa Fé de Bogotá, 2000.

**“DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO
DE UNA E.D.A.R. CON
TRATAMIENTO BIOLÓGICO
DE FANGOS ACTIVADOS”**

**ANEXO A LA MEMORIA
CÁLCULOS**

INDICE: ANEXO DE CÁLCULOS

1 BASE DE CÁLCULO

1.1 Estudio de población

1.2 Población equivalente

1.3 Caudales

1.3.1 Dotación por habitante

1.3.2 Caudales de diseño

1.4 Cargas contaminantes

2 DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE DEPURACIÓN

2.1 Desbaste grueso

2.1.1 Canal de desbaste

2.1.2 Reja de gruesos

2.2 Pozo de bombeo

2.2.1 Volumen mínimo del pozo

2.2.2 Sumergencia de aspiración

2.2.3 Dimensionamiento del pozo

2.2.4 Aliviadero de seguridad

2.3 Tamizado

2.4 Desarenador – desengrasador

2.4.1 Tiempo de residencia

2.4.2 Volumen mínimo del desarenador

2.4.3 Velocidad ascensional

2.4.4 Superficie mínima del desarenador

- 2.4.5 Dimensiones del desarenador
- 2.4.6 Producción de arenas y grasas
- 2.4.7 Necesidades de oxigenación
- 2.4.8 Reducción de la carga contaminante

2.5 Arqueta de reparto

2.6 Tratamiento biológico

- 2.6.1 Tanque biológico de nitrificación – desnitrificación
- 2.6.2 Selección de la relación volumen anóxico/ volumen total y de la capacidad de desnitrificación
- 2.6.3 Cálculo de la DBO_5 de salida y rendimiento del proceso
- 2.6.4 Cálculo del balance de nitrógeno
- 2.6.5 Eliminación media de nitrógeno
- 2.6.6 Edad del fango
- 2.6.7 Volumen del reactor biológico
- 2.6.8 Oxígeno necesario
- 2.6.9 Oxígeno necesario en condiciones reales
- 2.6.10 Potencia a instalar
- 2.6.11 Dimensionamiento del reactor
- 2.6.12 Mezclado del tanque anóxico
- 2.6.13 Recirculación de lodos
- 2.6.14 Caudal de purga
- 2.6.15 Comprobación de la alcalinidad

2.7 Decantación secundaria

- 2.7.1 Cálculo de la superficie mínima del decantador según la velocidad ascensional.
- 2.7.2 Cálculo del volumen mínimo del decantador según el THR.
- 2.7.3 Cálculo de la carga sobre vertedero

2.7.4 Determinación de las dimensiones del deflector de entrada

2.7.5 Cálculo del volumen de la poceta de fangos

2.7.6 Balance global al sistema

2.8 Desinfección: Cloración

2.8.1 Tanque de almacenamiento de hipoclorito sódico

2.8.2 Canal de cloración

2.9 Espesado de fangos

2.9.1 Volumen mínimo del espesador según el tiempo de retención

2.9.2 Superficie mínima del espesador

2.9.3 Comprobación de los parámetros de operación

2.9.4 Balance de sólidos en suspensión al espesador por gravedad

2.10 Deshidratación: filtro banda

2.10.1 Depósito tampón de fangos espesados

2.10.2 Cálculo del filtro banda

2.10.3 Dosificación de polielectrolito

3 ESTUDIO HIDRAULICO

3.1 Cálculo del diámetro de las tuberías

3.2 Cálculo de las pérdidas de agua en la línea de agua

3.3 Línea piezométrica de la línea de agua

3.4 Comprobación del espesor de pared

3.5 Cálculo de las pérdidas de carga para la línea de fango

3.6 Cálculo de los equipos de bombeo

3.6.1 Bombeo de entrada

3.6.2 Bombeo de la recirculación interna

3.6.3 Bombeo de lodos secundarios

3.6.4 Bombeo del polielectrolito

3.6.5 Bombeo del sobrenadante a cabecera de planta

4 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. BASE DE CÁLCULO

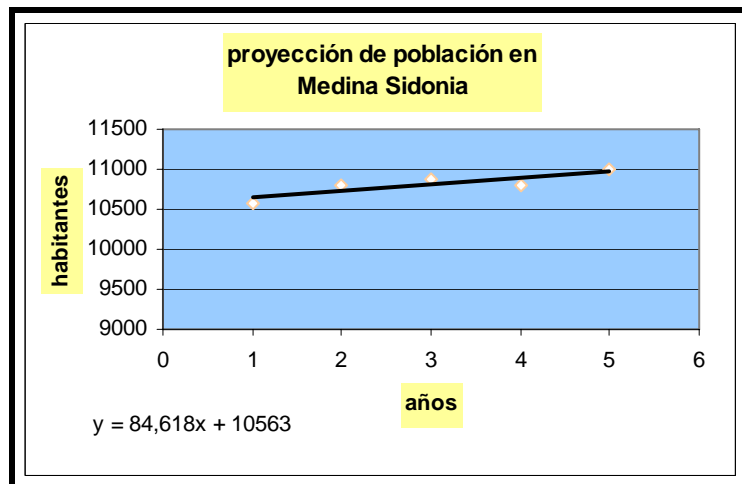
1.1. Estudio de población

El estudio del crecimiento demográfico y la previsión de la población futura del municipio es imprescindible para realizar un dimensionamiento adecuado de la estación depuradora que le dará servicio. Este dato de población nos permitirá calcular el caudal de agua a tratar, ya que están relacionados directamente mediante la dotación de agua residual por habitante.

Conocemos los datos de recogida de basuras del municipio de Medina Sidonia que están relacionados con el número de habitantes mediante los datos de consumo medio de basura obtenidos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

Kg de RSU / año	Año	proyección	Habitantes
4250458	2001	1	10586
4614459	2002	2	10805
5240753	2003	3	10877
6351641	2004	4	10809
6509017	2005	5	11008

Si observamos la evolución de la población en la siguiente figura vemos que sigue una progresión lineal.



Para calcular la población futura aproximada en 2026, sustituimos $x = 26$ en la recta de regresión lineal:

$$y = 84.618 \cdot 26 + 10563 = 12763 \text{ habitantes.}$$

1.2. Población equivalente

Para calcular el nº de habitantes equivalentes habrá que utilizar los datos de caudal medio de entrada ($Q_m = 2552.6 \text{ m}^3/\text{d}$), calculado en el punto 1.3, de concentración de DBO5 en la entrada de la planta ($\text{DBO5} = 631 \text{ mg/l}$), obtenida del estudio de cargas contaminantes realizado en los puntos de vertido del municipio, y por último, la relación ($\text{mg DBO5/d} / \text{hab-eq} = 60$).

$$\text{hab} - \text{eq} = (Q_m \cdot \text{DBO5}) / 60 = (2552.6 \cdot 631) / 60 = 26845 \text{ hab-eq}$$

1.3. Caudales

1.3.1. Dotación por habitante

Teniendo en cuenta el caudal medio y la población actual la dotación por habitante se calcula como:

$$\text{Dotación} = (Q_{\text{mactual}} \cdot 1000) / P_{\text{actual}} = (1918 \cdot 1000) / 11008 = 174.2 \text{ l} / \text{hab} \cdot \text{d}$$

Si incluimos en la dotación las pérdidas en la red obtenemos una dotación aproximada de 200 L/ hab d.

1.3.2. Caudales de diseño

Vamos a calcular los caudales de diseño necesarios para el dimensionamiento de los equipos de la EDAR:

- Caudal medio : Se calcula en función de la población año horizonte y la dotación por habitante:

$$Q_{\text{med}} = (D \cdot P_{\text{fut}}) / 1000 = (200 \cdot 12763) / 1000 = 2552.6 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Caudal mínimo: Se recomienda según la bibliografía un factor de caudal mínimo de 0,5.

$$Q_{\min} = 0.5 \cdot Q_m = 0.5 \cdot 2552.6 = 959 \text{ m}^3/\text{d}$$

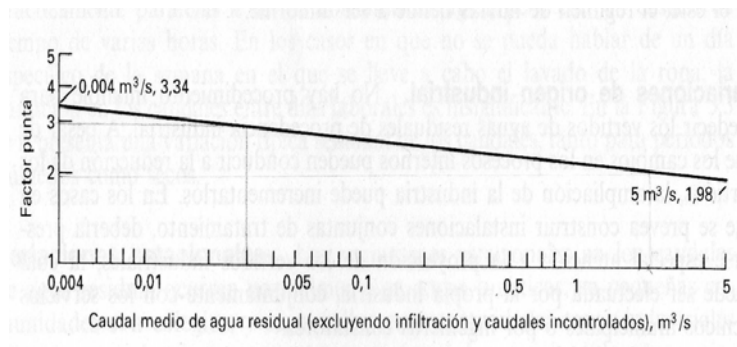
- Caudal máximo: El factor de caudal máximo se obtiene de los datos que relacionan los caudales medios y máximos en los puntos de vertido del municipio.

	CAUDAL MEDIO (m3/día)	CAUDAL HORARIO (m3/h)	
		MEDIO	MÁXIMO
VERTIDO 1	167	7	12,9
VERTIDO 2	75	3,1	9,6
VERTIDO 3	786	32,7	55
VERTIDO 4	184	7,7	10,6
VERTIDO 5	706	29,4	84
TOTAL	1918	79,9	172,1

$$\text{Factor } Q_{\max} = 172.1 / 79.9 = 2.15$$

$$Q_{\max} = 2.15 \cdot Q_{\text{med}} = 2.15 \cdot 2552.6 = 5488.1 \text{ m}^3/\text{d}$$

- Caudal punta: El factor punta se calcula mediante la gráfica 1



Gráfica 1: Factor punta para caudales de agua residual

Según la gráfica el factor punta correspondiente es $F_{punta} = 3$, por lo que :

$$Q_{punta} = 3 \cdot 2552.6 = 7657.8 \text{ m}^3/\text{d}$$

No se consideran variaciones estacionales relevantes ya que el municipio no tiene cambios sustanciales de población.

	Diario (m3/d)	Horario (m3/h)
Caudal medio	2552.6	106.36
Caudal máximo	5488.1	228.67
Caudal mínimo	959	39.96
Caudal punta	7657.8	319.08

1.4. Cargas contaminantes

Según el ayuntamiento del municipio, se ha hecho recientemente un estudio diagnóstico de las aguas residuales vertidas en la población de Medina Sidonia que da lugar a los siguientes datos:

PARÁMETROS	MEDIA	MÁXIMA
DBO5 (mg/l)	631	658
DQO (mg/l)	1125	1149
S.S. (mg/l)	345	392
Nitrogeno total (mg/l)	85	99
Fosforo total (mg/l)	20	22
pH	7,6	7,9

No se han detectado actividades industriales relevantes dentro del núcleo urbano.

No obstante, las concentraciones elevadas de los parámetros de contaminación, indican la presencia de actividades no domésticas dentro del núcleo urbano.

Según la bibliografía, esta agua residual se puede denominar como agua de contaminación fuerte.

Para calcular el contenido en nitrógeno orgánico y nitrógeno amoniacal del agua residual utilizaremos la relación típica para contaminación fuerte entre N orgánico/Ntot y Namoniacal/Ntot:

$$N \text{ orgánico}/N_{\text{tot}} = 0.4$$

$$N_{\text{org}} = 0.4 \cdot N_{\text{total}} = 0.4 \cdot 85 = 34 \text{ mg/l}$$

$$N_{\text{amoniacal}}/N_{\text{tot}} = 0.6$$

$$N_{\text{amon}} = 0.6 \cdot N_{\text{total}} = 0.6 \cdot 85 = 51 \text{ mg/l}$$

2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES DE DEPURACIÓN

2.1. Desbaste grueso

El desbaste grueso se llevará a cabo mediante un solo canal de desbaste debido a que el caudal de entrada no es lo suficientemente alto para colocar varios canales. Este canal llegará hasta una reja de gruesos de limpieza mecánica.

La unidad de desbaste grueso constará además con un canal de desbaste de seguridad de las mismas dimensiones, y con una reja de limpieza manual que se utilizará en casos de mantenimiento y limpieza de la reja automática.

Para el dimensionado del canal de desbaste tenemos que prever las dimensiones suficientes para recibir el caudal punta y a su vez procurar que no se produzcan deposiciones en el canal cuando el caudal sea mínimo.

2.1.1. Canal de desbaste

Valores de diseño típicos:

- Pendiente del canal 0.5%
- Sección rectangular
- Anchura del canal 0.3 - 0.7 m
- Velocidad de paso a Q_{med} > 0.6 m/s
- Velocidad de paso a Q_{min} > 0.4 m/s

Caudales:

- Caudal punta 319.08 m³/h
- Caudal mínimo 39.96 m³/h

Para el cálculo de la anchura del canal, tendremos que calcular la velocidad de paso del agua por el canal. Según la bibliografía consultada, para que no se produzcan deposiciones en el canal, la velocidad de paso debe ser superior a 0.4 m/s.

La velocidad de paso se calcula por la ecuación de Manning para canales abiertos. El coeficiente de rugosidad adoptado es el correspondiente al hormigón sin alisar, $n = 0.014$.

Ecuación de Manning:
$$v = \frac{1}{n} \cdot R_H^{\frac{2}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

- v velocidad de paso
- 1/n coeficiente de rugosidad de Manning
- Rh radio hidráulico
- i pendiente del canal

Suponemos la anchura de canal recomendada más baja ya que el caudal de entrada es bastante bajo. Si aplicamos la ecuación de Manning para una anchura de canal de 0.3 m obtenemos:

Altura (cm)	Superficie (m ²)	Perimetro mojado (m)	Rh (m)	v (m/s)	Q (m ³ /h)	
3	0,009	0,36	0,025	0,432	14,0	
5	0,015	0,4	0,038	0,566	30,6	
6	0,018	0,42	0,043	0,619	40,1	Q mínimo
10	0,030	0,5	0,060	0,774	83,6	
11,9	0,036	0,538	0,066	0,828	106,4	Q medio
15	0,045	0,6	0,075	0,898	145,5	
20	0,060	0,7	0,086	0,982	212,1	
21,2	0,064	0,724	0,088	0,998	228,5	Q máximo
25	0,075	0,8	0,094	1,042	281,4	
27,7	0,083	0,854	0,097	1,069	319,7	Q punta
30	0,090	0,9	0,100	1,088	352,6	
35	0,105	1	0,105	1,124	424,9	
40	0,120	1,1	0,109	1,153	498,2	
45	0,135	1,2	0,113	1,177	572,0	
50	0,150	1,3	0,115	1,197	646,4	

Como vemos en la tabla de cálculo, para una anchura de canal de 0,3 m , la velocidad de paso cumple las condiciones de diseño por lo que se toma estas dimensiones para el canal.

Tabla: dimensionamiento canal de desbaste

Pendiente del canal	0.5%
Sección	Rectangular
Anchura del canal	0.3 m
Altura útil	28 cm
Altura construida	100 cm

2.1.2. Reja de gruesos

El caudal de diseño de la reja sería el caudal punta ($Q_p = 319.08 \text{ m}^3/\text{h}$). Para el dimensionamiento de la reja de gruesos fijamos los siguientes valores:

- Pendiente del canal 0.5%
- Capacidad hidráulica $0.088 \text{ m}^3/\text{s}$
- Ancho de barrotes $a = 40 \text{ mm}$
- Separación libre entre barrotes $s = 80 \text{ mm}$
- Anchura del canal de desbaste 0.3 m

Para un correcto funcionamiento, se recomienda una velocidad de paso entre barrotes tal que :

- $V \text{ paso } (Q_{med}) > 0.6 \text{ m/s}$
- $V \text{ paso } (Q_{max}) < 1.0 \text{ m/s}$ (con limpieza a favor de corriente)
- $V \text{ paso } (Q_{max}) < 1.2 \text{ m/s}$ (con limpieza a contracorriente)

En nuestro utilizaremos limpieza a contracorriente. Por tanto, para evitar un aumento de velocidad de paso como consecuencia de la colocación de una rejilla (con la consecuente reducción de la sección de paso), será necesario establecer un sobreebanco del canal en el punto de colocación de las rejillas. La formula que permite calcular esta anchura es:

$$W = (Q_{max}/v \cdot D) \cdot (a+s/s) + C_{rej}$$

W =Ancho del canal de rejillas (m)

D = nivel de aguas arriba de la rejilla a caudal máximo (m)

C_{rej} = coeficiente de seguridad para rejillas gruesas = 0.3

Necesitamos conocer previamente el nivel de agua arriba de la rejilla a caudal máximo (D). Para ello utilizamos la ecuación de Manning:

Altura (cm)	Superficie (m ²)	Perímetro mojado (m)	Rh (m)	v (m/s)	Q (m ³ /h)
27,7	0,083	0,854	0,097	1,069	319,7

Si introducimos los valores de $D= 0.277 \text{ m}$ y $v = 1.069 \text{ m/s}$ en la ecuación anterior obtenemos: $W= 0.74 \text{ m}$.

Observamos que en la bibliografía que no existen rejas para este ancho de canal, por lo que usamos el inmediato superior, que corresponde a $W = 0.80 \text{ m}$. las dimensiones de la rejilla quedan reflejadas en la siguiente tabla:

ESPECIFICACIÓN		Ref.	Dim.	Características y dimensiones
DIMENSIONES DEL CANAL	Ancho	L	m	0,80
	Altura	H	m	1,00
		L'	m	0,10
		C	m	0,60
		A	m	0,025
DIMENSIONES DE LA REJILLA	Ancho	Lg	m	0,98
	Altura	H	m	1,00
	Longitud	l	m	1,10
	Altura descarga	S	m	0,10
	Sobre-elevación	H''	m	2,10
	H'	m	2,00	
VELOCIDAD DE LA RASQUETA		--	m/min	5
POTENCIA		--	C.V.	1,5

Para calcular el volumen de materiales retenidos en las rejas, se puede adoptar que para una separación entre barras mayor de 40 mm, es de 2 a 3 l/hab·año. Como la separación de las barras es de 80 mm, tomamos un valor de 2 l/hab·año. Para este valor, la cantidad máxima de basura que se puede alcanzar al día es :

$$2 \text{ l/hab}\cdot\text{año} \cdot 12763 \text{ hab} \cdot (1 \text{ año} / 365 \text{ días}) = 69.93 \text{ L /día}$$

Si utilizamos contenedores de 1 m³ habrá que retirar el contenedor cada:

$$1000/69.93 = 14.3 \text{ días} \approx 2 \text{ semanas.}$$

2.2. Pozo de bombeo

El agua residual procedente de la unidad de desbaste grueso caerá en un pozo de bombeo que tendrá como función albergar el agua residual para ser impulsada hasta una cota suficiente para que fluya por gravedad posteriormente por el resto de los equipos.

El pozo de bombeo constará con dos bombas sumergibles (1 + 1 reserva) para impulsar el agua y con un aliviadero de seguridad para evitar inundaciones en la planta.

2.2.1. Volumen mínimo del pozo

Datos de diseño:

- Caudal de bombeo Q bombeo = 63.5 l/s
- N° de arranques estimados Z = 5 arranques

$$V_{bombeo} = \frac{0.9 \cdot Q_{bomba}}{Z} = \frac{0.9 \cdot 63.5}{5} = 11.43 \text{ m}^3$$

2.2.2. Sumergencia de aspiración

Datos de diseño:

- Caudal de bombeo: 228.6 m³/h
- Diámetro de la tubería de impulsión 300 mm

$$v = \frac{4 \cdot Q_{bomba}}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 228.6 \cdot \frac{1}{3600}}{\pi \cdot 300 \cdot \frac{1}{1000}} = 0.898 \text{ m/s}$$

Velocidad (m/s)	Sumergencia (m)
0,60	0,30
1,50	0,60
2,10	0,90
3,30	2,10
4,50	4,20

Tabla: sumergencia de aspiración

Si interpolamos obtenemos que la sumergencia de aspiración debe ser de:

Sumergencia ≈ 0.4 m

2.2.3. Dimensiones del pozo

Si adoptamos una altura entre arranque y parada de $H_p-a = 1.6$ m, la altura total de la lámina de agua será de $H_t = 1.6 + 0.4 = 2$ m.

La superficie mínima del pozo será:

$$S_{\min} = \frac{V_{\min}}{H_t} = \frac{11.43}{2} = 5.71 \text{ m}^2$$

Adoptamos las dimensiones de manera que no haya problemas en el funcionamiento de las dos bombas dentro del pozo:

- Longitud : $L = 2.6$ m
- Ancho : $A = 2.2$ m
- Altura construida: $h = 3$ m

2.2.4. Aliviadero de seguridad

El aliviadero de seguridad lo ubicaremos a una altura de $H = 2.5$ m sobre el fondo del pozo y será capaz de aliviar el caudal máximo de entrada de la planta.

Según la bibliografía consultada, un método aproximado para calcular las dimensiones del aliviadero es:

$$Q_v = 1.9 \cdot L \cdot \sqrt{h^3}$$

El caudal aliviado (Q_v) será igual a $Q_{max} = 228.6 \text{ m}^3/\text{h} = 0.063 \text{ m}^3/\text{s}$ y adoptamos una altura de lámina de agua en el vertedero de $h = 0.20 \text{ m}$, por lo que si sustituimos en la ecuación anterior obtenemos una longitud de vertedero de:

$$L = \frac{Q_v}{1.9 \cdot \sqrt{h^3}} = \frac{0.063}{1.9 \cdot \sqrt{0.20^3}} = 0.37 \approx 0.4 \text{ m}$$

2.3. Tamizado

Una vez bombeada el agua residual desde el pozo, ésta entra en la unidad de tamizado donde se le realizará el desbaste fino. Se dispondrá de dos tamices rotativos (1+ 1 reserva) de 2 mm de luz para tratar la totalidad del agua residual.

Las características de los tamices rotativos vienen descritas según la bibliografía en las siguientes tablas:

Tabla 2.8. CAPACIDAD (EN m^3/h) SEGUN SEPARACION ENTRE BARRAS (EN mm).

Tipo	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50
6203	29	50	68	83	94	108	116	116
6206	58	103	137	171	193	216	232	232
6209	87	151	210	256	291	330	355	355
6212	115	205	274	342	385	432	465	465
6218	180	302	421	511	583	659	709	709
9030	330	580	800	1000	1180	1350	1600	1800

Tabla 2.7. CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE LOS TAMICES ROTATIVOS

Tipo	Diámetro Cilindro	Longitud Cilindro	Motor kW	A	B	C	H	D1*	D2*
6203	628	300	0,5	920	1170	1280	760	100	150
6206	628	600	0,5	1220	1170	1280	760	200	250
6209	628	900	0,5	1520	1170	1280	760	200	250
6212	628	1200	0,5	1820	1170	1280	760	250	300
6218	628	1800	0,5	2420	1170	1280	760	300	350
9030	914	3000	1,5	3820	1680	—	1300	300x2	—

De acuerdo con las tablas anteriores escogeremos los tamices rotativos tipo 6206 que son capaces de tratar un caudal de $232 \text{ m}^3/\text{h}$ y que tiene una luz de paso de 2 mm.

2.4. Desarenador –desengrasador

Para esta operación utilizaremos dos desarenadores- desengrasadores (1 + 1 reserva) que tratarán la totalidad del agua procedente de los tamices y que descargarán el efluente sobre una arqueta de reparto del flujo hacia el tratamiento biológico.

Datos de diseño:

- Caudal de diseño 0.0635 m³/s
- Diámetro de las arenas > 0.2 mm
- Rendimiento del desarenador 85%

En primer lugar habrá que calcular la velocidad de sedimentación de las arenas. Esta velocidad depende del diámetro de las arenas, y según la bibliografía para un diámetro de 0.2 mm corresponde una velocidad de sedimentación de 1.7 cm/s.

2.4.1. Tiempo de residencia

Para calcular el tiempo de residencia, suponemos una altura de la lámina de agua de (h= 2 m) en el desarenador y obtenemos:

$$\theta = \frac{h_{desar}}{v_{sed}} = \frac{2}{0.017} = 117 \text{ s} \approx 2 \text{ min (2-5 min)}$$

El tiempo de residencia es válido.

2.4.2. Volumen mínimo del desarenador

$$V_{\min} = \theta \cdot Q_{dis} = 117 \cdot 0.0635 = 7.43 \text{ m}^3$$

2.4.3. Velocidad ascensional

Para calcular la velocidad ascensional utilizamos el dato de diámetro de partícula y según la bibliografía, obtenemos $v_{asc} = 36 \text{ m/h}$

2.4.4. Superficie mínima del desarenador

- Según el tiempo de residencia:

$$S_{\min} = \frac{V_{\min}}{h} = \frac{7.43}{2} = 3.71 \text{ m}^2$$

- Según la velocidad ascensional:

$$S_{\min} = \frac{Q_{dis}}{v_{acs}} = \frac{228.6}{36} = 6.35 \text{ m}^2$$

Tomamos como superficie mínima el resultado más restrictivo por los que:

$$S_{\min} = 6.35 \text{ m}^2$$

El volumen mínimo será por tanto:

$$V_{\min} = S_{\min} \cdot h = 6.35 \cdot 2 = 12.7 \text{ m}^3$$

2.4.5. Dimensiones del desarenador

Para calcular las dimensiones del desarenador utilizaremos una relación típica entre longitud y anchura para este tipo de equipos: $L/a = 2$

De esta manera y utilizando el dato de superficie mínima calculado, obtenemos las siguientes dimensiones:

$$L = 4 \text{ m}$$

$$a = 2 \text{ m}$$

Con estas dimensiones resulta un volumen útil de 16 m^3 y un tiempo de residencia de 4.19 min que es válido para este tipo de equipos.

2.4.6. Producción de arenas y grasas

Datos de partida:

- Caudal medio $2552.6 \text{ m}^3/\text{d}$
- Cantidad media de arena $A = 50 \text{ cm}^3/\text{m}^3$
- Población equivalente 26845 hab-eq
- Producción específica media de grasas $24 \text{ g/hab-eq} \cdot \text{d}$
- Rendimiento desengrasado 65%

2.4.6.1. Producción de arenas

$$P_{\text{arenas}} = Q_{\text{med}} \cdot A = 2552.6 \cdot 50 \cdot \frac{1}{1000000} = 0.127 \text{ m}^3/\text{d} = 127 \text{ L/d}$$

2.4.6.2. Producción de grasas

$$P_{\text{grasas}} = P_{\text{equiv}} \cdot P_{\text{grasas}} \cdot r = 26845 \cdot 0.024 \cdot 0.65 = 418.78 \text{ kg/d}$$

2.4.7. Necesidades de oxigenación

En primer lugar calculamos la superficie transversal del desarenador:

$$S = h \cdot a \cdot n^{\circ} \text{ unidades} = 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8 \text{ m}^2$$

Según la bibliografía consultada y para esta sección transversal, la inyección de aire para evitar la sedimentación de materia orgánica y con acción de desmenuzado estará entre $12 - 17 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$. Tomamos un valor medio de $C_A = 14.5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{m}$.

El volumen total de aireación sería:

$$V_{\text{aireación}} = C_A \cdot L_{\text{desarenador}} = 14.5 \cdot 5 = 72.5 \text{ m}^3 \text{ aire /h}$$

2.4.8. Reducción de la carga contaminante

El paso del agua por el desarenador-desengrasador supone una pequeña reducción de la carga contaminante. Dicho porcentaje de reducción, junto con el balance de materia de esta unidad están resumidos en la siguiente tabla.

Caudal medio entrada (m3/d)	2552,6
Caudal medio de salida (m3/d)	2552,4
Concentración DBO5 entrada (mg/l)	631
Reducción DBO5 desarenador (%)	2,5
Concentración DBO5 salida (mg/l)	615,2
Carga DBO5 entrada (kg/d)	1610,6
Carga DBO5 salida (kg/d)	1570,3
Concentración DQO entrada (mg/l)	1125
Reducción DQO desarenador (%)	2,5
Concentración DQO salida (mg/l)	1096,8
Carga DQO entrada (kg/d)	2871,6
Carga DQO salida (kg/d)	2799,7
Concentración SS entrada (mg/l)	345
Reducción SS desarenador (%)	5
Concentración SS salida (mg/l)	327,7
Carga SS entrada (kg/d)	880,6
Carga SS salida (kg/d)	836,5

El cálculo de las corrientes en kg/d a partir de los valores de concentración en mg/l se detalla a continuación:

$$F(\text{Kg} / d) = \frac{C(\text{mg} / l) \cdot Q_{\text{med}}(\text{m}^3 / d)}{1000}$$

Por ejemplo, para el caso de la DBO₅, la corriente de salida será:

$$F_{\text{DBO5}} = 615.2 \cdot 2552.4 \cdot \frac{1}{10^6} \cdot \frac{1000}{1} = 1570.3 \text{ kg/d}$$

2.5. Arqueta de reparto

El agua residual procedente del desarenado-desengrasado caerá en una arqueta de reparto que se encargará, mediante un juego de compuertas, del reparto equitativo del caudal a las dos líneas de tratamiento biológico. La arqueta estará provista de un aliviadero para expulsar los excesos de caudal de tratamiento del reactor biológico.

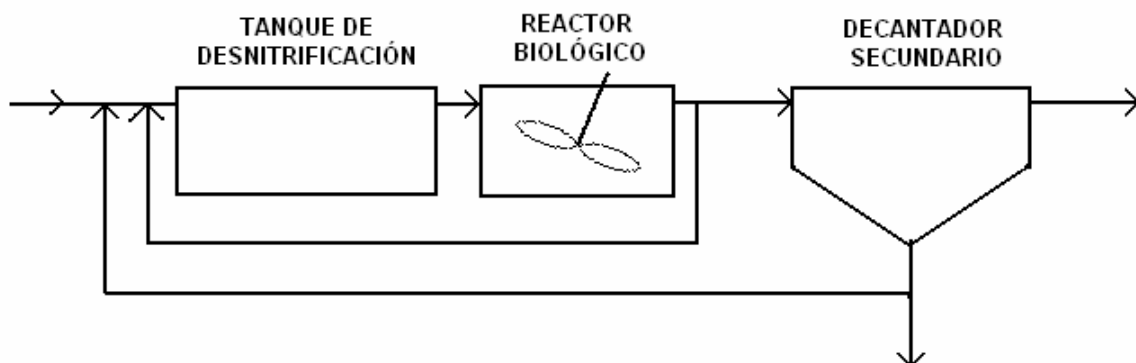
2.6. Tratamiento biológico

El diseño tratamiento biológico del tratamiento biológico vendrá dado por los siguientes datos de entrada:

Caudal máximo (m ³ /d)	5487,8
Caudal medio (m ³ /d)	2552,47
DBO5 entrada (mg/l)	615
Carga media DBO5 entrada (kg/d)	1569,77
Carga máxima DBO5 entrada (kg/d)	3375,00
SST entrada (mg/l)	328
Carga media SST entrada (kg/d)	837,21
Carga máxima SST entrada (kg/d)	1800,00

2.6.1. Tanque biológico de nitrificación – desnitrificación

Se trata de dimensionar un reactor biológico de lodos activos de baja carga con un tanque de desnitrificación preconnectado, como muestra la siguiente figura. El tanque de desnitrificación se encuentra en condiciones anóxicas, y el reactor biológico en aeróbicas.



Esquema proceso biológico de nitrificación - desnitrificación preconnectada.

El proceso de cálculo para dimensionar el reactor de una instalación de estas características, viene detallado en la norma alemana ATV A-131

La norma indica que para la viabilidad del proceso se han de cumplir las siguientes relaciones en el agua bruta:

$$\frac{DQO}{DBO_5} \approx 2 \quad \frac{NKT}{DBO_5} < 0,25$$

la primera condición indica que la materia orgánica no biodegradable debe ser aproximadamente el doble de la biodegradable, y la segunda, que el Nitrógeno Kjeldahl Total (que incluye a nitrógeno orgánico y amoniaco) no debe ser mayor de la cuarta parte de la materia orgánica biodegradable. Esto es debido a que, para el correcto desarrollo de bacterias nitrificantes, debe asegurarse una cierta concentración de nutrientes carbonados (DBO), además de nitrogenados (NKT).

Analizamos pues, estas relaciones en el agua bruta:

$$\frac{DQO}{DBO_5} = 1.78 \quad \frac{NKT}{DBO_5} = 0.13$$

2.6.2. Selección de la relación volumen anóxico / volumen total y de la capacidad de desnitrificación.

En la citada norma se establecen las capacidades de desnitrificación en $\frac{kg(N - NO_3)_{DN}}{kg(DBO_5)}$ en función de la relación $\frac{V_{Desnitrificación}}{V_{Reactor\ total}}$ para los casos de desnitrificación previa y simultánea, basadas en la consideración de que la velocidad de desnitrificación es proporcional a la toma de oxígeno del carbono orgánico.

Los valores recomendados para la relación V_D/V_R , para una temperatura de diseño de 10°C están reflejados en la tabla siguiente:

$\frac{V_{Desnitrificación}}{V_{Reactor\ total}}$	CAPACIDAD DE DESNITRIFICACIÓN $\frac{kg(N - NO_3)}{kg(DBO_5)}$	
	Desnitrificación Previa	Desnitrificación simultánea
0,2	0,07	0,05
0,3	0,10	0,08
0,4	0,12	0,11
0,5	0,14	0,14

Seleccionamos una relación $V_D/V_R = 0,2$, con lo que la capacidad de desnitrificación será de $0,07 \frac{kg(N - NO_3)}{kg(DBO_5)}$.

2.6.3. Cálculo de la DBO₅ de salida y rendimiento del proceso

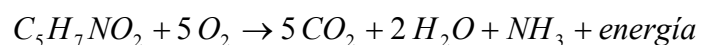
Según la normativa vigente (Real Decreto-Ley 11/1995 del 28-12-1995), el valor máximo de DBO₅ permitido en el efluente de una depuradora de estas características es de 25mg/l. Este valor de DBO₅ incluye a la DBO₅ soluble y a la DBO₅ particulada.

$$DBO_5 \text{ del efluente} = DBO_5 \text{ soluble} + DBO_5 \text{ particulada}$$

La DBO soluble se define como aquella fracción de DBO que entra al tratamiento biológico y que éste no es capaz de biodegradar.

La DBO₅ particulada es aquella debida a los sólidos en suspensión biológicos biodegradables. Esta puede ser calculada teniendo en cuenta que:

- La concentración de SST en el efluente debe ser 35 mg/l según normativa vigente.
- De esa cantidad de SST, el 80% son volátiles, según los datos de partida de diseño, y estimamos que el 65% biodegradables.
- Según la ecuación general de respiración endógena que se da en el proceso de fangos activos,



sabemos que se consumen 1,42 g de oxígeno por cada gramo de célula, y calculamos así la DBO_L o última:

$$SST_{sal} = 35 \text{ mg SST / L}$$

$$SSV = 0.8 \text{ SST}$$

$$SSVB = 0.65 \text{ SSV}$$

$$\text{De esta manera } SSVB = 0.65 \cdot 0.8 \cdot 35 = 18.2 \text{ mg SSVB/ L}$$

$$DBO_L = 1.42 \text{ mg O}_2/\text{mg SSVB} \cdot 18.2 \text{ mg SSVB/ L} = 25.84 \text{ mg O}_2 / \text{L} .$$

Si tomamos la relación entre DBO_5 y DBO_L como 0.68, según consta en las referencias consultadas:

$$DBO_L = 0.68 \cdot 25.84 = 17.57 \text{ mg O}_2 / \text{L}$$

$$DBO_5 \text{ soluble} = DBO_5 \text{ efluente} - DBO_5 \text{ particularizada}$$

$$DBO_5 \text{ soluble} = 25 \text{ mg/l} - 17.57 \text{ mg/l} = 7.43 \text{ mg O}_2 / \text{L} .$$

Luego, el rendimiento del proceso será:

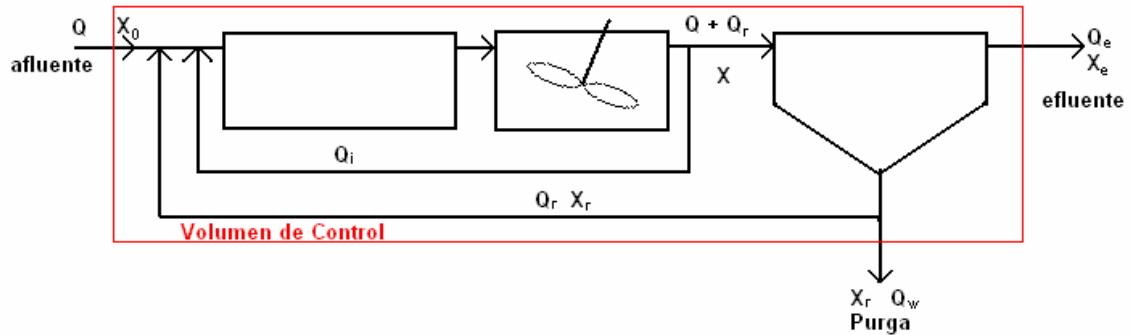
$$\eta = \frac{DBO_{ENTRADA} - DBO_{SALIDA}}{DBO_{ENTRADA}} \cdot 100 = \frac{615 - 7.43}{615} \cdot 100 = 98.79\%$$

2.6.4. Cálculo del balance de nitrógeno

CARGA DE NITROGENO A NITRIFICAR	
NKT entrada (mg/l)	85
carga media de NKT entrada (kg/d)	216,96
carga máxima de NKT entrada (kg/d)	466,46

Hacemos un balance de masa de los componentes nitrogenados al volumen de control indicado en rojo en la siguiente figura.

Figura 1: Nitrificación - Desnitrificación. Corrientes.



- Corriente de salida: los valores de concentración están estimados según recomienda la bibliografía:

- $N-NH_4^+$ (estimamos 2 mg/l):

$$F = \frac{2 \cdot 2552.47}{1000} = 5.10 \text{ kg/d}$$

- N-orgánico (estimamos 8 mg/l) :

$$F = \frac{8 \cdot 2552.47}{1000} = 20 \text{ kg/d}$$

- N-fangos exceso: (estimamos 2% de la DBO_5):

$$F = 0.02 \cdot 1569.77 = 31.4 \text{ kg/d}$$

$$NKT_{\text{a nitrificar}} = NKT_{\text{entrada}} - NKT_{\text{salida}} = 216.96 - (31.4 + 20 + 5.1) = 160.04 \text{ kg/d}$$

2.6.5. Relación de recirculación interna necesaria

La relación de recirculación que necesita el licor mezcla para nitrificar la cantidad de nitrógeno calculada anteriormente, se puede calcular mediante la siguiente fórmula empírica:

$$r = \frac{1}{(1 - R_N)} - 1 \quad \text{Recirculación interna}$$

donde R_N es el porcentaje de nitratos recirculados, y se calcula dividiendo la capacidad de desnitrificación (definida en el apartado 2.6.2) por la relación Nitrógeno a nitrificar/ DBO_5 .

$$R_N = \frac{\frac{C_{desnitrif}}{NKT_{nitrif}}}{\frac{DBO_5}{1569.77}} = \frac{0.07}{\frac{160.04}{1569.77}} = 0.6866 = 68.66\%$$

$$r = \frac{1}{(1 - 0.6866)} - 1 = 2.19$$

El caudal de recirculación interna será: $Q_{\text{recircul. interna}} = 2.19 \cdot 2552.47 = 5589.9 \text{ m}^3/\text{d}$

2.6.6. Eliminación media de nitrógeno

Una vez que se ha nitrificado el nitrógeno orgánico y amoniacal, el nitrato debe ser eliminado por un proceso de “desnitrificación”, que se produce en el tanque anóxico, gracias a la recirculación interna. La cantidad de nitrógeno desnitrificado diariamente se calcula multiplicando la capacidad de desnitrificación por la carga de DBO_5 ,

$$N - NO_3 = 0.07 \cdot 1569.77 = 109.88 \text{ kg/d}$$

Calculamos la eliminación media de nitrógeno, como la relación entre lo que se elimina y lo que entra:

$$\frac{(N - NO_3) + (NF_{EXCESO})}{NKT} = \frac{109.88 + 31.4}{216.96} = 0.6512 = 65.12\%$$

La carga de nitratos en el efluente es,

$$(NKT_{NITRIF}) - (N - NO_3) = 160.04 - 109.88 = 50.16 \text{ Kg/d}$$

cuya concentración es

$$\frac{50.16 \cdot 1000}{2552.47} = 19.65 \text{ mg/l}$$

2.6.7. Edad del fango

La norma da como valor mínimo recomendado para el desarrollo de microorganismos nitrificantes una edad del fango de 10 días, pero como el proceso biológico es de aireación prolongada adoptamos una edad de fango de $\theta = 25$ días.

2.6.8. Volumen del reactor biológico

La producción específica de fangos en exceso, es decir, la relación $\text{kg } F_{\text{exceso}}/\text{kg } \text{DBO}_5 \text{ elim}$ pueden calcularse a partir de la expresión:

$$F_{exc} = 0,6 \cdot \left(\frac{SST_i}{DBO_{5,i}} + 1 \right) - \frac{0,072 \cdot 0,6 \cdot 1,072^{(T-15)}}{\frac{1}{\theta_c} + 0,08 \cdot 1,072^{(T-15)}}$$

siendo:

SST_i	los sólidos en suspensión influentes al reactor biológico (kg/d)
DBO₅	la DBO₅ influente al reactor biológico (kg/d)
θ_c	la edad del fango (d)
T	la temperatura del agua en el reactor biológico (°C)

en nuestro caso:

$$F_{exc} = 0,6 \cdot \left(\frac{837.21}{1569.77} \right) - \frac{0.072 \cdot 0.6 \cdot 1.072^{16-15}}{\left(\frac{1}{25} \right) + 0.08 \cdot 1.072^{16-15}} = 0.92$$

Para que el proceso de nitrificación- desnitrificación pueda llevarse a cabo, la norma recomienda tomar una concentración de sólidos presentes en el reactor de :

$$MLSS = 4500 \text{ mg/l}$$

La carga másica será:

$$C_M = \frac{1}{F_{exc} \cdot \theta} = \frac{1}{0.92 \cdot 25} = 0.044 \text{ kg DBO}_5 / \text{kg SS} \cdot \text{d}$$

La carga volúmica vendrá dada por:

$$C_V = C_M \cdot MLSS = 0.044 \cdot 4.5 = 0.196 \text{ kg DBO}_5 / \text{m}^3 \cdot \text{d}$$

El volumen total del reactor (zona óxica + zona anóxica) se calcula según:

$$V_{REACTOR} = \frac{DBO_5}{C_V} = \frac{1569.77}{0.196} = 8007.16 \text{ m}^3$$

Vamos a instalar dos reactores paralelos independientes para tener una mayor seguridad de funcionamiento, por lo que el volumen por línea es :

$$V_{LINEA} = \frac{8007.16}{2} = 4003.58 \text{ m}^3$$

donde:

$$V_{\text{zona óxica}} = 0.8 \cdot 4003.58 = 3202.87 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{zona anóxica}} = 0.2 \cdot 4003.58 = 800.72 \text{ m}^3$$

El tiempo hidráulico de residencia será:

$$THR = \frac{V_{oxico}}{Q_{med}} = \frac{3202.87}{2552.47} = 30.12 \text{ horas}$$

El tiempo hidráulico de residencia para aireación prolongada suele estar entre 12-24 horas, pero en nuestro caso el agua tiene una alta carga contaminante lo que hace necesario un tiempo de residencia más alto.

2.6.9. Oxígeno necesario

La norma calcula por separado las necesidades de oxígeno para la oxidación de la materia carbonosa:

$$O.N_C = \frac{0,144\theta_C \cdot 1,072^{(T-15)}}{1 + \theta_C \cdot 0,08 \cdot 1,072^{(T-15)}} + 0,5 \frac{kgO_2}{kgDBO_5}$$

Oxígeno necesario para materia carbonosa

tomándose como valor máximo 1,6 kg O₂/kg DBO₅

y las necesidades para la oxidación de los compuestos nitrogenados, que para el caso de nitrificación / desnitrificación:

$$O.N_N = \frac{4,6 \cdot N_{NO_3,efluente} + 1,7 N_{NO_3,desnitrif}}{kgDBO_5 / d}$$

Oxígeno necesario para compuestos nitrogenados (nitrif. – desnitrif.)

y para el caso de sólo nitrificación:

$$O.N_N = \frac{4,6 \cdot N_N}{kgDBO_5 / d}$$

Oxígeno necesario para compuestos nitrogenados (solo nitrificación)

La norma establece que debe efectuarse un triple cálculo para comprobar cuál es la hipótesis más desfavorable. Los casos a estudiar son:

- CASO I: sólo nitrificación a 10°C
- CASO II: nitrificación / desnitrificación a 10°C
- CASO III: nitrificación / desnitrificación a 20°C

En caso de no disponerse de estudios sobre las oscilaciones diarias de carga, la norma proporciona los siguientes coeficientes para el cálculo en la demanda punta horaria:

Para $\theta = 25$ días : $f_C = 1.1$ (materia carbonosa)

$f_N = 1.5$ (compuestos nitrogenados)

Por tanto, el aporte específico necesario vendrá dado por la expresión:

$$O.N_T = (O.N_C \cdot f_C + O.N_N \cdot f_N) \text{ en kg } O_2/\text{kg } DBO_5.$$

Procedemos a su cálculo:

- A. Cálculo del oxígeno necesario para la oxidación de la materia carbonosa para las temperaturas de 10 y 20°C.
- B. Cálculo del oxígeno necesario para solamente nitrificación a 10 °C
- C. Cálculo del oxígeno necesario para nitrificación – desnitrificación a 10°C y a 20 °C.
- D. Cálculo del oxígeno necesario total incluyendo los coeficientes de seguridad.

	Tª	f _C	f _N	ON _C	ON _N	ON _T
CASO I	10°C	1.1	1.5	1.55	0.46	2.413
CASO II	10°C	1.1	1.5	1.55	0.26	2.095
CASO III	20°C	1.1	1.5	1.6	0.26	2.150

Tomamos el caso más desfavorable, que corresponde al valor mayor de consumo de oxígeno (CASO I)

$$ON_T = 2.413 \text{ Kg } O_2/\text{Kg } DBO_5$$

pero ésta es la cantidad de oxígeno necesaria en condiciones estándar, ahora tenemos que pasar a condiciones de operación.

2.6.9.1. Oxígeno necesario en condiciones reales

El paso de las condiciones normalizadas a condiciones reales, se hace mediante la consideración del coeficiente de transferencia (K_t):

$$\text{Oxígeno real} = \frac{\text{Oxígeno teórico}}{K_t} \qquad \text{Oxígeno real}$$

Este coeficiente se calcula a su vez como el producto de otros tres coeficientes:

$$K_t = K_{t1} + K_{t2} + K_{t3}$$

Coeficiente de transferencia

Coeficiente K_{t1}

La aportación de oxígeno es proporcional al déficit de saturación, tal que

$$K_{t1} = \frac{C'_s - C_x}{C_s}$$

donde:

C'_s Concentración de saturación en el tanque de aireación a la temperatura T .

C_x Concentración media en oxígeno en el tanque de aireación.

Generalmente se puede adoptar:

Sin nitrificación: $C_x = 2 \text{ mg/l}$

Con nitrificación: $C_x = 3 \text{ mg/l}$

C_s Saturación en agua clara, a temperatura T y a presión atmosférica normal. C_s figura en la

Tabla, y en nuestro caso su valor es de $9,95 \text{ mg/l}$.

Tabla : Valores de C_s en función de la temperatura T .

T (°C)	C_s (mg/l)	T (°C)	C_s (mg/l)
1	14,23	16	9,95
2	13,84	17	9,74
3	13,48	18	9,54
4	13,13	19	9,35
5	12,80	20	9,17
6	12,48	21	8,99
7	12,17	22	8,83
8	11,87	23	8,68
9	11,59	24	8,53
10	11,33	25	8,38
11	11,08	26	8,22
12	10,83	27	8,07
13	10,60	28	7,92
14	10,37	29	7,77
15	10,15	30	7,63

Para pasar del C_s conocido, por la tabla, a C'_s hay que efectuar tres correcciones:

- El parámetro β tiene en cuenta las materias en suspensión del licor y su salinidad. En condiciones normales y hasta salinidades de 3 g/l se puede adoptar $\beta = 0,98$.
- El parámetro C_p tiene en cuenta las variaciones de presión debidas a la altitud. Se puede calcular mediante la fórmula:

$$C_p = 1 - 0.111 \cdot \frac{ALTITUD(m)}{1000} = 1 - 0.111 \cdot \frac{70}{1000} = 0.992$$

- El parámetro C_A corrige la influencia que tiene la altura del agua en el tanque de aireación. Para aireadores superficiales, como en nuestro caso, la concentración de saturación media es la misma que en la superficie. En este caso $C_A = 1$.

Con las tres correcciones β , C_p y C_A , se puede determinar C'_s :

$$C'_s = C_s \cdot \beta \cdot C_p \cdot C_A = 9.95 \cdot 0.98 \cdot 0.992 \cdot 1 = 9.67 \text{ mg/l}$$

La corrección K_{t1} proporcional al déficit de saturación es:

$$K_{t1} = \frac{C'_s - C_x}{C_s} = \frac{9.67 - 2}{9.95} = 0.771$$

Coefficiente K_{t2}

La velocidad de disolución de oxígeno varía con la temperatura según:

$$K_{t2} = 1,024^{T-10} = 1,024^{16-10} = 1,153$$

Coefficiente K_{t3}

La velocidad de disolución de oxígeno en el agua residual depende de:

- La concentración de sólidos en suspensión en el licor mezcla
- La calidad del agua intersticial
- La concentración en tensoactivos
- El sistema de oxigenación.

La influencia de estos factores se traduce por un único factor K_{t3} que representa:

$$K_{t3} = \frac{\text{capacidad de transferencia del oxígeno en el licor del reactor}}{\text{capacidad del oxígeno en agua limpia}}$$

Para el diseño se pueden adoptar los valores de la siguiente tabla:

Valores del coeficiente K_{t3}

Sistema de aireación	K_{t3}
Aire con burbujas finas	
• Carga media con nitrificación	0,55
• Carga baja con nitrificación	0,65
Aire con difusores estáticos	0,80
Turbina de aireación	0,90
Aire con burbujas gruesas	0,90

El coeficiente global K_t vendrá dado pues:

$$Kt = 0.771 \cdot 1.153 \cdot 0.9 = 0.80$$

Y el consumo real de oxígeno:

$$ON_T = \frac{2.413}{0.8} = 3.02 \text{ kg O}_2 / \text{Kg DBO}_5$$

Si lo multiplicamos por la carga media de DBO_5 obtenemos el consumo real de oxígeno por día a carga media:

$$ON_T = 3.015 \text{ kg O}_2 / \text{kg DBO}_5 \cdot 1569.77 \text{ kg DBO}_5 / \text{d} = 4734.05 \text{ kg O}_2 / \text{d}.$$

Como son dos líneas en paralelo:

$$ON_{\text{LINEA}} = 4734.05 / 2 \cdot 24 = 98.62 \text{ kg O}_2 / \text{h} \cdot \text{línea}$$

2.6.10. Potencia a instalar

Adoptamos una capacidad de transferencia de las turbinas de $1.5 \text{ kgO}_2/\text{kwh}$, por lo que la potencia a adoptar es de :

$$P = (98.62 / 1.5) \cdot (1 \text{ cv} / 0.7457 \text{ kw}) = 88.17 \text{ cv/línea}.$$

Si utilizamos aireadores de 50 cv de potencia, habrá que instalar:

$$N^{\circ} \text{ de aireadores} = 88.17 \text{ cv/línea} / 50 \text{ cv/aireador} = 1.79 \approx 2 \text{ aireadores por línea.}$$

2.6.11. Dimensionamiento del reactor

Según la bibliografía consultada, para sistemas de aireadores mecánicos superficiales, las dimensiones típicas de las celdas del tanque de aireación son:

Dimensiones típicas de los tanques de aireación
para el uso de aireadores mecánicos superficiales

Tamaño del aireador (cv)	Dimensiones del tanque, m	
	Profundidad	Anchura
10	3,33 – 4,00	10,0 – 13,3
20	4,00 – 4,66	11,7 – 16,7
30	4,33 – 5,00	13,3 – 20,0
40	4,00 – 5,66	15,0 – 22,6
50	5,00 – 6,00	15,0 – 25,0
75	5,00 – 6,66	16,7 – 18,3
100	5,00 – 6,66	20,0 – 30,0

Como los aireadores utilizados son de 50 cv de potencia, adoptamos una profundidad del tanque de aireación de 5.5 m. Además adoptamos una altura de resguardo de 1.5 m, por lo que la altura total del tanque de aireación será de 7m.

Según la tabla anterior la anchura típica debe estar entre 15 y 25 m. En este caso tomaremos una anchura de celda de 17.5 m. como tenemos 2 celdas por tanque de aireación, la longitud del reactor aerobio será de 35 m.

Para el tanque anóxico adoptamos la misma altura que para el tanque de aireación (5.5 m) y la misma anchura (17.5 m) , por lo que la longitud necesaria para cubrir el volumen útil es de 8.32 m . Adoptamos pues, una longitud del tanque anóxico de 9 m.

DIMENSIONES TANQUE AIREACIÓN	
Altura util adoptada tanque aireación (m)	5,5
Altura de resguardo (m)	1,5
Altura total muro (m)	7
Volumen necesario tanque aireación	3202,87
Superficie tanque aireación (m ²)	582,34
Anchura tanque aireación (m)	17,5 (2x1)
Nº de celdas	2
Longitud tanque aireación (m)	35
Superficie adoptada tanque aireación (m ²)	612,50
Volumen util tanque aireación (m ³)	3368,75
DIMENSIONES TANQUE ANÓXICO	
Altura util adoptada tanque anóxico (m)	5,5
Anchura tanque anóxico (m)	17,5
Superficie transversal (m ²)	96,25
Volumen tanque anóxico (m ³)	800,72
Longitud tanque anóxico (m)	8,3191319 ≈ 9 m
Volumen util tanque anóxico (m ³)	866,25

2.6.12. Mezclado del tanque anóxico

La balsa anóxica no está aireada como el reactor aerobio, sin embargo es importante mantener el líquido de mezcla en continua agitación por dos motivos principales:

- Favorecer el contacto entre sustrato y microorganismos desnitrificantes necesario para que se lleve a cabo la etapa de desnitrificación
- Evitar que se produzcan deposiciones del fango en el tanque

Experimentalmente se ha establecido una relación entre la operación de mezclado y la potencia necesaria para tal efecto:

OPERACIÓN	CV /1000 GALONES
Mezclado ordinario	0.2 - 0.5
Reacción homogénea	0.5 - 1.5
Reacción con transferencia de calor	1.5 - 5.0
Mezclas líquido-líquido	5
Mezclas líquido- gas	5 - 10

Consideraremos la operación de mezclado ordinario como la que mejor se ajusta a nuestro caso y tomaremos el valor más desfavorable.

$$\frac{0.5cv}{1000gal} \cdot \frac{1galón}{0.004m^3} \cdot 866.25 = 108 \text{ cv}$$

Utilizaremos dos agitadores de 60 cv para en cada tanque anóxico.

2.6.13. Recirculación de lodos

Existen diversas técnicas para calcular el caudal de recirculación óptimo. Las estrategias de control se basan en mantener un determinado nivel de SSLM dentro del tanque de aireación o una determinada altura de la capa de fango en los decantadores finales.

Un método de ensayo de sedimentabilidad utilizado a menudo se basa en una medida empírica conocida con el nombre de “índice volumétrico del fango” (IVF) o “índice de *Mohlman*”. Éste se define como el volumen (en ml) que ocupa un gramo (peso seco) de sólidos del líquido mezcla de fango activado, después de sedimentar durante 30 min en un cilindro graduado de 1000 ml. En la práctica, se calcula como el porcentaje que ocupa el fango, en volumen, en una muestra de líquido mezcla, tras sedimentar durante 30 min, dividido por la concentración de sólidos suspendidos del líquido mezcla expresada como porcentaje (P_w).

Adoptamos un índice de Mohlman de 100, lo que supone que la concentración de lodos en la purga es de

$$\frac{1g}{100ml} \cdot \frac{1000ml}{1l} \cdot \frac{1000mg}{1g} = 10.000 \frac{mg}{l}$$

Haciendo un balance de materia al volumen de control dibujado en rojo en el diagrama de flujo podemos calcular la relación Q_r/Q :

$$\left(\begin{array}{c} \text{Cantidad de} \\ \text{biomasa acumulada} \\ \text{en el Volumen de} \\ \text{Control} \end{array} \right) = \left(\begin{array}{c} \text{Cantidad de} \\ \text{biomasa que} \\ \text{entra al volumen} \\ \text{de control} \end{array} \right) - \left(\begin{array}{c} \text{Cantidad de} \\ \text{biomasa que} \\ \text{sale del volumen} \\ \text{de control} \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} \text{Cantidad neta} \\ \text{de biomasa} \\ \text{producida} \end{array} \right)$$

Suponiendo que se alcanza el estado estacionario en el proceso continuo, el término de acumulación es nulo. Al V.C. entran la alimentación fresca ($Q \cdot X_0$) y los lodos recirculados ($Q_r \cdot X_r$), y salen $(Q+Q_r) \cdot X$. Hay una producción de biomasa (P_x).

$$Q \cdot X_0 + Q_r \cdot X_r + P_x = (Q + Q_r) \cdot X$$

$$Q \cdot X_0 + Q_r \cdot X_r + P_x = Q \cdot X + Q_r \cdot X$$

$$Q_r (X_r - X) + P_x = Q(X - X_0)$$

$$\frac{Q_r}{Q} = \frac{(X - X_0)}{(X_r - X)} - \frac{P_x}{Q_0(X_r - X)}$$

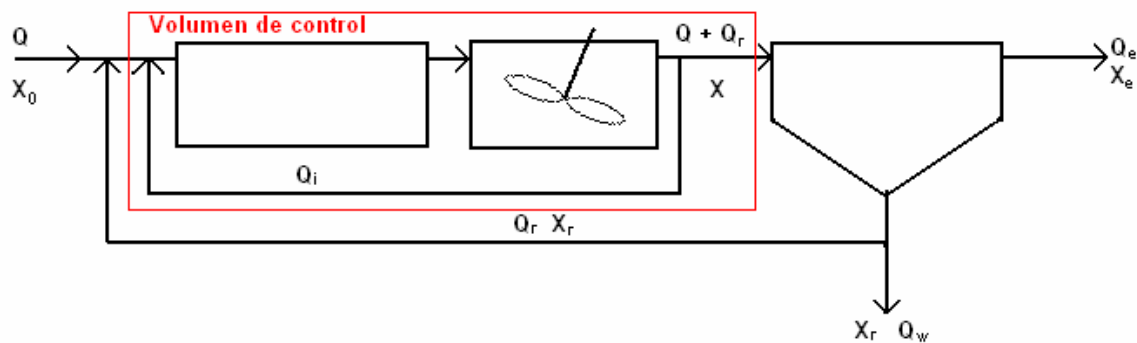
La concentración aconsejada de SSLM (X) según la bibliografía, es de 4500 mg/l. Sustituyendo en la ecuación:

$$\frac{Q_r}{Q} = \frac{4500 - 0}{10000 - 4500} - \frac{1483.28}{2552.47 \cdot (10000 - 4500)} = 0.817$$

lo que indica que, para mantener una concentración constante de SSLM de 4.500, se debe recircular el 81.78% del caudal.

El caudal de recirculación será, por tanto,

$$Q_r = 0.817 \cdot 2552.47 = 2085.36 \text{ m}^3/\text{d}$$



Balance de materia para el cálculo de Q_r .

2.6.14. Caudal de purga

Haciendo un balance de materia de la biomasa, la cantidad de fango a purgar se calculará como:

$$\text{Masa a purgar} = \text{Incremento de biomasa (SSLM)} - \text{S.S. perdidos en el efluente}$$

esto es suponiendo que la biomasa que entra (X_0) es insignificante con respecto a la concentración que existe en el reactor.

Con el parámetro F_{exc} calculado anteriormente podemos calcular el incremento de la biomasa como:

$$P_x (SST) = F_{exc} \cdot DBO_{5,ENT} \cdot Rendimiento$$

$$P_x = 0.92 \cdot 1569.77 \cdot 0.9879 = 1423.88 \text{ kg/d}$$

La carga de SST que salen por el efluente a caudal medio es:

$$SST_{\text{efluente}} = (35 \text{ mg/l} \cdot 2552.47 \text{ m}^3/\text{d}) / 1000 = 89.33 \text{ kg/d}$$

La carga de SST que entra en el efluente es: $SST_{\text{afluente}} = 837.21 \text{ kg/d}$

La cantidad de fangos a purgar será :

$$M_{\text{purga}} = 1423.88 + 837.21 - 89.33 = 2171.76 \text{ kg/d}$$

Como el valor de concentración X_r lo calculamos en el apartado anterior, podemos saber el caudal de purga Q_w .

$$X_r = 10.000 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \cdot \frac{10^3 \text{ l}}{1 \text{ m}^3} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} = 10,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_w = \frac{2171.76}{10} = 217.17 \text{ m}^3/\text{d}$$

2.6.15. Comprobación de la alcalinidad

La pérdida de la alcalinidad del agua residual en el reactor biológico se calcula tanto para los casos de nitrificación como los de nitrificación /desnitrificación a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta \text{Alcalinidad} = \frac{1}{14} \left(N_{\text{NH}_4, \text{infl}} - N_{\text{NH}_4, \text{salida}} + N_{\text{NO}_3, \text{salida}} - N_{\text{NO}_3, \text{influyente}} \right) \left(\frac{\text{mmol}}{\text{l}} \right)$$

El valor de la alcalinidad a la salida del reactor biológico debe ser $> 1,5 \text{ mmol/l}$.

$N-NH_4^+$, infl: 51 mg/l
 $N-NH_4^+$, salida: 2 mg/l
 $N-NO_3^-$, infl: $(50.16 \text{ kg/d} \cdot 2552.47 \text{ m}^3/\text{d}) / 1000 = 19.65 \text{ mg/l}$
 $N-NO_3^-$, salida: 0 mg/l

$$\Delta \text{Alcalinidad} = \frac{1}{14} \cdot (51 - 2 + 19.65 - 0) = 4.79 \text{ mmol/l}$$

El valor de la alcalinidad en el efluente será de:

$$\text{Alcalinidad}_{\text{efluente}} = 7.5 - 4.79 = 2.71 \text{ mmol/l} > 1.5 \text{ mmol/l.}$$

2.7. Decantación secundaria

Las recomendaciones sobre parámetros en decantación, después de un proceso biológico vienen dadas en la siguiente tabla:

Parámetros en la decantación secundaria de fangos activos.

Proceso	Carga s/ vertedero ($\text{m}^3 / \text{h} \cdot \text{m}$)		Carga de sólidos ($\text{kg} / \text{m}^2 \cdot \text{h}$)		Tiempo de retención (h)		Velocidad ascensional ($\text{m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h}$)	
	Qmed	Qmax	Qmed	Qmax	Qmed	Qmax	Qmed	Qmax
Convencional	$\leq 5,7$	$\leq 10,5$	$\leq 2,5$	$\leq 6,0$	≥ 3	≥ 2	$\leq 0,8$	$\leq 1,5$
Alta carga	$\leq 6,5$	$\leq 11,5$	$\leq 5,6$	$\leq 9,5$	$\geq 2,5$	$\geq 1,5$	$\leq 1,18$	≤ 2
Aireación escalonada	$\leq 6,5$	$\leq 11,5$	$\leq 2,8$	$\leq 6,2$	$\geq 2,0$	$\geq 1,5$	$\leq 1,35$	≤ 2
Contacto estabilización	$\leq 6,5$	$\leq 11,5$	$\leq 2,2$	$\leq 5,5$	$\geq 3,2$	$\geq 1,6$	$\leq 1,02$	≤ 2
Aireación prolongada	$\leq 4,0$	≤ 9	$\leq 4,2$	$\leq 7,0$	$\geq 3,6$	$\geq 1,7$	$\leq 0,7$	$\leq 1,5$

En cuanto a la altura recta sobre vertedero (profundidad del agua medida en los muros perimetrales en los decantadores circulares, y en el muro de salida del efluente en los decantadores rectangulares), la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (E.P.A.) recomienda los siguientes valores:

$$3,0 \leq h \leq 5,0m$$

Una vez tenido en cuenta los valores recomendados de diseño, procedemos al dimensionamiento del decantador.

Para ello necesitaremos los valores de caudal medio y caudal máximo a la entrada del decantador secundario:

- Caudal medio horario : 106.36 m³/h
- Caudal máximo horario: 228.66 m³/h

2.7.1. Cálculo de la superficie mínima del decantador según la velocidad ascensional.

$$\text{A caudal máximo: } S_{Q_{\max}} = \frac{Q_{\max}}{v_{\text{asc}Q_{\max}}} = \frac{228.66}{1.4} = 163.32 \text{ m}^2$$

$$\text{A caudal medio: } S_{Q_{\text{med}}} = \frac{Q_{\text{med}}}{v_{\text{asc}Q_{\text{med}}}} = \frac{106.36}{0.7} = 151.94 \text{ m}^2$$

Vamos a proyectar dos decantadores, uno para cada línea, por lo que la superficie mínima del decantador será: $S_{\text{min decantador}} = 163.32 / 2 = 81.66 \text{ m}^2$

Por lo tanto el diámetro del decantador será:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S_{\text{min}}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 81.66}{\pi}} = 10.19 \text{ m} \approx 10.5 \text{ m}$$

La superficie real del decantador es por lo tanto: $S_{\text{real}} = \pi \cdot (10.5^2/4) = 86.59 \text{ m}^2$

2.7.2. Comprobación de la carga de sólidos

La concentración de sólidos a la entrada del decantador es de 4500 mg/l y la carga de sólidos será:

$$\text{A caudal máximo: } C_{\text{sol}Q_{\max}} = \frac{X \cdot Q_{\max}}{S_{\text{real}}} = \frac{4500}{10^6} \cdot \frac{228.66}{86.59} = 5.94 \text{ kg/m}^2\text{h} < 7$$

$$\text{A caudal medio: } C_{\text{sol}Q_{\text{med}}} = \frac{X \cdot Q_{\text{med}}}{S_{\text{real}}} = \frac{4500}{10^6} \cdot \frac{106.36}{86.59} = 2.76 \text{ kg/m}^2\text{h} < 4.2$$

Luego, la superficie adoptada es válida.

2.7.3. Cálculo del volumen mínimo del decantador según el THR.

A caudal máximo: $V_{Q_{\max}} = \text{THR}_{Q_{\max}} \cdot Q_{\max} = 1.7 \cdot 228.66 = 388.72 \text{ m}^3$

A caudal medio: $V_{Q_{\text{med}}} = \text{THR}_{Q_{\text{med}}} \cdot Q_{\text{med}} = 3.6 \cdot 106.36 = 382.89 \text{ m}^3$

Como hay dos unidades, el volumen mínimo del decantador será:

$$V_{\min} = 388.72 / 2 = 194.36 \text{ m}^3$$

La altura mínima del decantador será : $h = V_{\min} / S_{\text{real}} = 194.36 / 86.59 = 2.24 \text{ m}$.

Siguiendo las pautas recomendadas para la altura útil en decantadores secundarios, adoptamos una altura de 3 m, lo que daría lugar a un volumen útil de:

$$V_{\text{util}} = 259.67 \text{ m}^3$$

2.7.4. Cálculo de la carga sobre vertedero

A caudal máximo: $C_{\text{vert}} = \frac{Q_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot D} = \frac{228.66}{2 \cdot \pi \cdot 10.5} = 3.46 \text{ m}^3/\text{h m}^2 < 9$

A caudal medio: $C_{\text{vert}} = \frac{Q_{\text{med}}}{2 \cdot \pi \cdot D} = \frac{106.36}{2 \cdot \pi \cdot 10.5} = 1.61 \text{ m}^3/\text{h m}^2 < 4$

2.7.5. Determinación de las dimensiones del deflector de entrada

Parámetros de diseño:

- Relación d_1/D : 0.15
- Relación h_1/h : 0.5
- Pendiente del decantador: 3 %

Siguiendo la relación anterior, como el diámetro del decantador es 10.5 m, el diámetro del deflector de entrada será 1.6 m .

De la misma manera y teniendo en cuenta la pendiente del decantador se obtiene una altura del decantador de 3.16 m y del deflector de entrada de 1.6 m.

2.7.6. Cálculo del volumen de la poceta de fangos

Sabiendo que el caudal de lodos es de 217.17 m³/d y adoptando un tiempo de residencia del lodo en la poceta de 3 horas, se obtiene un volumen de poceta de:

$$V_{poceta} = \frac{\frac{217.17}{24} \cdot 3}{2} = 13.57 \text{ m}^3$$

2.7.7. Balance global al sistema

A modo de resumen, hacemos un balance de materia global del sistema de tratamiento biológico definiendo caudales y cargas contaminantes de cada corriente:

CORRIENTE DE ENTRADA		
CAUDAL (m3/d)	2552,47	
CONSTITUYENTE	CARGA CONTAMINANTE (kg/d)	CONCENTRACIÓN (mg/l)
DBO5	1569,77	615
DQO	2800,06	1097
SST	837,21	328
NKT	216,96	85

CORRIENTE DE SALIDA			
CAUDAL (m3/d)	2335,3		
CONSTITUYENTE	CARGA CONTAMINANTE (kg/d)	CONCENTRACIÓN (mg/l)	REDUCCIÓN (%)
DBO5	18,99	7,44	98,79
DQO	291,91	125	89,57
SST	81,74	35	90,24
NKT	50,16	19,65	76,88

BALANCE DE MATERIA AL TRATAMIENTO SECUNDARIO

CORRIENTE DE LODOS		
CAUDAL (m3/d)	217,17	
CONSTITUYENTE	CARGA CONTAMINANTE (kg/d)	CONCENTRACIÓN (mg/l)
DBO5	1550,77	7141
DQO	2508,15	11549
SST	2171,70	10000
NKT	166,80	768

2.8. Desinfección: Cloración

La desinfección es necesaria debido a que se encarga de la destrucción selectiva de los organismos que causan enfermedades.

En este proyecto se ha optado por la utilización del hipoclorito sódico como elemento desinfectante por razones de simplicidad y seguridad frente al cloro gas, ya que, al tratarse de un gas sumamente tóxico y corrosivo, requiere numerosas precauciones y dispositivos de seguridad en las instalaciones para su manejo.

2.8.1. Tanque de almacenamiento de hipoclorito sódico

La dosis de hipoclorito sódico que vamos a utilizar depende del tipo de agua a tratar. En nuestro caso, el agua viene de un proceso de fangos activos ($Q = 2335.3 \text{ m}^3/\text{d}$) y según recomendaciones de la bibliografía tomamos una dosis de 6 mg/l.

La cantidad de hipoclorito sódico necesaria vendrá dada por:

$$M_{NaOCl} = 6 \text{ mg/l} \cdot 2335.3 \text{ m}^3 / \text{d} \cdot \frac{1000}{10^6} = 14.01 \text{ kg/d}$$

Sabiendo que la disolución comercial de hipoclorito sódico tiene una densidad de 0,98 kg/l,

$$Q_{NaOCl} = \frac{14.01}{0.98} = 14.29 \text{ L/d}$$

Adoptando un tiempo de autonomía de abastecimiento del reactivo de 10 días, el volumen necesario para el tanque de almacenamiento es:

$$V_{\text{tanque}} = 14.29 \cdot 30 = 428.93 \text{ L}$$

El depósito debe ser resistente a la corrosión y debe estar ubicado en un lugar fresco no expuesto a la luz solar, ya que esta sustancia pierde su actividad a altas temperaturas.

2.8.2. Canal de cloración

El tiempo mínimo de contacto que debe tener el agua con el hipoclorito es de 15 minutos, pero por seguridad se adoptará un tiempo de contacto de 18 minutos. Por tanto, el volumen total de cloración será:

$$V_{\text{cloración}} = 2335.3 \text{ m}^3 / \text{d} \cdot 18 \text{ min} \cdot \frac{1}{60} \cdot \frac{1}{24} = 29.19 \text{ m}^3$$

Como se van a proyectar dos unidades, el volumen del canal de cloración será de:

$$V_{\text{canal cloración}} = 29.19 / 2 = 14.59 \text{ m}^3$$

El tanque de cloración tendrá un largo de 4 m dividido laberínticamente en distintos canales, un ancho de 2.5 m y una altura de 1.5 m.

Se dividirán en 8 canales, con un ancho de 0.5 m cada uno, y un muro de separación entre canales de 20 cm. De esta manera el largo real del canal de cloración es de 5.4 m .

2.9. Espesado de fangos

Como se desprende del balance de materia al tratamiento secundario, la corriente de lodos a la entrada de esta unidad tiene las siguientes características:

- Caudal de entrada 217.17 m³/d
- Carga de SS en la entrada 2171.7 kg/d
- Concentración de SS en la entrada 10 kg SS /m³

Los parámetros de diseño para los espesadores por gravedad para lodos biológicos son:

PARAMETROS DE DISEÑO	
Velocidad ascensional (m ³ /m ² ·h)	0,45
Carga de sólidos en el reactor (kg SS/m ² d)	30
Concentración de SS de lodos espesados (kgSS/m ³)	30
Captura de sólidos (%)	90
Tiempo mínimo de retención (h)	24
Tiempo de operación de bombeo del fango (h/día)	8

2.9.1. Volumen mínimo del espesador según el tiempo de retención.

El volumen del espesador dependerá del caudal de entrada y del tiempo mínimo de retención y se calcula:

$$V_{\text{ESPESADOR}} = Q \cdot THR_{\text{espesador}} = 217.17 \text{ m}^3 / \text{d} \cdot 24 \text{ h} \cdot \frac{1 \text{ d}}{24 \text{ h}} = 217.17 \text{ m}^3$$

2.9.2. Superficie mínima del espesador

- Según la velocidad ascensional:

$$S_{\text{min}} = \frac{Q}{v_{\text{asc}} \cdot t_{\text{oper}}} = \frac{217.17 \text{ m}^3 / \text{d}}{0.45 \text{ m}^3 / \text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot 8 \text{ h} / \text{d}} = 60.32 \text{ m}^2$$

- Según la carga de sólidos en el espesador:

$$S_{\text{min}} = \frac{C_{\text{SS}}}{C_{\text{solESPES}}} = \frac{2171.7}{30} = 72.39 \text{ m}^2$$

Escogemos la opción más restrictiva por lo que la superficie necesaria es:

$$S_{\text{necesaria}} = 72.39 \text{ m}^2$$

El diámetro del espesador será:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 72.39}{\pi}} = 9.6 \text{ m} \approx 10 \text{ m}$$

La superficie útil del espesador será:

$$S_{util} = \pi \cdot \frac{D^2}{4} = \pi \cdot \frac{10^2}{4} = 78.54 \text{ m}^2$$

La altura del espesador debe estar entre 2.5 – 3 m. se calcula en función de la superficie útil y el volumen del espesador:

$$h = \frac{V}{S_{util}} = \frac{217.17}{78.54} = 2.76 \text{ m} \approx 3 \text{ m}$$

El volumen útil del espesador será entonces:

$$V_{util} = S_{util} \cdot h = 78.54 \cdot 3 = 235.62 \text{ m}^3$$

2.9.3. Comprobación de los parámetros de operación

El tiempo de retención debe ser ≥ 24 horas :

$$THR = \frac{V_{util} \cdot Conc_{SS} \cdot 24}{C_{SS}} = \frac{235.62 \cdot 30 \cdot 24}{2171.1} = 26.03 \text{ h}$$

La velocidad ascensional debe ser $\leq 0.45 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$:

$$v_{ASC} = \frac{Q/t_{oper}}{S_{util}} = \frac{217.17/8}{78.54} = 0.34 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$$

La carga de sólidos debe estar entre 25-35 kg/m²·h:

$$C_{sol} = \frac{C_{SS}}{S_{util}} = \frac{2171.7}{78.54} = 27.65 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$$

2.9.4. Balance de sólidos en suspensión al espesador por gravedad

Según la bibliografía, el rendimiento de captura de sólidos para este tipo de espesamiento es del 90%, por lo que la cantidad de fangos en la corriente de salida es:

$$C_{SS \text{ espesados}} = 0.9 \cdot 2171.7 = 1954.53 \text{ kg SS/ d}$$

Sabiendo que la concentración de salida es de 30 kg/m³, el caudal de salida del espesador es:

$$Q_{salESP} = \frac{1954.53}{30} = 65.15 \text{ m}^3/\text{d}$$

Por lo tanto la cantidad de fangos en el sobrenadante será:

$$C_{SS \text{ sobrenadante}} = 2171.7 - 1954.53 = 217.17 \text{ kg SS/d}$$

y el caudal de sobrenadante es:

$$Q_{sobrenadante} = Q_{entrada} - Q_{lodos \text{ espesados}} = 217.17 - 65.15 = 152.02 \text{ m}^3/\text{d}$$

Este caudal es recirculado a cabecera de planta.

2.10. Deshidratación: Filtro banda

Se diseñarán dos filtros banda, de los cuales uno estará operativo y el otro, que será de las mismas características, estará en reserva por si hay que dejar el otro fuera de servicio.

2.10.1. Depósito tampón de fangos espesados

Es conveniente disponer siempre, dado el funcionamiento discontinuo de las instalaciones de deshidratación, de un depósito de fango espesado que garantice una cierta capacidad de tampón.

Teniendo en cuenta que en la instalación no se prevé deshidratar los fines de semana, adoptamos un depósito con un tiempo de retención de 3 días.

Sabiendo que el caudal a deshidratar es de $65.15 \text{ m}^3/\text{d}$, el volumen del depósito será:

$$V_{\text{deposito}} = 65.15 \cdot 3 = 195.45 \text{ m}^3$$

El depósito tendrá una altura de 3 m y un diámetro de 9.5 m que dan un volumen útil de 212.6 m^3 y un tiempo de retención de 3.2 días.

2.10.2. Cálculo del filtro banda

Las unidades de filtración tendrán un funcionamiento de 8 horas al día, cinco días a la semana:

$$H_F = d_S \cdot h_D = 5 \cdot 8 = 40 \frac{h}{\text{semana}}$$

El caudal horario de fango a secar:

$$Q_{\text{HORARIO}} = Q_{\text{ENTRADA}} \cdot \frac{7 \text{ d} / \text{semana}}{40 \text{ h} / \text{semana}} = 65.15 \cdot \frac{7}{40} = 11.40 \text{ m}^3/\text{h}$$

La cantidad horaria de fango que entra a las unidades de filtración:

$$C_{HORARIA} = C_{LodosESPESES} \cdot \frac{7d/semana}{40h/semana} = 1954.53 \cdot \frac{7}{40} = 342.04 \text{ kg/h}$$

Adoptamos una carga de fango por ancho de banda de 200 kg/mh, por lo que el ancho de banda que obtenemos es:

$$A_{banda} = \frac{C_{HORARIA}}{C_{FANGO}} = \frac{342.04}{200} = 1.71 \text{ m}$$

El ancho de banda comercial utilizado es 2 m.

La carga de sólidos por ancho de banda será:

$$C_{SSanchobanda} = \frac{C_{HORARIA}}{A_{banda}} = \frac{342.04}{2} = 171.02 \text{ kg/m}\cdot\text{h} > 90$$

Una vez seco, la corriente de salida tendrá una concentración de 250 kg/m³, por lo que el caudal será:

$$Q_{seco} = \frac{C_{SSespes}}{Conc_{Lsecos}} = \frac{1954.53}{250} = 7.81 \text{ m}^3/\text{d}$$

El fango seco será almacenado en una tolva para su posterior retirada. Si el periodo de retirada del fango es 1 vez cada dos días, el volumen de la tolva será:

$$V_{tolva} = 7.81 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 2 \text{ d} = 15.62 \text{ m}^3$$

2.10.3. Dosificación de polielectrolito

- Concentración de la selección de polielectrolito:

$$0,55\% = 5,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

- Dosificación máxima prevista según bibliografía:

$$D_{POL} = 5,0 \frac{kg}{T.M.S.}$$

- Consumo máximo de polielectrolito al día:

$$C_{polielectrolito} = \frac{C_{SSespes}}{1000} \cdot D_{poli} \cdot \frac{7d/semana}{5d/semana} = \frac{1954.53}{1000} \cdot 5 \cdot \frac{7}{5} = 13.68 \text{ kg/d}$$

- Caudal diario de solución al 0,55%

$$Q_{polielectrolito} \frac{C_{poli}}{5.5} = \frac{13.68}{5.5} = 2.48 \text{ m}^3$$

se adoptan dos depósitos de preparación de la solución de 1.5 m³ de capacidad cada uno.

El caudal de bombeo de polielectrolito será:

$$Q_{bombeoPOLI} = \frac{Q_{poli}}{t_{oper}} = \frac{2.48}{8} = 0.31 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se utilizarán dos bombas (1 + 1 reserva).

3. ESTUDIO HIDRÁULICO

A continuación se explicará la circulación del agua a tratar por la planta y se desarrollará el diseño de bombas y tuberías necesarias.

El cálculo de la energía para llevar el fluido desde un punto a otro de la planta se abordará mediante un balance de energía aplicando el Teorema de Bernouilli.

El tipo de tubería y sus dimensiones deberán satisfacer dos aspectos necesarios:

- El diámetro deberá ser tal que pueda fluir el caudal necesario y a una velocidad lineal dentro de las recomendadas. Se tomará como velocidad de diseño del fluido 1 m/s.
- El espesor de la línea deberá soportar la presión de trabajo.

Por ello se elegirá la tubería comercial que cumpla ambos requisitos.

3.1. Cálculo del diámetro de las tuberías

En primer lugar habrá que calcular el diámetro interno de la tubería para una velocidad lineal de 1 m/s y para el caudal máximo de paso por la tubería.

Se calculará mediante la siguiente expresión:

$$D_i \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

Una vez calculado el diámetro interior de diseño, se tomará el diámetro comercial inmediatamente superior al calculado con espesor estándar.

Los resultados obtenidos para la línea de agua se ilustran en la siguiente tabla:

Tramo tubería	Q _{máx} (m3/h)	D int (mm)	D nominal (in)	Espesor (in)
1. Pozo de bombeo - tamices	228,6	284,3	12	0,375
2. Tamices - desarenador	228,6	284,3	12	0,375
3. Arqueta de reparto - reactor biológico	228,6	284,3	12	0,375
4. Recirculación interna desnitrificación	501,0	420,9	18	0,375
5. Reactor biológico - decantador secund.	624,9	470,1	20	0,375
6. Decantador secundario. - cloración	209,2	272,0	12	0,375
7. Cloración - arqueta de salida	209,2	272,0	12	0,375

Los resultados obtenidos para la línea de fango son:

Tramo tubería	Q _{máx} (m3/h)	D int (mm)	D nominal (in)	Espesor (in)
8. Decantador secundario - bombeo	435,2	392,3	16	0,375
9. Bombeo - espesador	19,5	83,0	4	0,237
10. Bombeo -recirculación lodos secun.	415,7	383,4	16	0,375
11. Espesador - deposito tampón	5,8	45,4	2	0,154
12. Sobrenadante – cabecera planta	13,6	69,4	3	0,216
13. Deposito tampón – deshidratación	11,4	63,5	3	0,216

3.2. Cálculo de las pérdidas de carga de la línea de agua

Se empleará la ecuación de Bernouilli, que aplicada a dos puntos de una conducción tiene la siguiente forma:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + H = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_f$$

- Siendo:
- Z:** cota del punto
 - P:** Presión en el punto
 - v:** velocidad en el punto
 - H:** altura de bombeo
 - h_f:** pérdida de carga.

Las pérdidas de carga totales son la suma de las pérdidas de carga por fricción, las pérdidas de carga por accesorios y las pérdidas de carga en los equipos.

Las pérdidas de carga se calculan en función de la velocidad de diseño. Esto no es totalmente exacto, ya que al usar secciones de tuberías normalizadas se emplean diámetros mayores a los calculados. La velocidad de diseño es mayor a la que realmente se da en el interior de la tubería, por lo que se obtendrán pérdidas de carga mayores. Debido a ello las bombas estarán sobredimensionadas.

Se calculan mediante la siguiente expresión:

$$h_f = \left(f \cdot \frac{L}{D} + K \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

- Siendo:**
- f:** coeficiente de fricción
 - L:** longitud de la tubería
 - D:** diámetro de la tubería
 - K:** coeficiente de resistencia de los accesorios
 - v:** velocidad del fluido
 - g :** gravedad

El coeficiente de fricción se calcula en función del diámetro de la tubería:

D_N (in)	1	1_{1/4}	1_{1/2}	2	2_{1/2} - 3	4	5	6	8 - 10	12 - 16	18 - 24
f_t	0.023	0.022	0.021	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012

Los coeficientes de resistencia K para accesorios se obtienen siguiendo la siguiente tabla:

Accesorio	Coefficiente de resistencia (K)
Codo de 90°	30·f
Codo de 45°	16·f
Apertura brusca	0.78
Reducción brusca	1
Válvula de retención	200·f
Válvula de mariposa	25·f
Válvula de bola	5·f
Conexión en T estándar	60·f
Conexión en T de flujo directo	20·f
Válvula de control	350·f

A modo de ejemplo, calcularemos la pérdida de carga para el tramo de tubería (pozo de bombeo – tamices):

Según la tabla de coeficientes de fricción, para un diámetro nominal de 12 in corresponde un coeficiente de 0.013.

Consideramos el diámetro interno de la tubería como el diámetro nominal menos el espesor de la tubería: $D_i = (12 - 0.375) \cdot 25.4 / 1000 = 0.295$ m.

La longitud de tubería es 15 m .

El coeficiente de resistencia por accesorios se calcula como la suma de los coeficientes de resistencia de cada uno de los accesorios de la línea:

- Reducción brusca: $K = 1$
- 2 codos de 90° : $K = 2 \cdot 30 f = 60 f$
- Válvula de retención : $K = 200 f$

- T flujo directo: $K=20f$
- T estándar: $K=60f$
- Válvula de mariposa: $K= 25f$

$$K = 1 + 365 f = 1 + 365 \cdot 0.013 = 5.745$$

Si sustituimos en la expresión del cálculo de la pérdida de carga obtenemos:

$$h_f = \left(0.013 \cdot \frac{15}{0.265} + 5.745 \right) \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9.81} = 0.327m$$

De la misma forma calculamos el coeficiente de resistencia por accesorios en todos los tramos de tubería de la planta y siguiendo el mismo procedimiento obtenemos todas las pérdidas de carga de la línea de agua. Éstas se resumen en la siguiente tabla:

PERDIDAS DE CARGA					
LINEA DE AGUA					
Tramo de tubería	D interno (m)	f. fricción	Longitud (m)	K	ht (m)
1. Pozo de bombeo - tamices	0,295	0,013	15	5,745	0,327
2. Tamices- desarenador	0,295	0,013	3	0,78	0,046
3. Arqueta de reparto - reactor biol.	0,295	0,013	15	9,32	0,509
4. Recirculación interna desnitrif.	0,447	0,012	62	4,36	0,307
5. Reactor biológ. - decant. secund.	0,498	0,012	10	2,332	0,131
6. Decant. secund. -cloración	0,295	0,013	25	2,17	0,167
7. Cloración - arqueta de salida	0,295	0,013	2	0	0,004
TOTAL					1,491
Equipo	h estimada (m)				
1. Tamiz	0,55				
2. Desarenador - desengrasador	0,3				
3. Arqueta de reparto	1				
4. Reactor biológico	0,15				
5. Decantador secundario	0,4				
6. Cloración	0,5				
7. Arqueta de salida	1				
TOTAL					3,9
PERDIDA DE CARGA TOTAL EN LA LINEA DE AGUA			5,391 m		

El objetivo del cálculo de las pérdidas de carga en la línea de agua no es otro que diseñar el proceso de manera que mediante un bombeo inicial del agua consigamos que el agua fluya por gravedad por el resto de los equipos de la línea de agua.

La pérdida de carga total en la línea de agua es 5.391, pero por seguridad optamos por utilizar una altura manométrica de bombeo de 7 m .

3.3. Línea piezométrica de la línea de agua

Con las pérdidas de carga obtenidas y la altura de bombeo podemos elaborar la línea piezométrica de la línea de agua:

COTA DE ENTRADA AL POZO DE BOMBEO	70,00
COTA DE L.A. POZO DE BOMBEO	70,00
COTA SOLERA POZO DE BOMBEO	68,00
COTA DE ASPIRACIÓN BOMBA	68,40
COTA DE VERTIDO DE BOMBEO	75,40
COTA ENTRADA TAMIZ	75,07
COTA SALIDA TAMIZ	74,52
COTA L.A. DESARENADOR	74,48
COTA SALIDA DESARENADOR	74,18
COTA SALIDA ARQUETA DE REPARTO	73,18
COTA L.A. REACTOR BIOLÓGICO	72,67
COTA SALIDA REACTOR BIOLÓGICO	72,52
COTA L.A. DECANTADOR SECUNDARIO	72,39
COTA SALIDA DECANTADOR SECUNDARIO	71,99
COTA L.A. CLORACIÓN	71,82
COTA SALIDA CLORACIÓN	71,32
COTA L.A. POZO DE SALIDA EFLUENTE	71,32
COTA DE VERTIDO EFLUENTE	70,32

3.4. Comprobación del espesor de pared

Para comprobar si el espesor de la tubería comercial es adecuado para soportar la presión de diseño, consideraremos el lugar donde la presión es mayor. Aplicamos otra vez el Teorema de Bernouilli:

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + H = Z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + h_f$$

Consideramos:

$$h_f = 0$$

$$P_1 = P_{atm}$$

$$H = 0$$

$$V_1 \approx 0$$

Si despejamos P_2 de la ecuación de Bernouilli:

$$P_2 = (Z_1 - Z_2 - \frac{v_2^2}{2 \cdot g}) \rho \cdot g + P_1$$

La velocidad en el punto 2 será la velocidad del fluido a diámetro nominal, por lo que habría que calcularla:

$$v = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D_N^2}$$

Si sustituimos, a modo de ejemplo los datos correspondientes al tramo de tubería (arqueta de reparto – reactor biológico) obtenemos:

$$P_2 = (0.509 - \frac{0.869^2}{2 \cdot 9.81}) \cdot 993 \cdot 9.81 + 1 = 1.045 \text{ atm}$$

El espesor de tubería mínimo vendría dado por la expresión:

$$e = M \cdot \frac{P \cdot D_{\text{exterior}}}{2 \cdot \sigma}$$

Siendo: $\sigma = 11300$ psi (fatiga máxima admisible a T_{max} de trabajo)
 $M = 1.125$ (tolerancia de fabricación para tuberías de acero)
 D_{ext} = diámetro exterior en in.
 P = presión en psi

Pasamos la presión a psi tenemos que $P_2 = 15.155$ psi y sustituimos en la expresión del espesor:

$$e = 1.125 \cdot \frac{15.155 \cdot 0.324}{2 \cdot 11300} = 0.00024 \text{ in} \lll 0.375 \text{ in}$$

Si lo comparamos con el espesor comercial vemos que es muy inferior al adoptado por lo que cumple los requisitos.

3.5. Cálculo de las pérdidas de carga para la línea de fangos.

Para calcular la pérdida de carga en la línea de fango utilizaremos el mismo procedimiento que en el caso de la línea de agua pero al resultado le aplicaremos un coeficiente multiplicador ($m = 1.2$) ya que se trata de impulsar fango.

PERDIDAS DE CARGA					
LINEA DE FANGO					
Tramo de tubería	D interno (m)	f. fricción	Longitud (m)	K	ht (m)
8. Decant. sec.- cámara bombeo	0,397	0,013	15	2,56	0,155514
9.Cámara de bombeo- espesador	0,095	0,017	25	10,69	0,772869
10.Cámara bombeo- recirculación	0,397	0,013	65	8,45	0,539167
11. Espesador - deposito tampón	0,047	0,019	5	0	0,103021
12.Sobrenad. espes - cabez planta	0,07	0,018	100	1,62	1,393185
13. Deposito tampón- filtros banda	0,07	0,018	10	5,13	0,392529

Si multiplicamos la pérdida de carga por el coeficiente nos queda:

Tramo de tubería	ht (m)	ht´ (m)
8. Decant. sec.- camara bombeo	0,156	0,187
9. Camara de bombeo- espesador	0,773	0,927
10. Camara bombeo- recirculación	0,539	0,647
11. Espesador - deposito tampón	0,103	0,124
12. Sobrenadante – cabecera planta	1,393	1,672
13. Deposito tampón- deshidratación	0,393	0,471

3.6. Cálculo de los equipos de bombeo

Para diseñar los equipos de bombeo tendremos que obtener dos parámetros fundamentales:

- Potencia
- $NPSH_r$

Para ello tendremos que disponer de datos de caudal de bombeo, altura útil, pérdida de carga en la línea de aspiración y diferencia entre el nivel del líquido en el depósito y el nivel de entrada a la bomba.

La potencia de la bomba vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P = Q \cdot H \cdot \rho \cdot g$$

- siendo:
- Q** : caudal de bomb
 - H** : altura útil de bombeo
 - P** : densidad del agua
 - g** : gravedad

La altura de aspiración positiva ($NPSH_d$) es la energía del líquido en el punto de aspiración de la bomba, por encima de la energía del líquido debida a su presión de vapor.

Representa la máxima energía por unidad de peso que el fluido puede perder sin convertirse en vapor.

La altura de aspiración requerida ($NPSH_r$) es una característica de la bomba dependiente del diseño de la misma. Representa la energía necesaria para llenar la parte de aspiración, y vencer las pérdidas por rozamiento y el aumento de la velocidad desde la conexión de aspiración de la bomba hasta el punto de vertido.

Se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$NPSH_d = \frac{P_{atm} \cdot P_{sat}}{\rho \cdot g} + (Z_A - Z_E) - h_{Fasp}$$

$$NPSH_r = 0.8 \cdot NPSH_d$$

Siendo:

- P_{atm} :** presión atmosférica
- P_{sat} :** presión de saturación del agua a 20°C (2337.7 Pa)
- ρ :** densidad del agua (993 kg/m³)
- $Z_A - Z_E$:** diferencia entre nivel de líquido en el depósito y nivel de entrada a la bomba.
- h_{Fasp} :** pérdida de carga en la línea de aspiración.

3.6.1. Bombeo de entrada

- Caudal a bombear: 0.0635 m³/s
- Altura útil: 7 m
- $Z_A - Z_E$: 1.6 m
- h_{Fasp} : 0 m

$$P = (0.0635 \cdot 7 \cdot 993 \cdot 9.81) / 1000 = 4.33 \text{ kw}$$

$$NPSH_d = \frac{101325 - 2337.7}{993 \cdot 9.81} + 1.6 - 0 = 11.76 \text{ m}$$

$$NPSH_r = 0.8 \cdot 11.76 = 9.409 \text{ m}$$

3.6.2. Bombeo de la recirculación interna

- Caudal a bombear: 0.139 m³/s
- Altura útil: 0.5 m
- Z_A-Z_E: 2 m
- h_{Fasp}: 0.003 m

$$P = (0.139 \cdot 0.5 \cdot 993 \cdot 9.81) / 1000 = 0.67 \text{ kw.}$$

$$NPSH_d = 10.16 + 2 - 0.003 = 12.15 \text{ m}$$

$$NPSH_r = 0.8 \cdot 12.15 = 9.727 \text{ m}$$

3.6.3. Bombeo lodos secundarios

- Caudal a bombear: 0.120 m³/s
- Altura útil: 3.77 m
- Z_A-Z_E: 2 m
- h_{Fasp}: 0.155 m

$$P = (0.120 \cdot 3.77 \cdot 993 \cdot 9.81) / 1000 = 4.40 \text{ kw}$$

$$NPSH_d = 10.16 + 2 - 0.155 = 12.006 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_r = 0.8 \cdot 12.006 = 9.605 \text{ m}$$

3.6.4. Bombeo del polielectrolito

- Caudal a bombear: $8.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$
- Altura útil: 1.818 m
- $Z_A - Z_E$: 1 m
- h_{Fasp} : 0 m

$$P = 8.6 \cdot 10^{-5} \cdot 1.818 \cdot 993 \cdot 9.81 = 1.52 \text{ w}$$

$$\text{NPSH}_d = 10.16 + 1 - 0 = 11.16 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_r = 0.8 \cdot 11.16 = 8.929 \text{ m}$$

3.6.5. Bombeo del sobrenadante a cabecera de planta

- Caudal a bombear: $3.78 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$
- Altura útil: 1.671 m
- $Z_A - Z_E$: 2 m
- h_{Fasp} : 0.026 m

$$P = 3.78 \cdot 10^{-3} \cdot 1.671 \cdot 993 \cdot 9.81 = 61.5 \text{ w}$$

$$\text{NPSH}_d = 10.16 + 2 - 0.026 = 12.135 \text{ m}$$

$$\text{NPSH}_r = 0.8 \cdot 12.135 = 9.708 \text{ m}$$

4. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

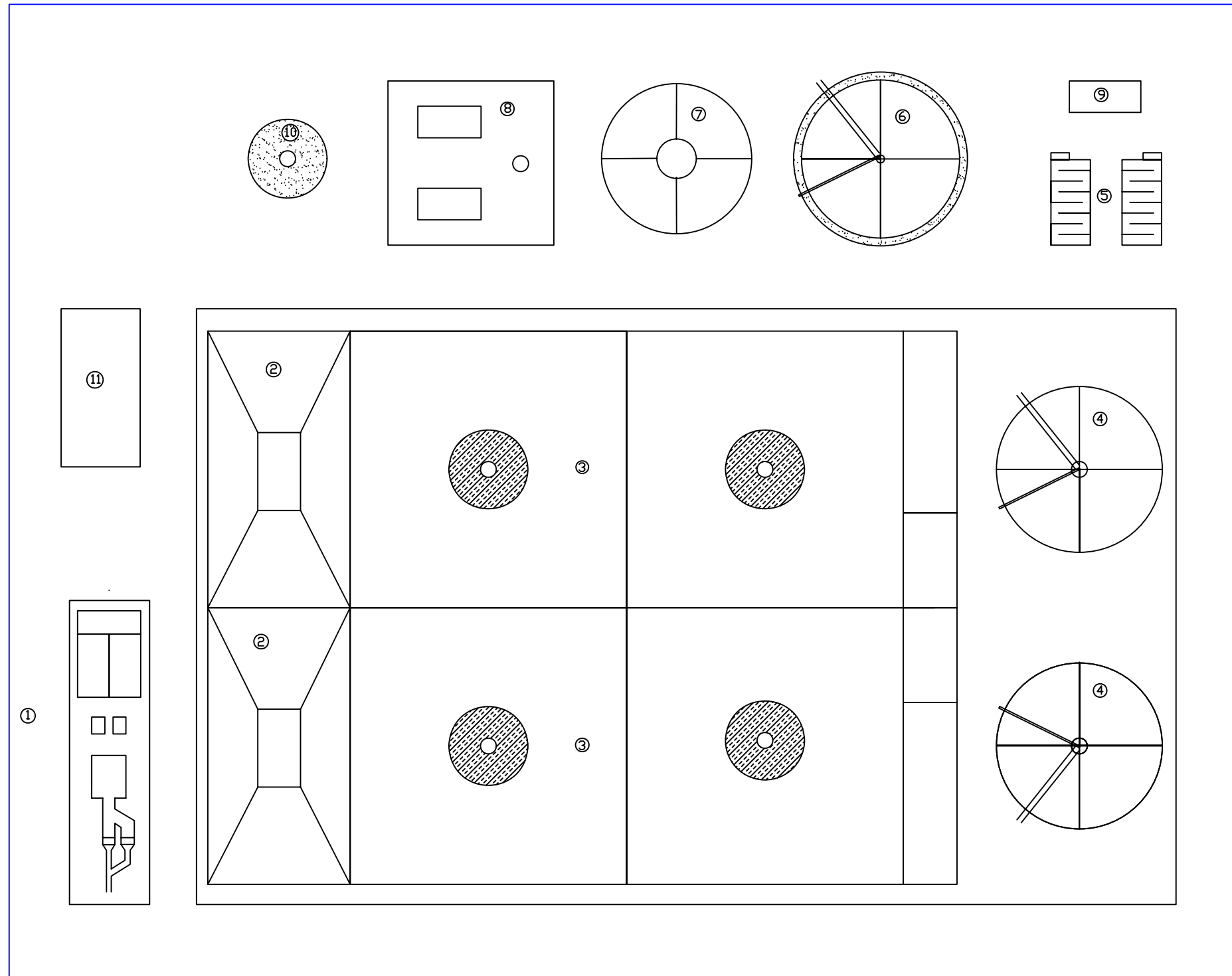
1. **A. Hernández Muñoz, A. H. Lehmann, P. Galán Martínez;** “Manual de depuración Uralita- sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20.000 habitantes” Uralita Productos y Servicios S.A., Editorial Paraninfo, Madrid 1995.
2. **Aurelio Hernández Muñoz,** “Depuración de Aguas Residuales”, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid 1990.
3. **Aurelio Hernández Lehmann,** “Manual de Diseño de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales”, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, 1997.
4. **José A. Díaz Lázaro-Carrasco,** “Depuración de Aguas Residuales”, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Centro de Publicaciones, Madrid, 1991.
5. **Metcalf & Eddy,** “Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y Reutilización” (3ª edición), McGraw-Hill, Madrid, 1995.
6. **Aurelio Hernández Muñoz,** “Saneamiento y Alcantarillado” Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (3ª Edición). Madrid 1994.
7. **Arboleda Valencia, Jorge,** “Teoría y práctica de la purificación del agua” (3ª edición), McGraw-Hill, Santa Fé de Bogotá, 2000.
8. **“Curso de Especialista en Análisis y Dimensionamiento de Procesos para el Tratamiento de Aguas”** Área de Tecnologías del Medio Ambiente de la Universidad de Cádiz.

**“DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO
DE UNA E.D.A.R. CON
TRATAMIENTO BIOLÓGICO
DE FANGOS ACTIVADOS”**

**DOCUMENTO N° 2
PLANOS**

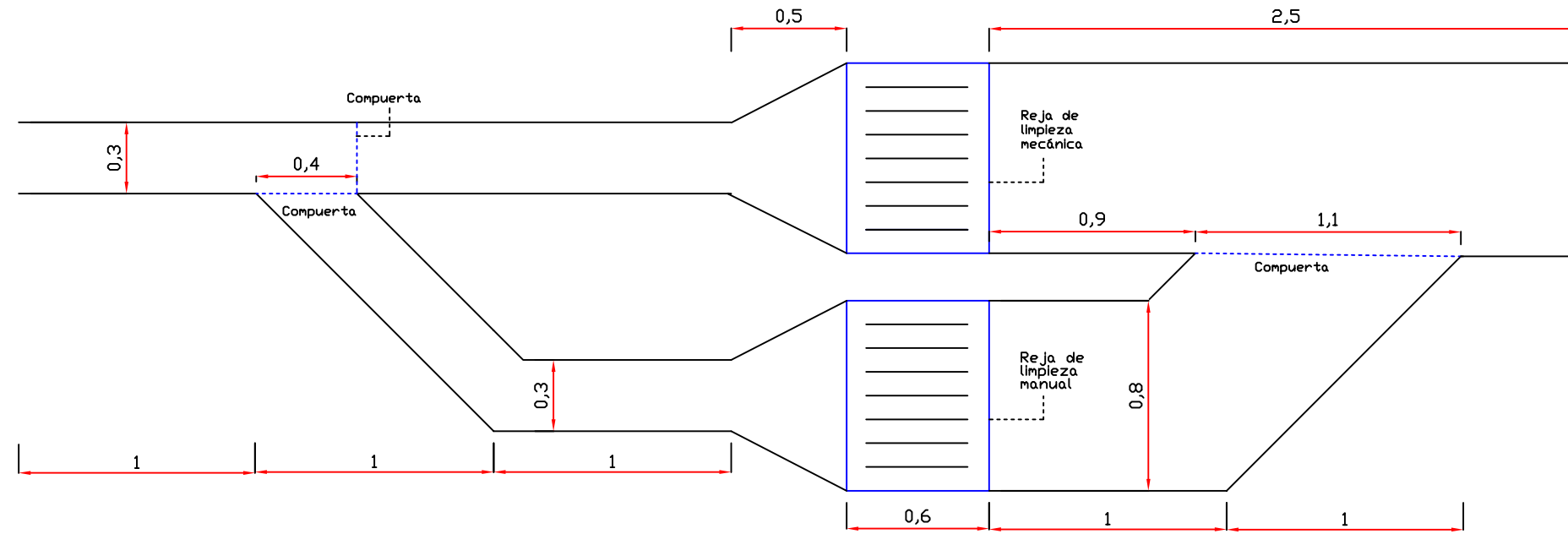
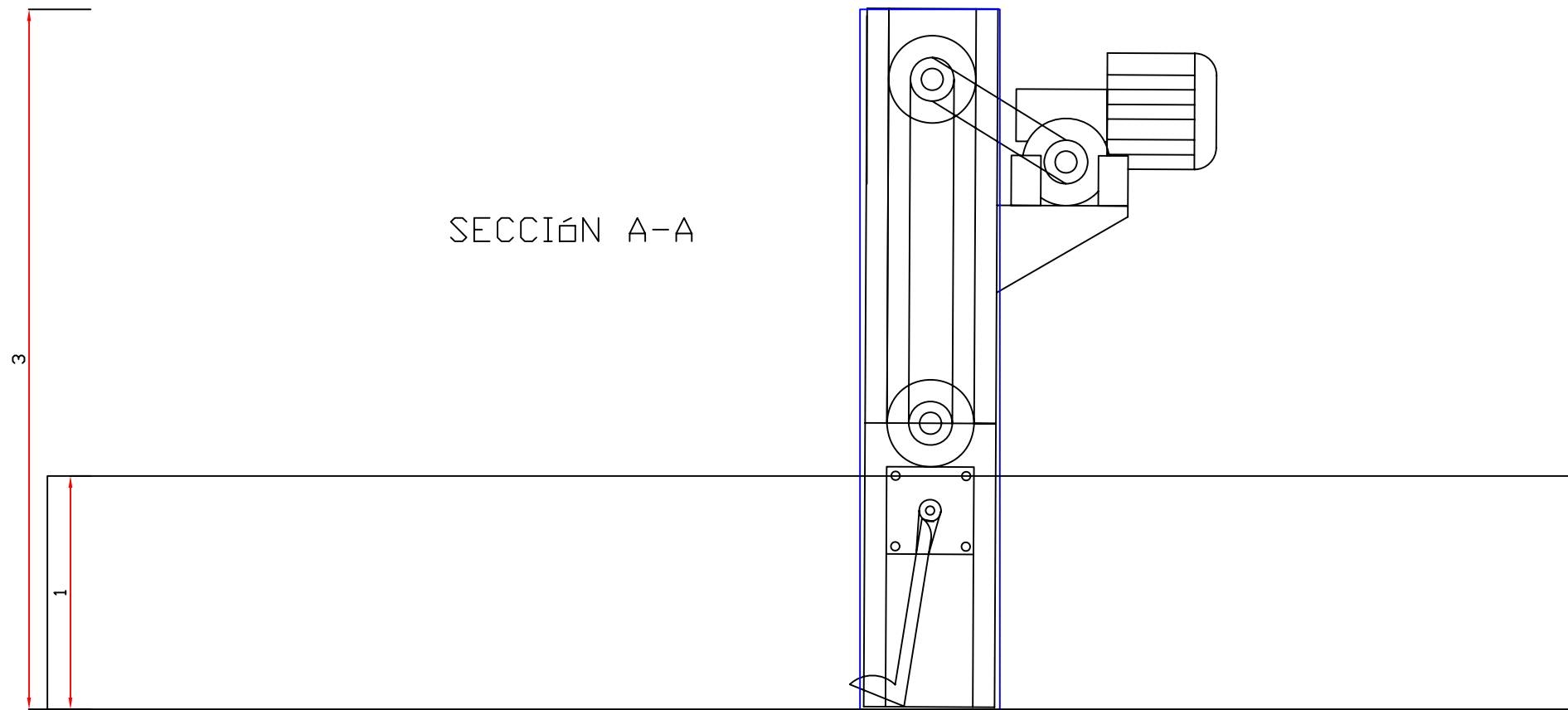
INDICE

1	Distribución en planta
2	Desbaste grueso
3	Pozo de bombeo
4	Desarenado – desengrasado
5	Planta reactor biológico
6	Secciones reactor biológico
7	Decantador secundario
8	Canal de cloración
9	Espesador por gravedad
10	Edificio de deshidratación
11	Diagrama de flujo



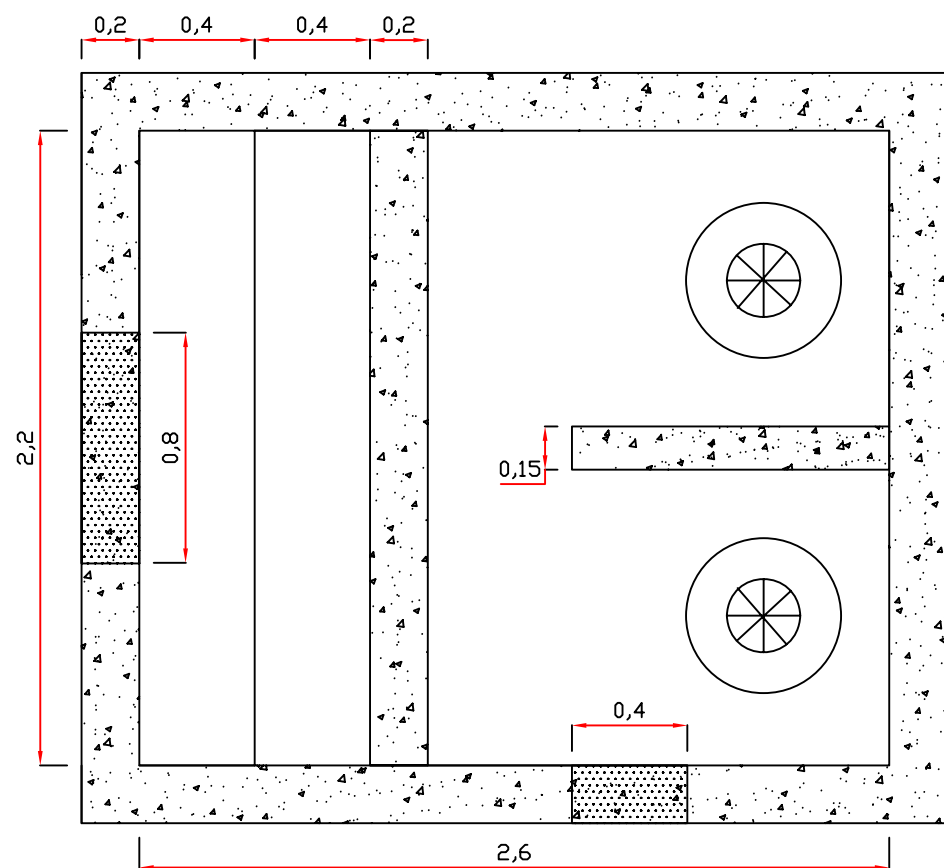
- 1 Edificio de pretratamiento
- 2 Balsa anóxica
- 3 Tanque de aireación
- 4 Decantador secundario
- 5 Canal de cloración
- 6 Espesador por gravedad
- 7 Depósito tampón de lodos espesados
- 8 Edificio de deshidratación
- 9 Arqueta de salida de la EDAR
- 10 Tolva de almacenamiento de fango seco
- 11 Edificio de control y mantenimiento

	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA		PLANO Nº
1:400			1

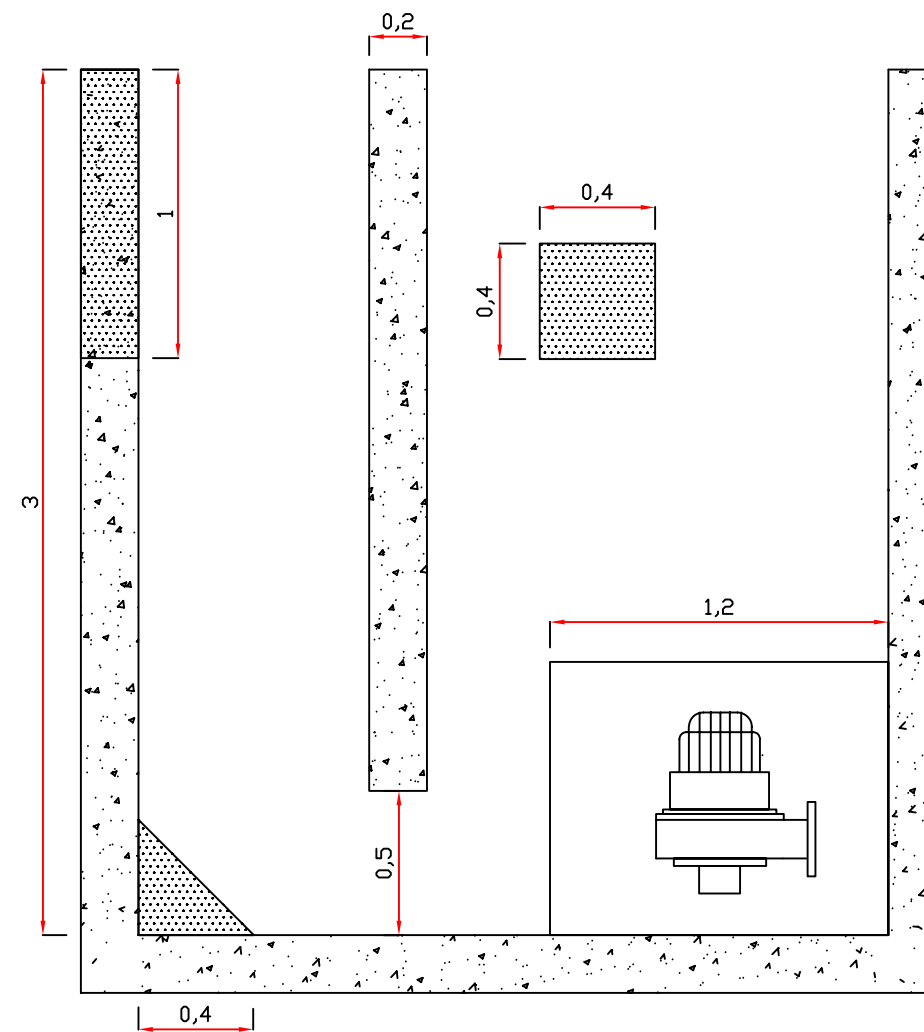


	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA	CANAL DE ENTRADA Y DESBASTE GRUESO		PLANO N°
1:30			2

PLANTA

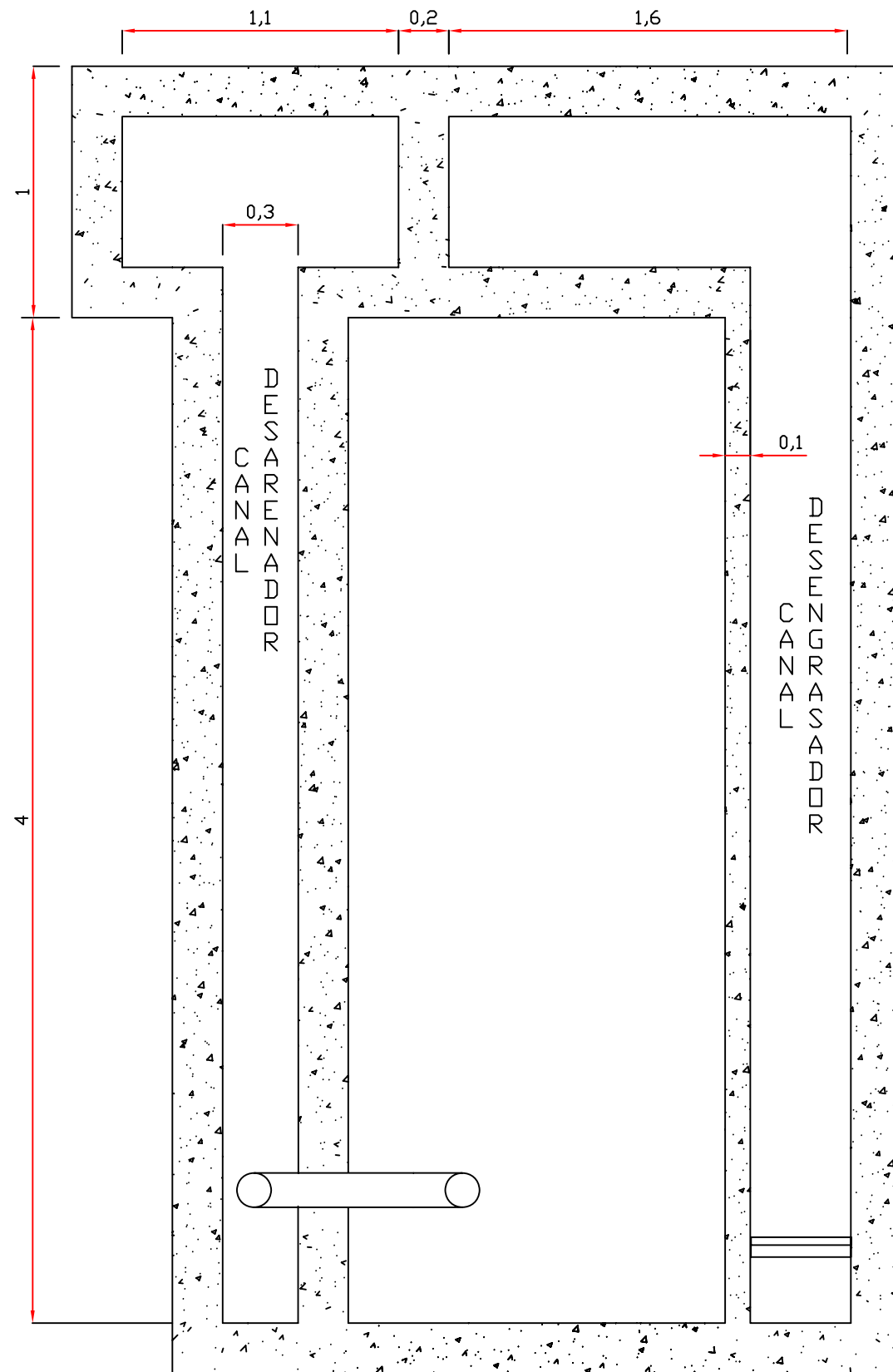


ALZADO

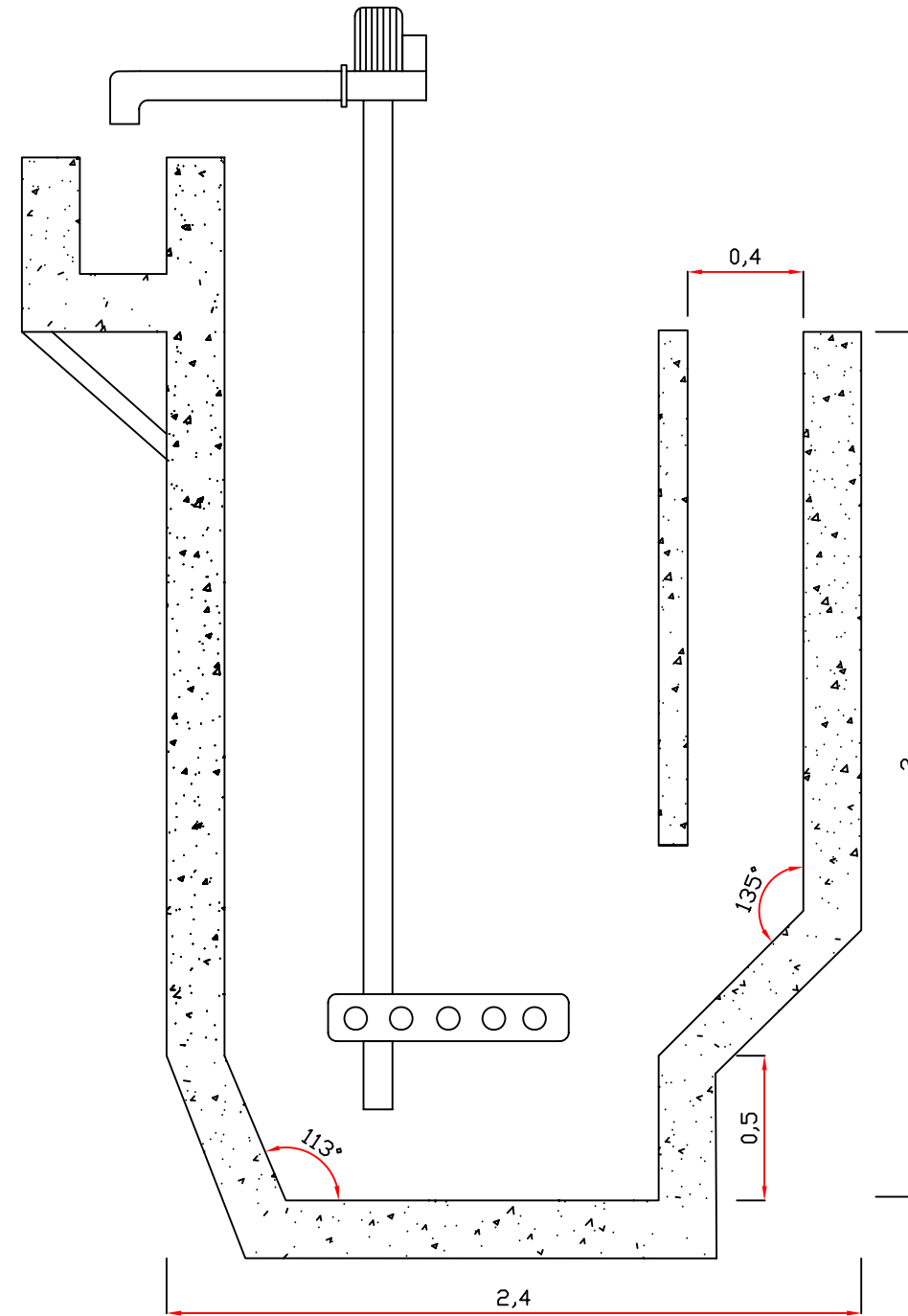


	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA 1:30	POZO DE BOMBEO		PLANO Nº 3

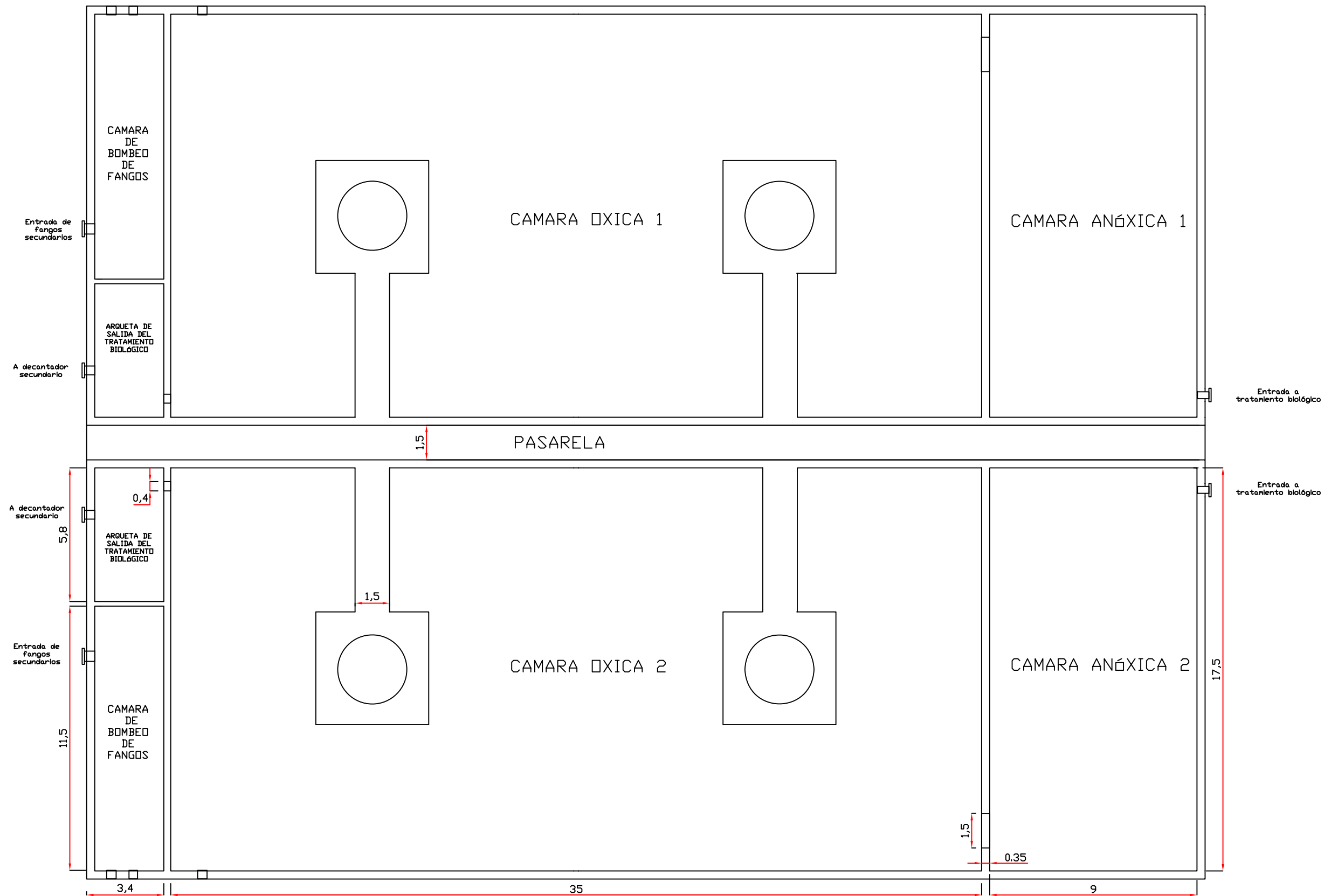
PLANTA



ALZADO

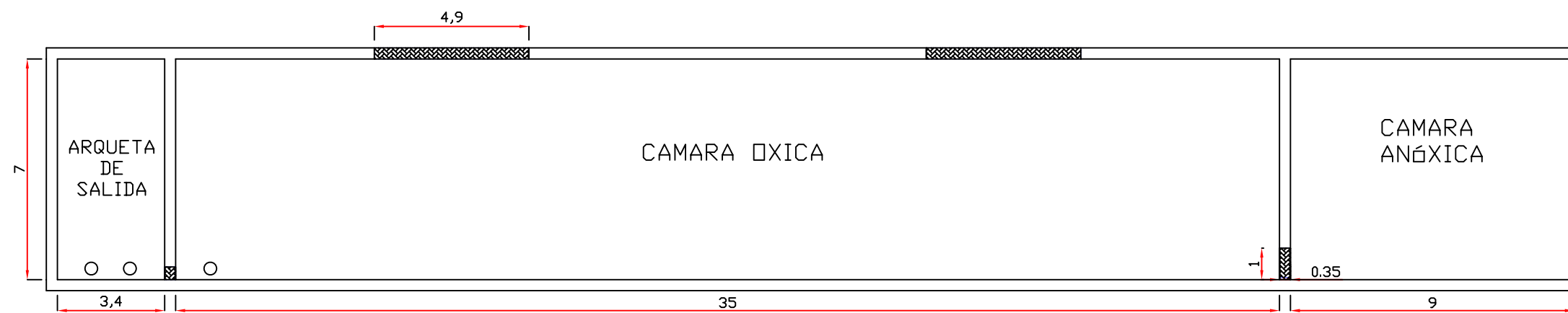


	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA	DESARENADO- DESENGRASADO		PLANO N°
1:30			4

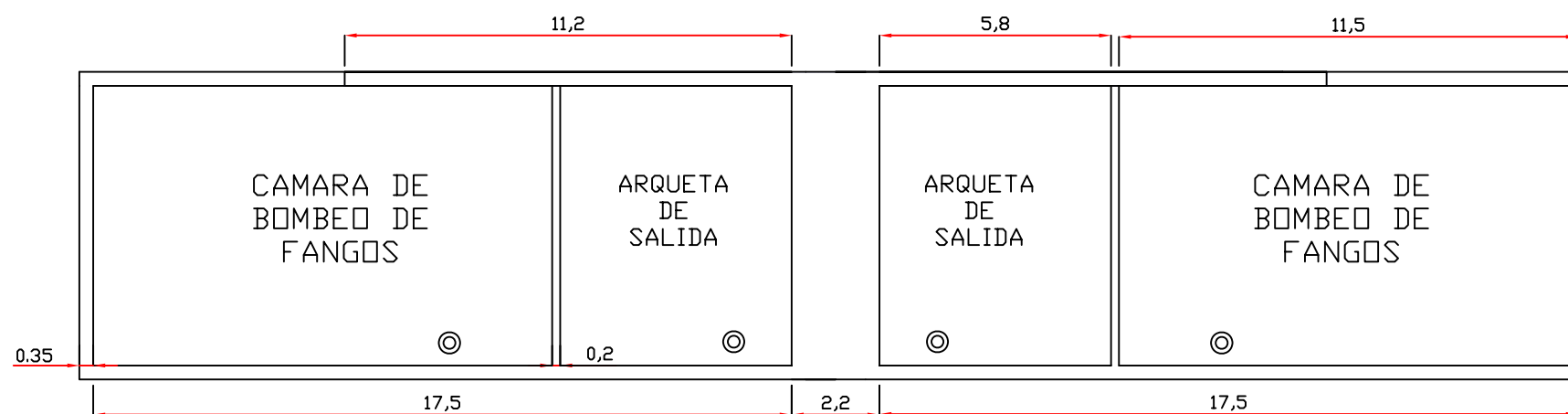


	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
ESCALA 1:200	PLANTA REACTOR BIOLÓGICO		PLANO Nº 5

SECCIÓN I

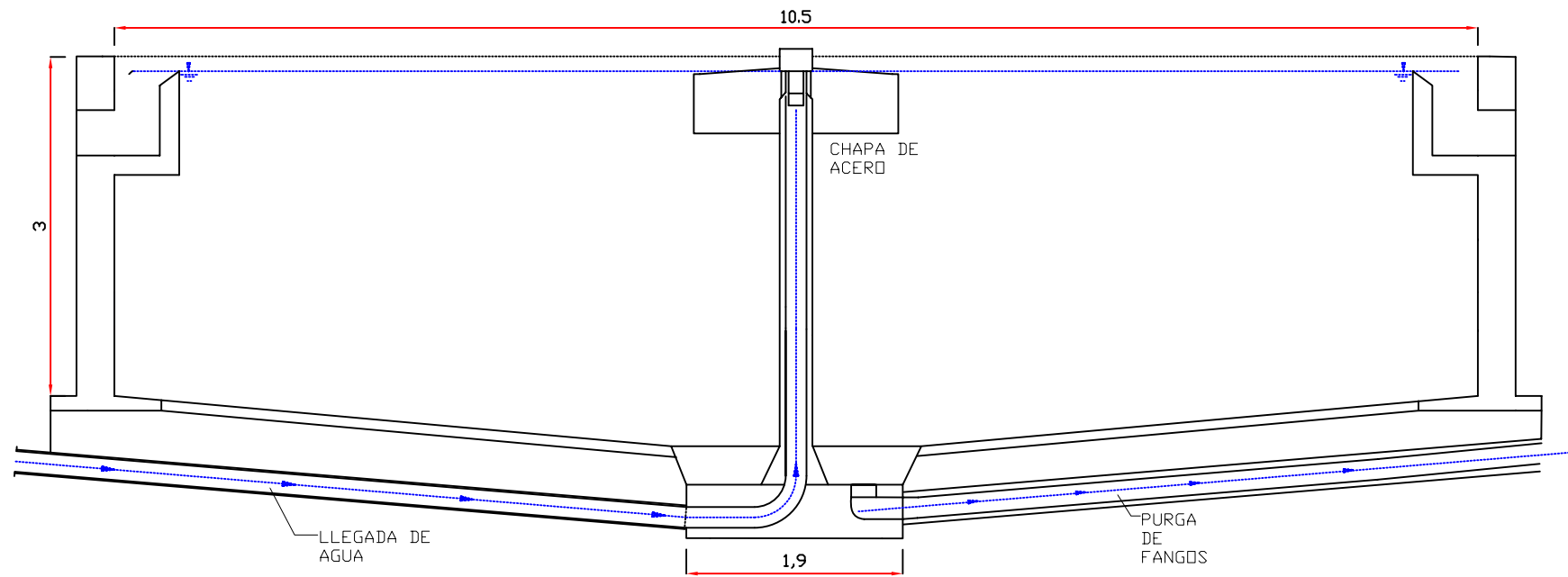


SECCIÓN II

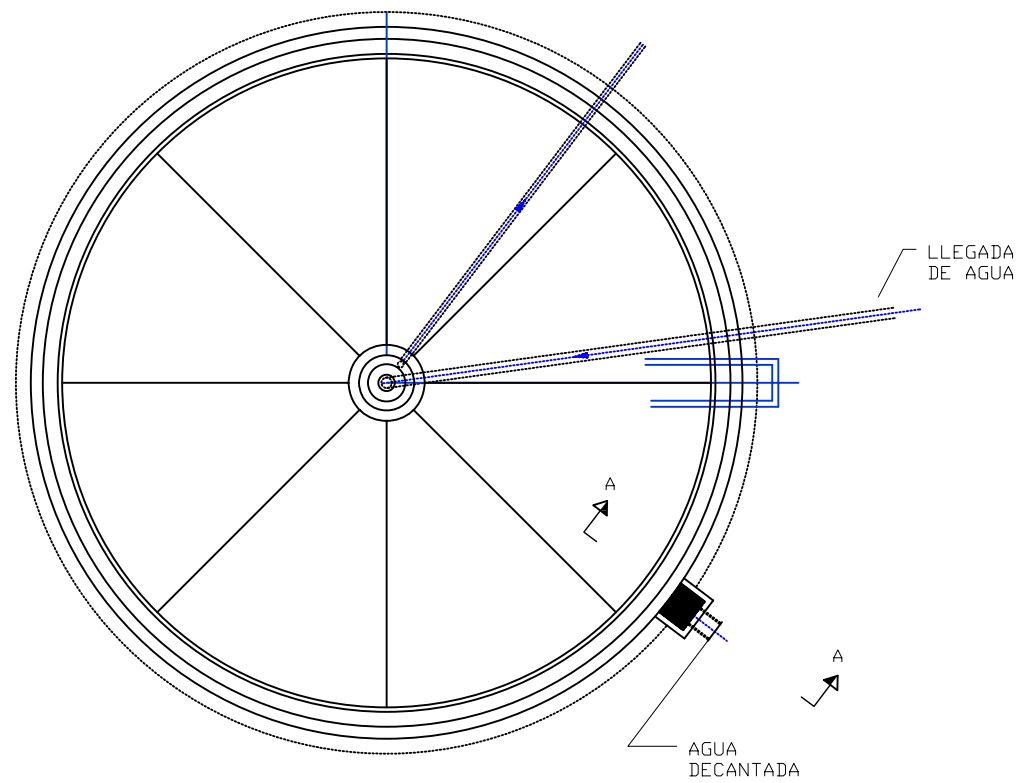


	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA 1:200	SECCIONES REACTOR BIOLÓGICO		PLANO Nº 6

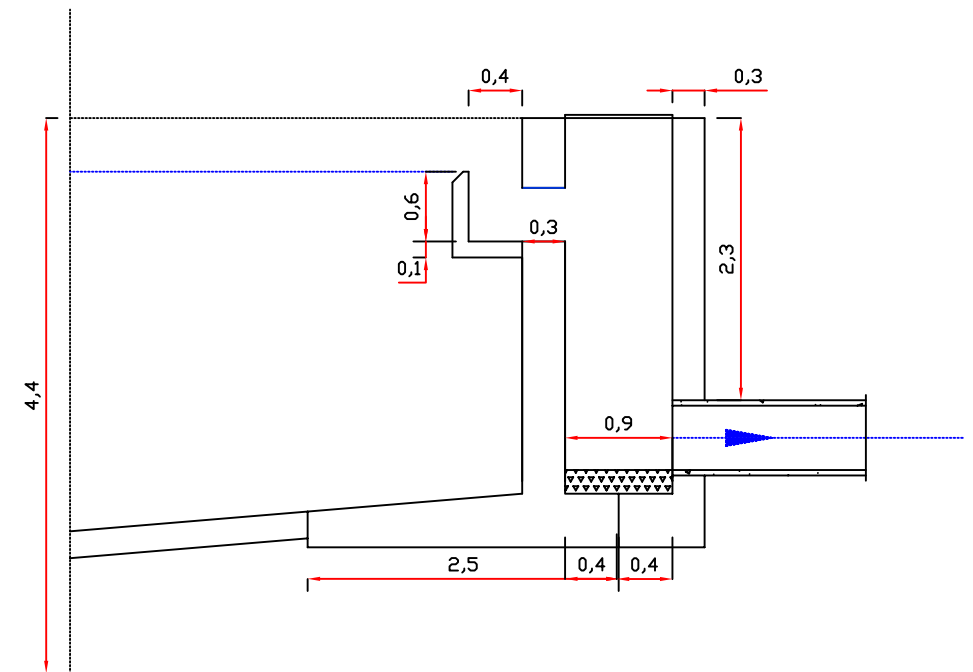
ALZADO
ESCALA 1:70



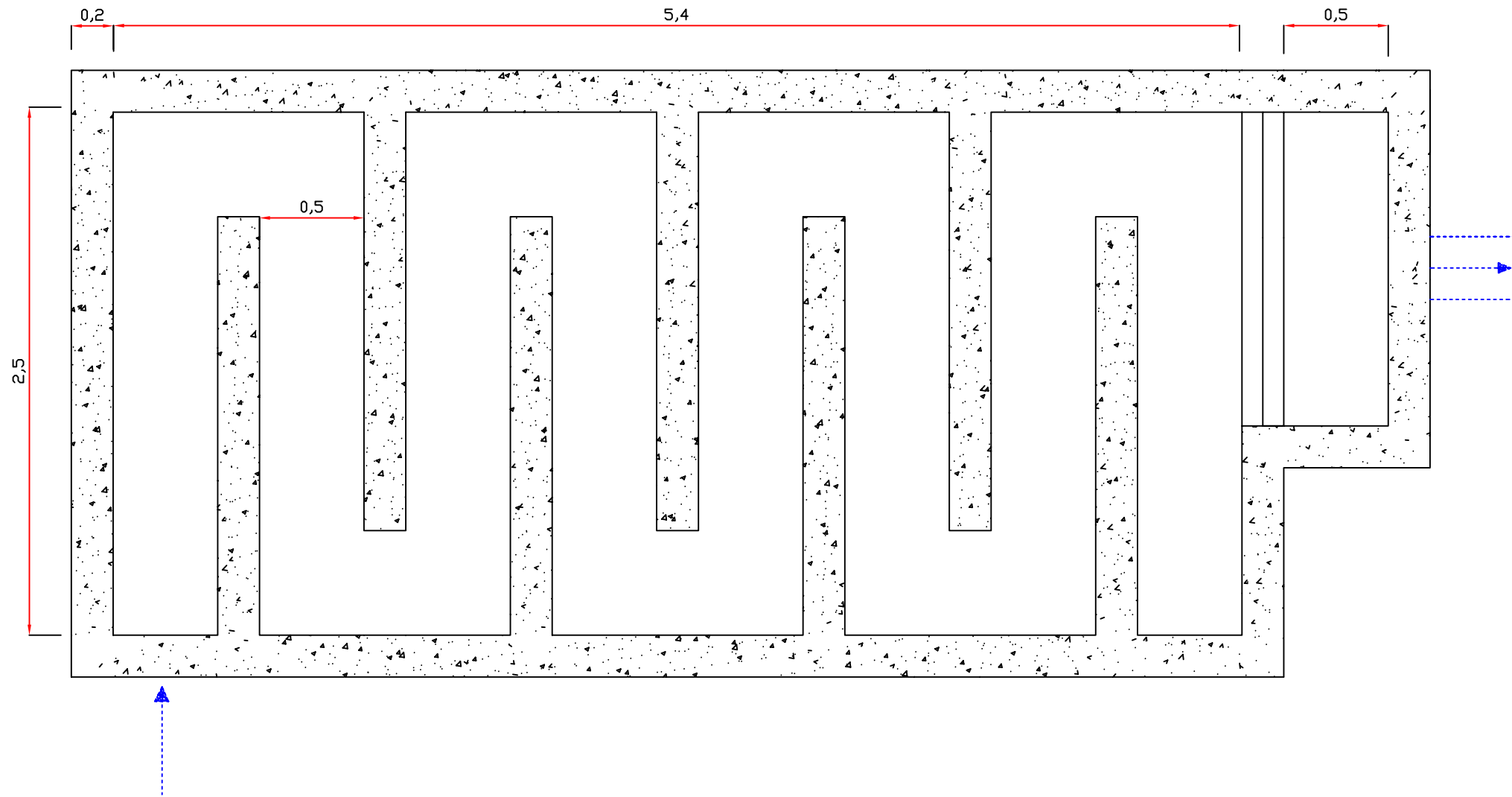
PLANTA
ESCALA 1:140



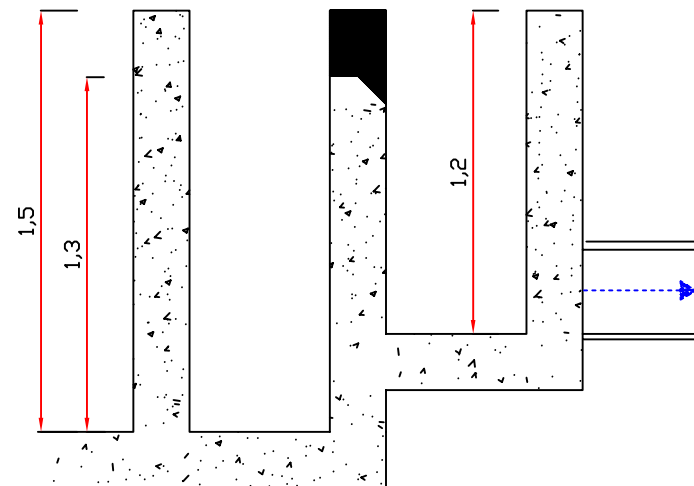
SECCIÓN A-A
ESCALA 1:70



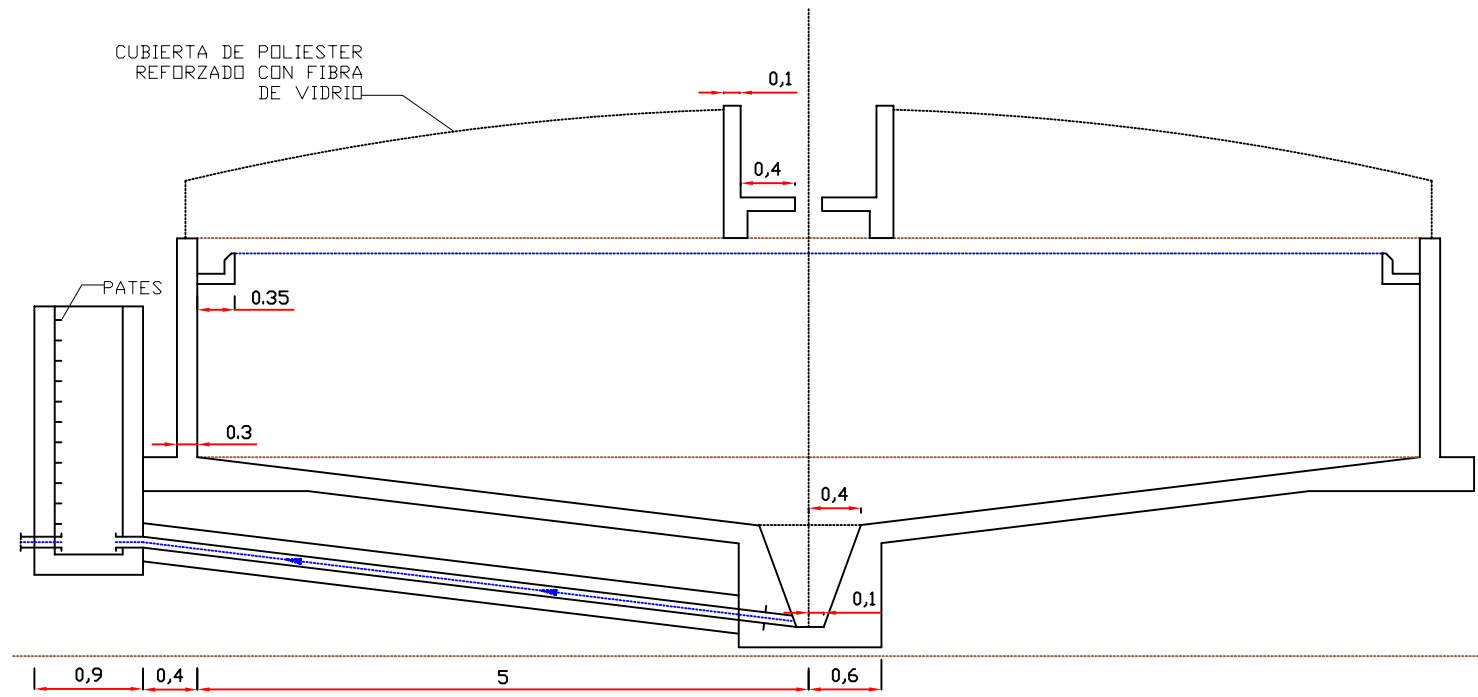
	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA 1:70 1:140	DECANTADOR SECUNDARIO		PLANO Nº 7



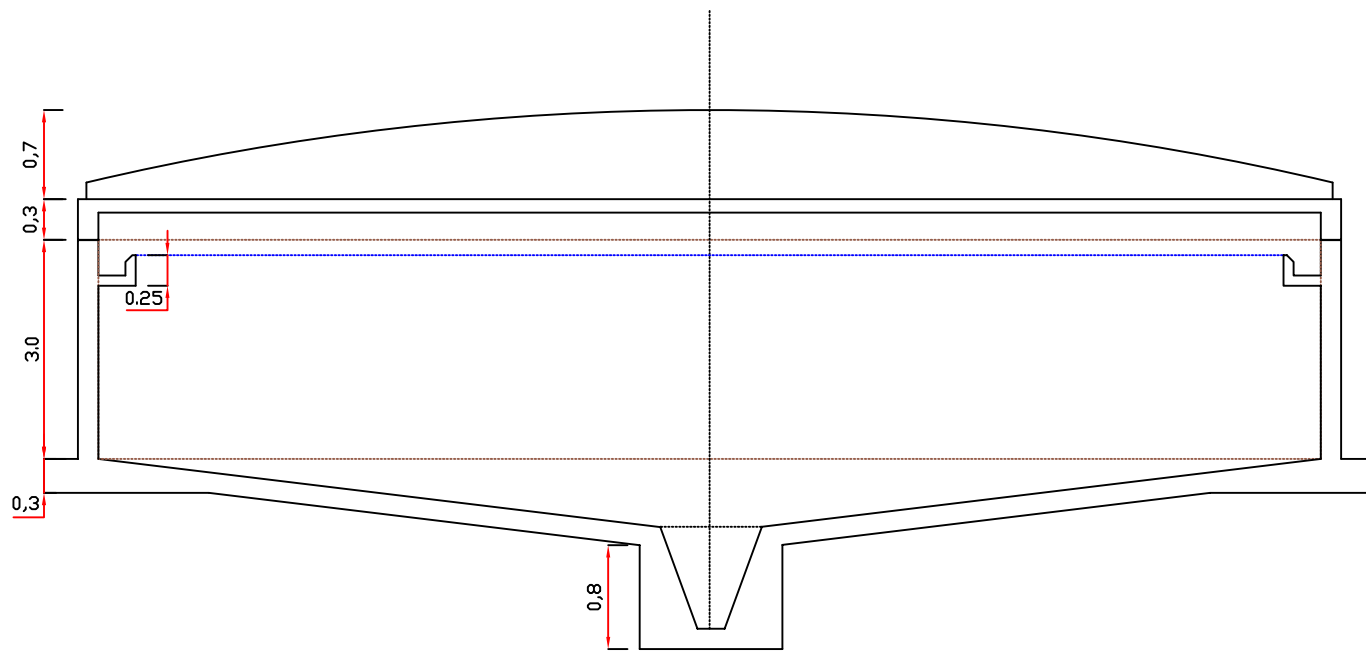
SECCIÓN A-A



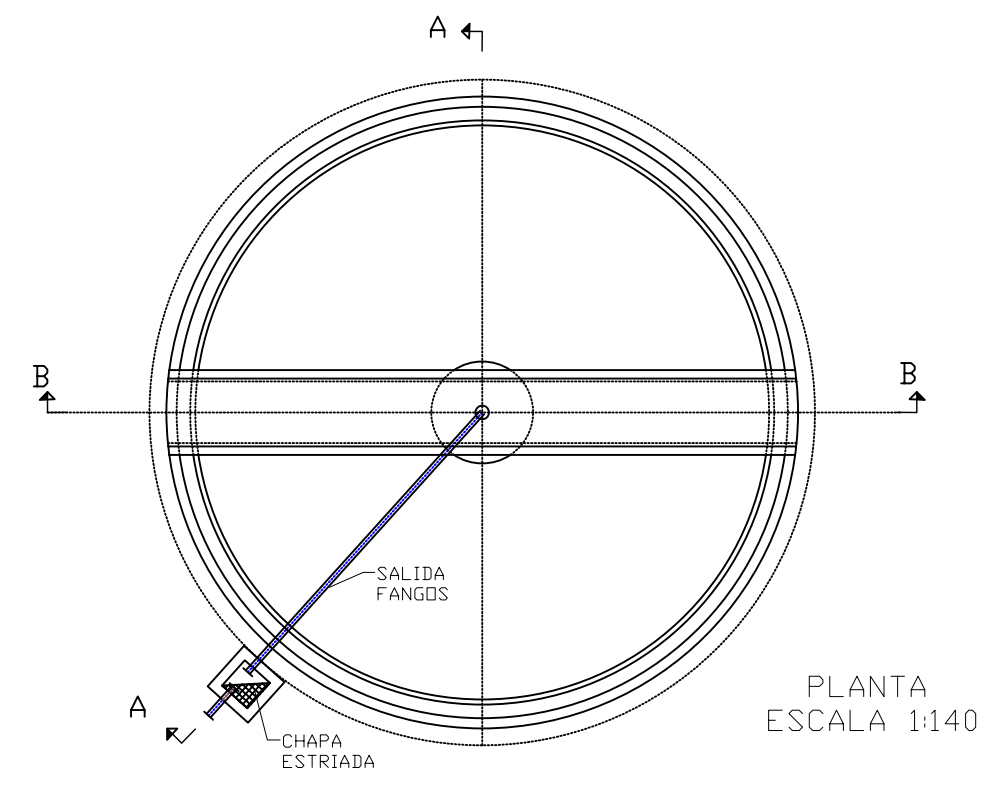
	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA 1:30	CANAL DE CLORACIÓN		PLANO Nº 8



SECCIÓN A-A
ESCALA 1:70

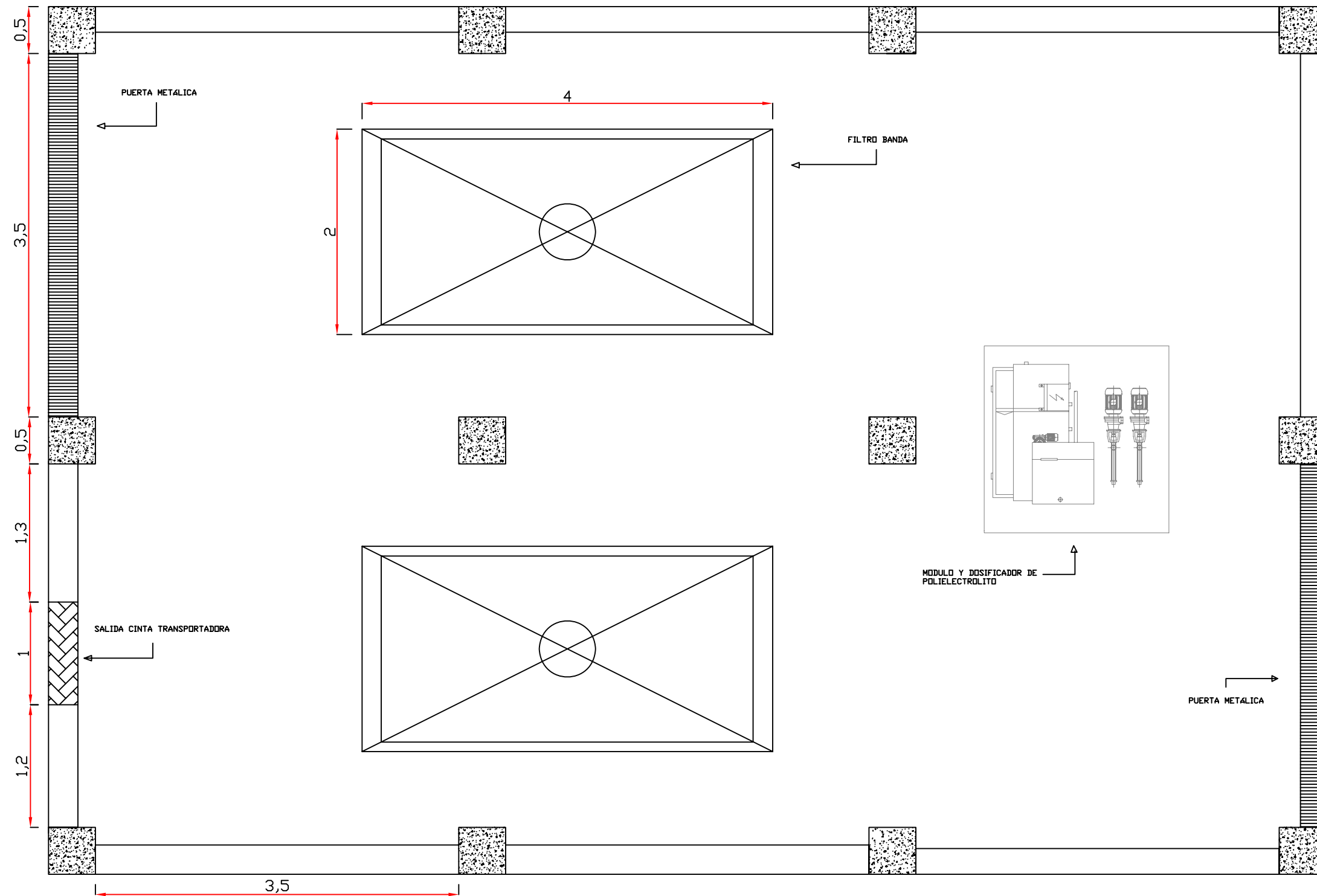


SECCIÓN B-B
ESCALA 1:70

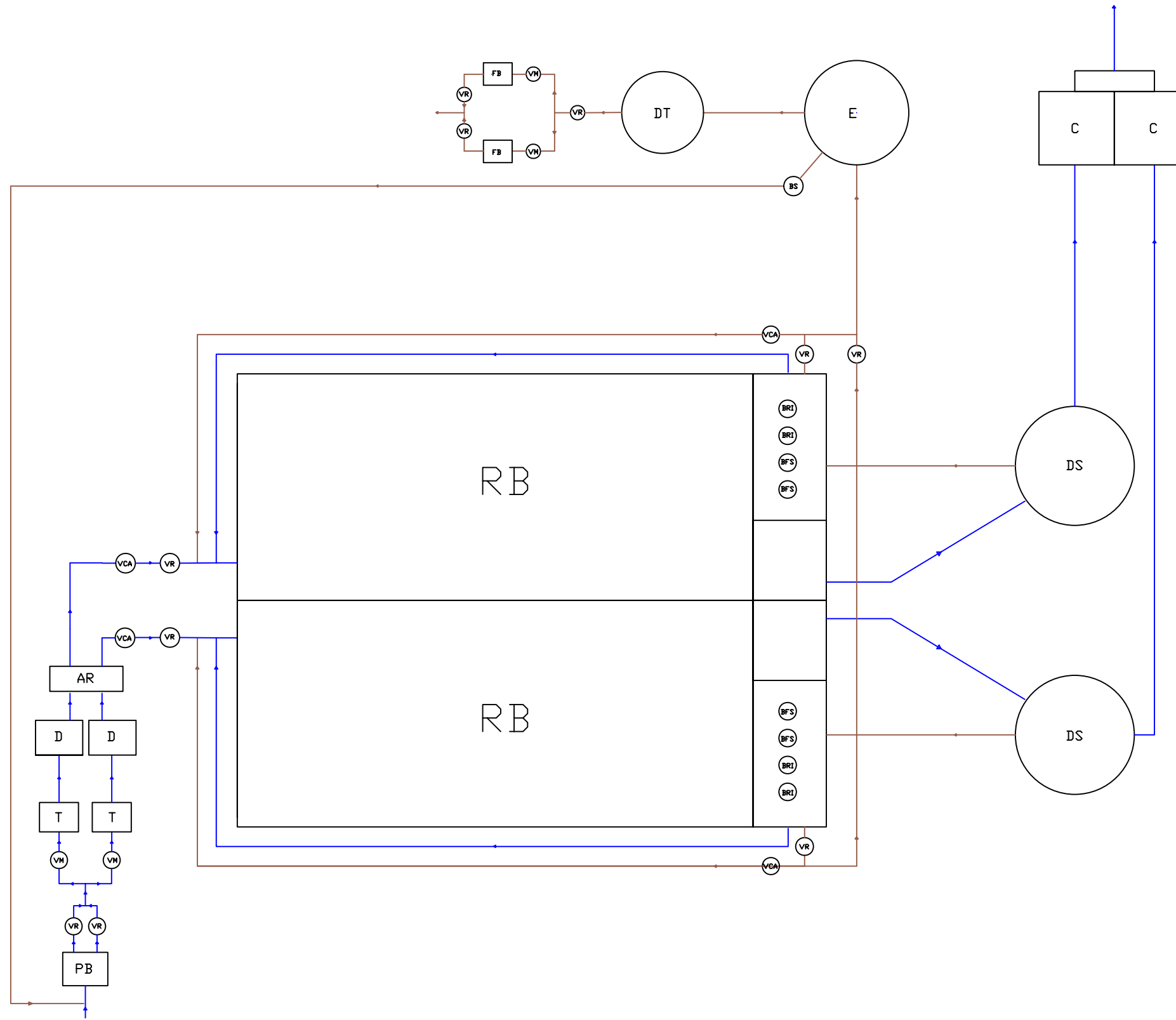


PLANTA
ESCALA 1:140

	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA 1:70 1:140	ESPESADOR POR GRAVEDAD		PLANO Nº 9



	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA	EDIFICIO DE DESHIDRATACIÓN		PLANO Nº
1:50			10



--- Línea de agua	Pozo de bombeo (PB)
--- Línea de fango	Tamiz (T)
Bombeo de entrada (BE)	Desarenador - desengrasador (D)
Bombeo de recirculación interna (BRI)	Arqueta de reparto a trat. biol. (AR)
Bombeo de fangos secundarios (BFS)	Reactor biológico (RB)
Bombeo de sobrenadante (BS)	Decantador secundario (DS)
Válvula de retención (VR)	Cloración (C)
Válvula de mariposa (VM)	Espesador (E)
Válvula de control automática (VCA)	Depósito tampón (DT)
Válvula de compuerta (VC)	Deshidratación (D)

	FECHA		UNIVERSIDAD DE CÁDIZ FACULTAD DE CIENCIAS DISEÑO EDAR CON TRAT. BIOLÓGICO F.A.
Dibujado	May-06	MIGUEL ANGEL GARCÍA CABEZA	
Comprob.			
Id.s.norma			
ESCALA	DIAGRAMA DE FLUJO		PLANO N° 11

**“DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO
DE UNA E.D.A.R. CON
TRATAMIENTO BIOLÓGICO
DE FANGOS ACTIVADOS”**

**DOCUMENTO N° 3
PLIEGO DE CONDICIONES**

INDICE: PLIEGO DE CONDICIONES

1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

- 1.1 Definiciones**
- 1.2 Descripción del tratamiento adoptado**

2 BASES GENERALES

- 2.1 Objeto de los concursos**
- 2.2 Documentos que el propietario pone a disposición de las empresas constructoras**
- 2.3 Datos que figuran en el proyecto**
- 2.4 Admisión previa a la licitación**
- 2.5 Propuesta**

3 CONDICIONES GENERALES

- 3.1 Terminología general**
- 3.2 Perfeccionamiento del contrato**
 - 3.2.1 Fianza definitiva*
 - 3.2.2 Formalización del contrato*
- 3.3 Cumplimiento de los plazos**
 - 3.3.1 Programa de trabajo*
 - 3.3.2 Revisión del programa de trabajo*
 - 3.3.3 Iniciación y prosecución de las obras*
 - 3.3.4 Aviso y causa de retraso*
 - 3.3.5 Coordinación con otros contratistas*
 - 3.3.6 Ampliación del plazo*
 - 3.3.7 Bases para la ampliación del plazo*

3.3.8 *Fecha de terminación*

3.4 El trabajo y su ejecución

3.4.1 *Ejecución material y mano de obra*

3.4.2 *Carácter de la mano de obra, método y equipo*

3.4.3 *Medios y métodos de construcción*

3.4.4 *Aceptación definitiva*

3.4.5 *Cooperación por parte del contratista principal*

3.4.6 *Cooperación entre el contratista principal y los subcontratistas.*

3.4.7 *Inspección de la obra*

3.5 Control del material

3.5.1 *Fuentes de suministros y requisitos de la calidad*

3.5.2 *Inspección en planta*

3.5.3 *Entrega y almacenamiento de materiales*

3.5.4 *Manipulación de los materiales*

3.5.5 *Materiales defectuosos*

3.5.6 *Inspecciones de los materiales*

3.6 Relaciones y responsabilidad jurídica ante el público

3.6.1 *Leyes aplicables*

3.6.2 *Permisos, licencias e impuestos*

3.6.3 *Diseño, materiales y procedimientos patentados*

3.6.4 *Instalaciones sanitarias*

3.6.5 *Responsabilidad por daños y perjuicios*

3.6.6 *Seguro de responsabilidad civil*

3.6.7 *Obligaciones del contratista principal con respecto a la obra*

3.7 Subcontratos y asignaciones

3.7.1 *Subcontratos*

3.7.2 *Pago a los subcontratistas*

3.8 Medición, pago y garantía

3.8.1 *Medición de cantidades*

3.8.2 *Certificados de pago*

3.8.3 *Recepción y liquidación de la obra*

3.8.4 *Periodo de garantía*

4 PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

4.1 Definición y alcance

4.2 Documentos que definen las obras

4.2.1 *Compatibilidad y prelación entre documentos*

4.3 Representación del contratista

4.4 Disposiciones técnicas legales

4.5 Comprobación del replanteo e iniciación de las obras

4.6 Programa de trabajo

4.7 Descripción de las obras

1. OBJETO DE ESTE PLIEGO

El objetivo del Pliego de Condiciones es establecer las bases de los concursos relacionados con la contratación de las obras y condiciones generales para contratos y pedidos que incluyan mano de obra en el lugar de construcción.

1.1. Definiciones

Los términos siguientes que aparezcan en el contrato, se entenderán como sigue:

- Addendum o Addenda: Disposiciones adicionales al contrato dictadas por escrito por la compañía propietaria, antes de la apertura de las propuestas.
- Propietario: Compañía que proyecta la ejecución de la Estación Depuradora, cuya autoridad representa su Director General o el representante autorizado de éste.
- Contratista principal: Empresa de Ingeniería responsable del diseño, puesta en marcha y supervisión total de la Estación Depuradora.
- Subcontratista: Empresas que prestan los servicios y los suministros requeridos para la construcción de la Estación Depuradora.
- Contratos o Documentos contractuales: Las diversas partes del contrato citadas en este Pliego, tanto su conjunto, como individualmente.
- Planos contractuales: Planos específicamente titulados así y relacionados en el Pliego de Condiciones, o cualquier Addendum o cualquier plano suministrado por la Compañía Propietaria como integrante o supletorio.
- Trabajo contractual: Trabajo cuyo suministro o ejecución se lo exija al Contratista por una o varias de las partes del contrato, excepto el trabajo extra descrito más adelante en este Pliego de Condiciones.

Queda entendido que cualquier desacuerdo que ocurra en o entre una o varias partes de este contrato, será el Propietario quien determine cual de éstas seguirá.

- Ingeniero: Persona designada por el Propietario y/o el Contratista Principal y/o los Subcontratistas para actuar como tales en relación con el presente contrato, incluyendo ingenieros particulares según el contrato.
- Trabajo extra: Cualquier trabajo no incluido en el contrato en el momento de su ejecución.
- Proveedores: Cualquier persona, empresa o entidad excepto empleados del Contratista Principal, que contrate con el Contratista Principal o cualquier Subcontratista, la fabricación o entrega de maquinaria, materiales o equipo de incorporar al trabajo o que realmente realice dicha fabricación o entrega.
- Medios y Métodos de construcción: Se refiere a la mano de obra, materiales, estructuras provisionales, herramientas, maquinaria y equipo de la construcción y el modo y el tiempo de su ejecución, necesarios para completar este contrato.
- Obra: Los trabajos con el alcance descrito y que se refieren a este contrato.
- Zona de la obra: Área de la obra donde el Contratista Principal ejecutará el trabajo contratado y cualquier área adyacente designada como tal por el Propietario.
- Pliego de condiciones: Directrices, requisitos y normas de procedimientos, aplicables al trabajo detallado más adelante y estipulado en el Pliego de Condiciones Facultativas o cualquier otro documento o anexo incluido.
- Trabajo: El suministro y trabajos exigidos al Contratista Principal deberá incluir el trabajo contractual y el trabajo extra.
- Resto de equipos del Proceso: Cumplirán las especificaciones previstas en otros puntos, así como las normas de seguridad vigentes. La empresa adjudicataria del Proyecto se responsabilizará de su exacto cumplimiento.
- Certificación de materiales y pruebas de funcionamiento: El Contratista Principal proporcionará al Propietario siete copias de los certificados de materiales, con características físicas y químicas, si suministra por su parte, cualquiera de los materiales siguientes:
 - Tubos.
 - Válvulas.
 - Racores y bridas.

- Piezas forjadas.
- Piezas de fundición de hierro o acero.
- Tornillería.

El Contratista Principal será responsable de las inspecciones y deberá estar presente en las pruebas hidrostáticas y de funcionamiento de todo el equipo (o sus partes componentes) y de su suministro.

1.2. Descripción del tratamiento adoptado

Resumidamente, el esquema de tratamiento adoptado es:

- **Línea de agua:**
 - Canal de desbaste grueso (rejilla de limpieza automática)
 - Canal de desbaste de seguridad (rejilla de limpieza manual)
 - Pozo de bombeo
 - Aliviadero de seguridad en pozo de bombeo
 - Desbaste de finos en dos líneas (tamizado)
 - Desarenador-desengrasador en dos líneas
 - Arqueta de reparto al tratamiento biológico
 - By-pass tratamiento biológico
 - Tratamiento biológico de fangos activados con aireación prolongada y nitrificación-desnitrificación en dos líneas (tanque anóxico y cuba de aireación)
 - Decantador secundario en dos líneas
 - Canal de cloración en dos líneas
 - Vertido del efluente tratado

- **Línea de fango**

- Recirculación independiente de fangos biológicos en cada línea
- Bombeo independiente en cada línea de los fangos en exceso
- Espesamiento de fangos por gravedad
- Acondicionamiento de fangos para deshidratación (adición de polielectrolito)
- Deshidratado de fangos: filtro banda

- **Equipamiento auxiliar**

- Red de aire
- Red de agua industrial
- Bombeo de flotantes secundarios
- Bombeo de vaciados

2. BASES GENERALES

2.1. Objeto de los concursos

El objeto de los concursos será la contratación de las obras que comprende el Proyecto para la construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales Urbanas para una población horizonte de 12763 habitantes (26845 habitantes equivalentes).

2.2. Documentos que el propietario pone a disposición de las empresas constructoras

Las Empresas Constructoras tendrán a su disposición, además de las presentes bases, los siguientes documentos del proyecto:

- Datos de los sondeos y ensayos realizados.
- Planos.
- Pliegos de condiciones facultativas, condiciones generales y condiciones complementarias.
- Resultado de las mediciones
- Relación de las unidades para formar el presupuesto.

El Propietario podrá ofrecer en cada caso otros datos que considere necesarios para el estudio de la oferta.

2.3. Datos que figuran en el proyecto

Las cantidades y mediciones indicadas en el modelo de las ofertas se estiman correctas y sirven para comparar los presupuestos distintos.

El abono al Contratista Principal se efectuará a base de la cantidad de trabajo realmente ejecutada por él, o, en su caso, la cantidad de materiales que él suministra, ambos conformes a las condiciones exigidas en los documentos contractuales, y deberá comprenderse que dichas cantidades y mediciones indicadas pueden incrementarse, reducirse u omitirse sin cambiar el precio unitario propuesto en el modelo de oferta. Los datos sobre

sondeos, condiciones locales y demás circunstancias que se recogen en el Proyecto representan una opinión fundada del Propietario.

Sin embargo, ello no supone que se responsabiliza de la certeza de los datos que se suministran y, en consecuencia, deben aceptarse tan sólo como complemento de la información que el ofertante deba adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Contratista Principal será el responsable de los errores que puedan derivar de su defecto o negligencia en la consecución de todos los datos que afecten al contrato, al planeamiento y a la ejecución de la obra.

Antes de presentar su presupuesto, el citado deberá realizar el estudio escrupuloso de dicho documento, el terreno sobre el que se ejecutará la obra propuesta, todos los planos, los pliegos de condiciones, las condiciones generales y especiales del contrato propuesto y los formatos empleados en dicha presentación.

Deberá comprenderse que la presentación del presupuesto se considerará como evidencia prima-facies de que el licitador realizó tales estudios y que está puesto al corriente en cuanto a lo exigido en los planos y otros documentos.

2.4. Admisión previa a la licitación

Podrán optar a la adjudicación de las obras todas las empresas nacionales y extranjeras individuales o asociadas que lo deseen, siempre que cumplan las condiciones del contrato, la legislación general vigente y las presentes bases, y hallan sido previamente admitidas a la licitación por el Propietario.

2.5. Propuesta

Las propuestas se efectuarán sobre la base de las mediciones y alcance de los trabajos proporcionados por el Propietario.

Los precios de las unidades y el presupuesto total serán fijados por el oferente.

El plazo de ejecución de las obras no podrá exceder del establecido por el Propietario para la terminación de las mismas.

Los interesados deberán realizar cuantos estudios estimen necesarios para ejecutar la obra, ajustándose a los Planos y Pliegos de Condiciones.

3. CONDICIONES GENERALES

3.1. Terminología general

- **Intención del contrato**

La intención del contrato es prescribir una obra completa y otros trabajos del contrato conforme a lo indicado en los Planos, Pliego de Condiciones, Condiciones Especiales, Presupuesto y Contrato.

El Contratista Principal y/o los Subcontratistas deberán ejecutar todo el trabajo conforme a las líneas, rasantes, secciones, tipo, dimensiones y demás informaciones indicadas en los Planos o en las modificaciones hechas por orden escrita, incluyendo el suministro de todo el material, instrumentos, maquinaria, equipos, herramientas, transporte personal y demás cosas necesarias para la ejecución y terminación del trabajo.

- **Trabajo especial**

Si fuera necesario ejecutar construcciones o remediar condiciones no incluidas en los Planos, Pliegos de Condiciones o Condiciones Especiales, el Propietario preparará un Pliego de Condiciones Complementarias para dicho trabajo y éste se considerará como del Pliego de Condiciones.

En el caso de que el Pliego de Condiciones Complementarias esté en desacuerdo con otro documento contractual, prevalecerá el texto de Condiciones Complementarias.

- **Documentos contractuales**

Excepto el título, subtítulos, epígrafes, índices y materias o índices cuya inclusión se hace simplemente para mayor comodidad del lector, se considerarán como parte de los contratos las siguientes, salvo aquellas de sus partes que expresamente se excluyan:

- Anuncio.
- Las bases del concurso.
- La propuesta.
- La fianza provisional.
- El Pliego de Condiciones Complementarias.

- El Pliego de Condiciones Generales.
- El Pliego de Condiciones Facultativas.
- La fianza definitiva.
- El Contrato.
- Los planos contractuales.
- Todos los apéndices emitidos por el Propietario antes de la apertura de propuestas.
- Todas las disposiciones cuya inclusión en el contrato sea legalmente obligatoria, tanto si se han incluido como si no.
- El aviso de adjudicación.

- **Idioma oficial**

En las relaciones con el Propietario, el adjudicatario empleará el castellano. Caso de que el contrato se redacte en más de un idioma, regirá la versión castellana.

3.2. Perfeccionamiento del contrato

3.2.1. Fianza definitiva

El adjudicatario estará obligado a prestar una fianza definitiva del diez por ciento del importe de su oferta, bien mediante depósitos en metálico o títulos de la Deuda, bien mediante aval entregado por un Banco, oficial o privado inscrito en el Registro General de Bancos y Banqueros, de conformidad con los requisitos que establece la ley de 22 de Diciembre de 1960 y disposiciones complementarias.

La fianza podrá ser otorgada por persona o entidad distinta del adjudicatario entendiéndose, en todo caso, que la garantía queda sujeta a las mismas responsabilidades que si fuera constituida por él mismo.

En caso de amortización o sustitución total o parcial de valores o modificación de las condiciones de aval bancario que constituya la fianza definitiva, el adjudicatario estará obligado a mantener en todo momento el importe de la garantía, debiendo quedar constancia documentada de cualquier modificación que se produzca.

Durante el desarrollo del contrato, el Propietario retendrá a los mismos efectos de fianza, el diez por ciento del importe de las certificaciones. Esta retención será devuelta al

empresario en las condiciones que se indican en el artículo 3.8.4 Período de garantía. del presente documento.

3.2.2. Formalización del contrato

El adjudicatario queda obligado a suscribir dentro del plazo de quince días hábiles, contados desde la fecha en que se haya acreditado la constitución de la fianza definitiva, el correspondiente documento de contrato. Son de cuenta del adjudicatario los gastos e impuestos derivados de la licitación y de la formalización del contrato y cuantos otros existan legalmente establecidos.

3.3. Cumplimiento de los plazos

3.3.1. Programa de trabajo

En el plazo de quince días hábiles a partir de la adjudicación, el adjudicatario presentará el Programa de trabajo de las obras. El programa de trabajo incluirá los siguientes datos:

Fijación de las clases de obras que integran el proyecto e indicación del volumen de las mismas, de acuerdo con la descripción por partidas y las cantidades fijadas en la propuesta.

Determinación de los medios necesarios (instalaciones, equipos y materiales) con expresión de sus rendimientos medios.

Estimación, en días naturales, de los plazos parciales de las diversas clases de obras.

Valoración mensual y acumulada de las obras programadas sobre la base de precios unitarios de adjudicación.

Gráfico de las diversas actividades en un diagrama espacio-tiempo o PERT.

3.3.2. Revisión del programa de trabajo

Siempre y cuando sea conveniente, el programa de trabajo deberá ser revisado por el Contratista Principal en el modo y momento ordenado por el Ingeniero y, si lo aprueba el Propietario, el Contratista Principal deberá adaptarse al plan revisado estrictamente.

En ningún caso deberá permitirse que el plazo total revisado y fijado para la terminación de la obra, sea objeto de dicha revisión, si antes no ha sido justificada plenamente la necesidad de dar ampliación, de acuerdo con las disposiciones del artículo 3.3.6 Ampliación del plazo.

3.3.3. Iniciación y prosecución de las obras

Una vez aprobado por el Propietario el programa de trabajo se dará la orden para iniciar el trabajo, considerándose la fecha de éste como la fecha de comienzo del contrato.

El Contratista Principal habrá de comenzar la obra dentro de los diez días a partir de dicha fecha. Siendo el tiempo uno de los elementos esenciales del contrato, el Contratista Principal proseguirá la obra con la mayor diligencia, empleando aquellos medios y métodos de construcción que aseguren su terminación no más tarde de la fecha establecida al efecto, o en la fecha a que se haya ampliado el tiempo estipulado para la terminación.

El Contratista Principal deberá exhibir a pie de obra toda la maquinaria y equipo que prometió durante la oferta, y aquella que el Propietario crea necesaria para ejecutar adecuadamente el trabajo.

La maquinaria y demás elementos de trabajo deberán quedarse a pie de obra durante todo el tiempo que sean necesarios y no deberán quitarse sin el permiso del Propietario.

3.3.4. Aviso y causa de retraso

Dentro de diez días de la ocurrencia de cualquier condición que cause, o que pueda causar un retraso (incluyendo las que dan derecho a la revisión del plazo), el Contratista Principal deberá avisar al Propietario por escrito del efecto que, en su caso, tales condiciones tengan el programa de trabajo ya establecido, declarando por qué y en qué respectos, la condición está causando, o podrá causar, demora. Si el Contratista Principal no cumple estrictamente con este requisito a juicio del Propietario, éste podrá considerar tal incumplimiento como causa suficiente para negar toda ampliación de plazo por causa de retraso debida a cambios, trabajo adicional, suspensión del trabajo u otras condiciones.

Tal incumplimiento llevará implícita la renuncia del derecho del Contratista Principal a toda reclamación por los daños ocasionados por la demora.

3.3.5. Coordinación con otros contratistas

Durante el programa de trabajo, otros contratistas podrán emplearse en otras fases de la obra.

En tal caso, el Contratista Principal deberá coordinar su trabajo con los demás contratistas según las órdenes del Propietario.

El Propietario se reserva el derecho de suspender todos los pagos, hasta que el Contratista Principal cumpla con dichas órdenes de coordinación.

El Contratista Principal deberá ser responsable ante el Propietario de todas las reclamaciones, daños y gastos ocasionados por no haber cumplido prontamente con dichas órdenes del Propietario.

3.3.6. Ampliación del plazo

El Propietario podrá ampliar el plazo para el cumplimiento del trabajo, conforme a las disposiciones de este artículo.

La solicitud de ampliación del plazo deberá hacerse por el Contratista Principal, por escrito, antes de completar el trabajo contratado, describiendo detalladamente las causas de la demora, la fecha de su comienzo y la terminación de éstas y el número de días de demora atribuibles a dichas causas.

3.3.7. Bases para la ampliación del plazo

En el caso de solicitud de ampliación del plazo, el Contratista Principal sólo tendrá derecho a ésta si la demora se debe exclusivamente a:

- Los actos u omisiones de otros subcontratistas de la misma obra.
- Los actos u omisiones del Propietario, sus funcionarios agentes o empleados.

Las condiciones que están fuera del control del Propietario y del Contratista Principal, por ejemplo, hechos de fuerza mayor o del enemigo público, inclemencias del tiempo excesivas, guerras y otros peligros nacionales que imposibiliten o hagan ilegal la ejecución del trabajo, huelgas u otras cuestiones laborales no causadas por los actos u omisiones del Contratista Principal, éste sólo tendrá derecho a una ampliación del plazo por el número de

días de demora determinados por el Propietario como únicamente debidas a tales causas, y siempre que haya cumplido con los requisitos:

- Programa de trabajo
- Iniciación y prosecución de las obras
- Aviso y causa de retraso
- Ampliación del plazo

3.3.8. Ampliación por causas concurrentes de demora

El Contratista Principal no tendrá derecho a obtener ampliaciones distintas por cada una de las varias causas concurrentes y, si obtuviese alguna ampliación, sólo se le concederá por el periodo real de atraso determinado por el Propietario y sin tener en cuenta el número de causas implicadas en la demora.

3.3.9. Fecha de terminación

El Contratista Principal ha de terminar la obra dentro del plazo determinado originalmente o, en su caso, en el plazo ampliado.

Como fecha de terminación se entenderá aquella en que el Ingeniero haya aceptado definitivamente dicho trabajo, o en el caso de un contrato que tenga una cláusula de conservación, las del final del período de conservación estipulado después de la aceptación definitiva.

3.4. El trabajo y su ejecución

3.4.1. Ejecución material y mano de obra

A menos que se indique lo contrario en los Planos u otros documentos contractuales, el trabajo deberá ejecutarse conforme a la mejor práctica moderna, empleando materiales y mano de obra de alta calidad, a satisfacción del Propietario.

3.4.2. Carácter de la mano de obra, método y equipo

En todos los momentos, el Contratista Principal deberá disponer de mano de obra y equipo suficiente para conseguir la plena terminación de las distintas clases de trabajos en la manera y plazo estipulados.

Toda la mano de obra deberá tener conocimiento y experiencia adecuados para ejecutar apropiadamente las tareas asignadas.

Toda la mano de obra especializada deberá ser lo suficientemente experimentada para cumplir satisfactoriamente las tareas especiales asignadas, o en su caso, el manejo del equipo, y maquinaria empleados para la ejecución del trabajo.

Todo el equipo o maquinaria que se proponga para su empleo en la ejecución del trabajo deberá ser del tamaño y condición mecánica necesarios para cumplir con los requisitos del trabajo y los exigidos en cuanto a la calidad.

El equipo o maquinaria empleados deberá ser tal que no ocasionen daños a la carretera, terrenos adyacentes y otras carreteras. El Ingeniero podrá obligar al contratista a quitar y reemplazar cualquier equipo o maquinaria insatisfactoria.

Cualquier capataz y obrero empleado por el Contratista Principal o por cualquier Subcontratista, que en opinión del Ingeniero, no ejecute su trabajo de una manera apropiada, o que sea desordenado, deberá ser apartado de la obra, a petición por escrita del Ingeniero, por el Contratista Principal o Subcontratista que lo empleara, y no se volverá a admitir en ninguna parte de la obra sin la previa aprobación del Ingeniero.

En el caso de que el Contratista Principal no cumpla con dicha orden de despido o deje de proporcionar el personal apropiado y suficiente para la exacta prosecución del trabajo, el Ingeniero podrá suspender los pagos o trabajos del mismo hasta que tales órdenes se cumplan.

3.4.3. Medios y métodos de construcción

A menos que se indique expresamente en los planos y documentos contractuales, los medios y métodos de construcción deberán ser elegidos por el Contratista Principal, siempre que el Ingeniero tenga derecho a rechazarlo en el caso en que:

- Constituyan o sean un riesgo para el trabajo, las personas o el propietario.
- No produzcan una obra acabada conforme a lo exigido en el contrato.

Dicha aprobación del Ingeniero, o en su caso su silencio, no deberá eximir al Contratista Principal de la obligación de conseguir el resultado propuesto en el contrato. En el caso de que el Ingeniero rechace los medios y métodos del Contratista, esta decisión no deberá considerarse como causa de reclamaciones por daños y perjuicios.

3.4.4. Aceptación definitiva

Siempre que todos los materiales se hayan suministrado, que toda la obra se halla ejecutado y que la construcción previa estipulada en el contrato se halla terminado satisfactoriamente, todo ello de acuerdo con el Pliego de Condiciones, el Ingeniero procederá a la inspección final.

Cuando la empresa Contratista Principal notifique la terminación de todo el Proyecto, el Ingeniero hará una inspección semidefinitiva, y si de ésta resulta que la construcción se encuentra terminada satisfactoriamente, dicha inspección se considerará definitiva y el Ingeniero la aceptará, notificando por escrito al Contratista Principal tal aceptación dentro de los diez días siguientes o tan pronto como sea posible.

Pero si de alguna inspección semidefinitiva resultara que alguna obra es insatisfactoria en todo o en parte, el Ingeniero dará al Contratista Principal las instrucciones necesarias para la sustitución del material y la ejecución o reejecución del trabajo necesario o imprescindible para la terminación y aceptación final, y el Contratista Principal deberá ajustarse a tales instrucciones y ejecutarlas.

A la sustitución de tal material y ejecución o reejecución satisfactoria de tales trabajos se hará otra inspección que constituirá la inspección final, si se considera que dicho material ha sido satisfactoriamente sustituido y la obra satisfactoriamente terminada. En tal caso, el Ingeniero la aceptará y notificará tal aceptación al Contratista Principal por escrito y dentro de los diez días siguientes a dicha aceptación.

3.4.5. Cooperación por parte del contratista principal

El Contratista Principal prestará a la obra atención constante y necesaria para facilitar el progreso de la misma y cooperará con el Ingeniero, sus inspectores y demás contratistas en todos los modos posibles.

3.4.6. Cooperación entre contratista principal y subcontratistas

El Propietario se reserva el derecho de contratar y ejecutar en cualquier momento otra obra distinta y adicional sobre la obra cubierta por cualquier contrato o junto a la misma.

Si se autorizan contratos distintos dentro de los límites de cualquier proyecto individual, cada uno de los subcontratistas conducirá su obra de modo que no obstaculice o impida la construcción o terminación de la obra de los demás contratistas.

Los subcontratistas que trabajen en el mismo proyecto colaborarán entre sí, y en caso de controversia, el Ingeniero actuará como árbitro, siendo su decisión definitiva y obligatoria para todos.

Cada subcontratista asumirá toda la responsabilidad financiera o de otro tipo, derivada de su contrato, quedando a salvo el Propietario de cualquier daño, reclamación o pérdida experimentada por aquel como consecuencia de la presencia o actuación de los demás subcontratistas.

El Contratista Principal hará lo posible para organizar su trabajo y disponer y colocar el material usado de modo que no obstaculice el trabajo de los demás subcontratistas dentro del límite del mismo proyecto. Unirá su trabajo al de los demás de una manera aceptable y lo ejecutará a un ritmo adecuado al de los demás.

3.4.7. Inspección de la obra

Todos los materiales y cada parte y detalle de la obra podrán ser inspeccionados en cualquier momento por el Ingeniero o por sus representantes autorizados, y el Contratista Principal se atenderá estrictamente al verdadero sentido de los Pliegos de Condiciones y especificaciones técnicas de los pedidos por los que respecta a la calidad de los materiales, la mano de obra y la diligente ejecución del Contrato.

Tal inspección puede incluir la inspección del taller de la Estación, estando sujeto a ello todo el material suministrado conforme al presente Pliego de Condiciones.

El Ingeniero o sus representantes tendrán acceso a todas las partes de la obra, y el Contratista Principal le prestará información y ayuda necesarias para llevar a cabo una inspección completa y detallada.

Se podrá ordenar la remoción y sustitución, a expensas del Contratista Principal, de toda la obra o de todos los materiales usados sin la supervisión o inspección de un representante del Propietario.

3.5. Control del material

3.5.1. Fuentes de suministros y requisitos de la calidad

Los materiales usados en la obra serán como mínimo de una calidad igual a los requisitos del Pliego de Condiciones.

La fuente de suministro de cada uno de los materiales será aprobada por el Ingeniero antes de comenzar la entrega. Si después de la prueba resulta que la fuente de suministro, previamente aprobada, no produce productos uniformes y satisfactorios, o si el producto procedente de cualquier fuente resulta inaceptable en cualquier momento, el Contratista Principal suministrará los materiales de otras fuentes aprobadas.

La prueba de los materiales en las fuentes de suministro de origen será realizada por el Propietario o a expensas de éste.

Si el Contratista Principal desea suministrar materiales de depósitos locales distintos de aquellos que, en su caso, hallan sido aprobados para la obra, procurará ante todo obtener la aprobación de la fuente por parte del Ingeniero.

Suministrará sin cargo tantas muestras preliminares como se requieran y hará que por parte de un laboratorio independiente se realicen tantas pruebas como exija el Ingeniero.

Si el Ingeniero así lo decide, puede él mismo encargarse de hacer las pruebas. Queda entendido que tales pruebas no se consideran en modo alguno como garantía de aceptación de cualquier cantidad de material que pueda entregar posteriormente para su incorporación a la obra.

El Contratista Principal asumirá la plena responsabilidad de la utilización de materiales uniformes y satisfactorios procedente de tales depósitos legales e indemnizará y dejará a salvo al Propietario de cualquier reclamación relativa a pérdidas o daños derivados de la apertura y funcionamiento de aquellos, o de la imposibilidad de que el depósito, una vez en explotación, produzca materiales aceptables para el Ingeniero, tanto en calidad como en cantidad.

3.5.2. Inspección en planta

Si el volumen de la obra, la marcha de la construcción y otras consideraciones lo justifican, el Ingeniero puede proceder a la inspección del material o de los artículos manufacturados en sus respectivas fuentes. Queda entendido, sin embargo, que no se asume obligación alguna de inspeccionar los materiales en dicho modo.

La inspección en planta sólo se emprenderá a condición de que:

- Se asegure la cooperación y asistencia del Contratista Principal y del Productor con el que ha contratado material.
- El representante del Ingeniero tenga entrada libre en todo momento a aquellas partes de la Estación que pueda interesar a la fabricación o producción de los materiales que se suministran.

Queda entendido que el Propietario se reserva el derecho de ensayar todos los materiales que hayan sido aprobados y aceptados en la fuente de suministro después de que dichos materiales hallan sido entregados, y rechazar aquellos que, al sufrir nuevas pruebas, no cumplan el Pliego de Condiciones.

3.5.3. Entrega y almacenamiento de materiales

Los vagones o camiones usados para el transporte de materiales como los áridos, cemento y materiales bituminosos habrán de estar limpios cuando se coloque en ellos cualesquiera de estos materiales de construcción.

Se mantendrán limpios, libres de toda materia extraña, en buen estado de trabajo o funcionamiento y tendrán unos cuerpos resistentes y fuertes que eviten la pérdida de material durante el transporte.

Los materiales se almacenarán de modo que conserven su calidad y adecuación para la obra.

Cuando se considere necesario, los materiales se almacenarán en edificios impermeables, se colocarán sobre plataformas de madera u otras superficies limpias y duras, y no sobre el terreno, y se cubrirán cuando así se ordene.

Los materiales almacenados, aún cuando fueran aprobados antes de almacenarlos, pueden ser inspeccionados antes de usarlos en la obra, y cumplirán los requisitos del Pliego de Condiciones en el momento que se proceda a usarlos.

Los materiales almacenados se situarán de modo que se facilite su rápida inspección.

Los materiales almacenados lo estarán en lugares que serán restaurados a su estado original por el Contratista Principal y a su cargo. Esta medida no se aplicará en el caso de excavación y almacenamiento de tierra vegetal, ni de otros materiales sobrados de la obra o específicamente prescritos en el Pliego de Condiciones.

Durante la manipulación de todos los áridos u otros materiales de construcción, se pondrá especial cuidado para que con ellos no se mezcle tierras o materias extrañas. Los áridos se manipularán de modo que se evite la segregación.

3.5.4. Manipulación de los materiales

Todos los materiales se manipularán con cuidado y de tal modo que se mantengan su calidad y aptitud para la obra.

Se transportarán desde el lugar de almacenamiento hasta la obra en vehículos estancos, contruidos de modo que se eviten las pérdidas o segregaciones de materiales después de la carga y medición, con objeto de que no pueda haber desajustes en las cantidades de materiales previstas para su incorporación a la obra una vez cargados.

3.5.5. Materiales defectuosos.

Todos los materiales que no se ajusten a los requisitos del Pliego de Condiciones se considerarán defectuosos y, tanto si están en el sitio como si no, se rechazarán y se retirarán inmediatamente del sitio de la obra a menos que el Ingeniero ordene lo contrario.

El material rechazado cuyos defectos se hayan corregido substancialmente no se utilizará mientras no se haya otorgado la aprobación.

3.5.6. Inspecciones de los materiales.

Con objeto de facilitar la inspección y prueba de los materiales, el Contratista Principal notificará al Ingeniero, con dos semanas como mínimo de antelación a la entrega, los materiales procedentes de fuentes comerciales de suministro.

3.6. Relaciones y responsabilidad jurídica ante el público

3.6.1. Leyes aplicables.

El Contratista Principal estará plenamente informado de todas las leyes, ordenanzas, reglamentos, órdenes y decretos de cuerpos y tribunales que tengan jurisdicción y competencia, y que de cualquier modo acepten aquellas personas comprometidas o empleados de la obra, o en la marcha de la misma.

En todo momento observará y cumplirá tales leyes, ordenanzas, reglamentos, órdenes y decretos, y protegerá e indemnizará al Propietario y sus representantes contra cualquier reclamación o responsabilidad derivada o basada en la violación de cualquiera de tales leyes, ordenanzas, reglamentos, órdenes o decretos, ya sean imputables a él mismo o a sus empleados.

3.6.2. Permisos, licencias e impuestos.

El Contratista Principal conseguirá todos los permisos y licencias exigidas por la Ley, pagará todos los cargos, gastos e impuestos, y dará los avisos necesarios e incidentales para la debida prosecución de la obra.

3.6.3. Diseño, materiales y procedimientos patentados.

Si el Contratista Principal se ve obligado o desea utilizar algún diseño, instrumento, material o proceso amparado por derecho o patente de autor, se encargará de conseguir su uso mediante el apropiado acuerdo jurídico con el propietario o beneficiario. Si dicho acuerdo no se celebra o registra como queda dicho, el Contratista Principal y su fiador, en su caso, indemnizarán y pagarán daños y perjuicios al Propietario de cualquier reclamación por infracción como consecuencia del uso de cualquier proyecto, instrumentos, material o proceso patentado, o de cualquier marca comercial o derecho de autor e indemnizará al Propietario de los costos, gastos y daños que éste venga obligado a pagar por razón de cualquier infracción, en cualquier momento durante la prosecución o terminación de la obra.

3.6.4. Instalaciones sanitarias.

El Contratista Principal proveerá y mantendrá en un estado sanitario y limpio los acomodos que para el uso de sus empleados sean necesarios según las exigencias del Gobierno y autoridades locales, así como de otros cuerpos o tribunales con jurisdicción.

3.6.5. Responsabilidad por daños y perjuicios.

El Contratista Principal indemnizará y responderá ante el Propietario, sus funcionarios y empleados, por todos los procedimientos, acciones o reclamaciones de cualquier naturaleza incoados por causa de heridas o daños recibidos o sufridos por cualquier persona o propiedad, como consecuencia de las operaciones de dichos contratista, o por negligencia en la salvaguardia de la obra, o por el uso de materiales inaceptables al construir ésta, o debido a cualquier acto u omisión, negligencia o malicia de dicho Contratista Principal, o por reclamaciones o cantidades cobradas por cualquier Ley, ordenanza, orden, o decreto, pudiendo retenerse a dicho fin la cantidad que el propietario crea conveniente del dinero debido al Contratista Principal conforme a su contrato.

Si no se debe dinero al Contratista Principal, su fiador, en su caso, responderá hasta que el proceso o procesos, la acción o acciones, la reclamación o reclamaciones por los daños y perjuicios antes dichos se hayan liquidado y se haya presentado al Propietario la prueba pertinente al efecto.

No se retendrá cantidad alguna de dinero al Contratista Principal si éste presenta una prueba satisfactoria de estar protegido suficientemente mediante un seguro de responsabilidad civil a terceros.

3.6.6. Seguro de responsabilidad civil.

Si así se especifica en el Pliego de Condiciones Complementarias, el Contratista Principal suscribirá el seguro por las clases y por la cantidad estipulada en aquel, además de cualesquiera otras formas de seguro o bonos exigidos conforme a los términos de contrato.

La falta de alusión al seguro en el Pliego de Condiciones Complementarias no relevará al Contratista Principal de las obligaciones establecidas en éste y demás documentos del Contrato.

3.6.7. Obligaciones del contratista principal respecto a la obra.

Hasta la aceptación definitiva de la obra por parte del Ingeniero, atestiguada por escrito, el Contratista Principal estará a cargo y cuidado de la misma, tomará toda clase de preocupaciones contra daños y perjuicios contra cualquier parte de ella originados por la acción de los elementos, o por cualquier otra causa, ya derivada de la ejecución como de la no ejecución de la obra.

El Contratista Principal reedificará, reparará, restaurará y hará desaparecer todos los perjuicios y daños originados por cualesquiera de las causas precipitadas antes de la aceptación definitiva, soportando los gastos de los mismos, salvo el daño en la obra debido a causas imprevisibles que escapan al control del Contratista Principal y en que no quepa falta o negligencia de éste, incluyendo en estas causas, aunque no son de carácter exclusivo, los eventos catastróficos y los actos del enemigo público y de las autoridades gubernamentales.

En caso de suspensión de la obra por cualquier causa que sea, el Contratista Principal responderá de todos los materiales, los almacenará adecuadamente, si es necesario proveerá el adecuado drenaje y erigirá las estructuras necesarias, todo ello a sus expensas.

3.7. Subcontratos y asignaciones

3.7.1. Subcontratos.

Salvo que se estipule de otro modo en el Pliego de Condiciones Complementarias, el Contratista Principal, sin un permiso especial del Propietario, no hará subcontratos que totalicen más del 75 % del precio total del contrato.

Antes de estipular cualquier subcontrato, el Contratista Principal habrá de presentar al Propietario una declaración escrita dando el nombre y dirección del Subcontratista propuesto, la parte de los materiales y de la obra que ha de suministrar y realizar y cualquier otra información que pueda demostrar que el Subcontratista propuesto cuenta con facilidades, preparación, integridad, experiencia y recursos financieros necesarios para ejecutar la obra de acuerdo con los términos de éste Contrato.

Si un Subcontratista aprobado decide subcontratar cualquier parte del contrato, presentará sobre el subcontratista propuesto la misma información que se acaba de citar.

El Propietario notificará al Contratista Principal, en un plazo de quince días, si el Subcontratista propuesto está cualificado o no. En este último caso, el Contratista Principal puede presentar otro Subcontratista, a menos que decida hacer la obra por sí mismo. No se permitirá en el sitio a ningún Subcontratista, si no ha sido aprobado.

Antes de estipular ningún contrato, el Contratista Principal informará plena y completamente al Subcontratista de todas las cláusulas y requisitos de este contrato relativo, ya sea directa o indirectamente, a la obra a ejecutar y de los materiales a suministrar conforme a tal contrato, y en todo subcontrato de este tipo se estipulará expresamente que toda labor realizada y los materiales suministrados bajo el mismo, adaptará estrictamente los requisitos de este contrato.

3.7.2. Pago a los subcontratistas.

El acuerdo entre el Contratista Principal y el Subcontratista contendrá los mismos términos y condiciones en cuanto al método de pago por obra, mano de obra y materiales a los porcentajes retenidos, que las que contiene el presente contrato.

El Contratista Principal pagará a todos los Subcontratistas por y a cuenta de la obra por estos hechos, de acuerdo con las cláusulas de sus respectivos subcontratos. El Contratista Principal demostrará satisfactoriamente que ha hecho tales pagos, si el Propietario lo exige.

El Contratista Principal será el único responsable por las acciones o faltas de sus Subcontratistas, agentes o empleados, en la medida de su subcontrato.

3.8. Medición, pago y garantía

3.8.1. Medición de cantidades.

Toda obra terminada bajo este contrato será medida por el Ingeniero según el sistema métrico decimal.

En aquellos casos en que las partidas se compren en países donde se use el sistema inglés de pie-libra, el Contratista Principal asegurará que el tamaño y/o resistencia de las partidas así procuradas sean como mínimo iguales a las determinadas.

A falta de normas en contrato, tanto en el Pliego de Condiciones Complementarias como en el Facultativo, se aplicará el siguiente método de medición:

- Todas las mediciones longitudinales por área se harán horizontalmente y no a lo largo de la superficie real, y no se harán deducciones por las instalaciones individuales que tengan un área de un metro cuadrado o menos.
- Las estructuras se medirán según las líneas indicadas en los planos.
- El acero para armadura o el alambre para pretensado o postensado se calculará sobre la base de los pesos teóricos.
- La tonelada se referirá a 1.000 Kg. de peso. Los materiales medidos por toneladas se pesarán en balanzas precisas aprobadas por el Ingeniero.
- Todos los materiales medidos por metros cúbicos se acarrearán en vehículos apropiados y se medirán dentro de éstos en el punto de entrega.

3.8.2. Certificados de pago.

El importe de la obra ejecutada se le acreditará mensualmente al Contratista, en base a los certificados hechos por el Propietario, salvo que se establezca en los contratos otra forma de pago. El certificado se hará usando las unidades de obra ejecutadas y los correspondientes precios unitarios.

3.8.3. Recepción y liquidación de la obra.

La recepción provisional o definitiva del trabajo se realizará conforme a las disposiciones correspondientes. El propietario podrá efectuar recepciones parciales provisionales de acuerdo con las etapas del programa de trabajo, siempre que se considere que tales aceptaciones redundan en su propio interés.

3.8.4. Período de garantía.

Como se indica en el artículo 3.2

Fianza definitiva, el Propietario tendrá como garantía el 10 % de la cantidad del pago certificado, devolviendo el mismo al Contratista Principal después de efectuar la recepción definitiva incluyendo el periodo de conservación.

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

4.1. Definición y alcance

Estas prescripciones Técnicas particulares tienen por objeto definir las prescripciones que han de regir en la ejecución de las obras comprendidas en el Proyecto de la Estación Depuradora de Aguas Residuales para el municipio de Medina Sidonia.

Serán también de aplicación los Pliegos, Instrucciones, Normas y Prescripciones, oficiales o no, que se citan en los distintos artículos de este Pliego, en la forma que para cada uno de ellos se establece.

4.2. Documentos que definen las obras.

- **Documentos contractuales.**

Los documentos que se incorporan al Contrato como documentos contractuales son los siguientes:

- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Cuadro de precios.
- Pliego de Condiciones.
- Planos.

- **Documentos informativos.**

Los datos sobre la procedencia de materiales, condiciones locales, diagramas de movimiento de tierras, de maquinaria, de programación, de condiciones climáticas, de justificación de precios y en general, todos los que se incluyen en la Memoria, y demás documentos no contractuales del Proyecto, son documentos informativos.

Dichos documentos representan una opinión fundada del autor del Proyecto. Sin embargo, ello no supone que el mismo se responsabilice de la certeza de los datos que se suministran y, en consecuencia, deberán aceptarse tan solo como complemento de la información que el Contratista adquirirá directamente.

4.2.1. Compatibilidad y prelación entre documentos.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y el Pliego de Prescripciones prevalecerá lo escrito en este último documento.

En los casos de discrepancias entre las Disposiciones Técnicas y Legales enumeradas en el apartado 5.1.5. y las prescripciones del presente Pliego, prevalecerá lo determinado en éste.

En cualquier caso, las contradicciones, omisiones o errores que pudiesen advertirse en estos documentos por la Administración o por el Contratista, deberán consignarse, con su posible solución, en el Acta de Replanteo y/o en el Libro de Ordenes.

4.3. Representación del contratista.

El contratista designará una persona que asuma la dirección de los trabajos que se ejecutan como delegado suyo ante la Administración, a todos los efectos, durante la ejecución de las obras y periodo de garantía.

El delegado del Contratista tendrá una titulación técnica con experiencia profesional suficiente para el cumplimiento de su misión. Deberá residir en población próxima a la zona en que se desarrollan los trabajos y no podrá ser sustituido sin previo conocimiento de la administración.

4.4. Disposiciones técnicas legales.

Serán de aplicación las siguientes disposiciones:

- Ley de Contratos del Estado, texto articulado, aprobado por el Decreto 923/1965 de 8 de Abril (B.O.E. n. 97 de 23 de Abril de 1965).
- Ley 5/1973 de 17 de Marzo, sobre modificación parcial de la Ley de Contratos del Estado (B.O.E. n. 69 de 21 de Marzo de 1973).
- Reglamento General de Contratación para la aplicación de dicha Ley, aprobado por Decreto 3354/1967 de 28 de Diciembre (B.O.E. n. 27, 28, 29 y 31 de Enero y 1 y 2 de Febrero de 1968).

- Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado. Decreto 3854/1970 (B.O.E. n. 40 de 16 de Febrero de 1974).
- Pliego vigente de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de Cementos.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Uso Industrial, aprobado por O.M. de 15 de septiembre de 1986.
- Instrucciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en masa o Armado (EH-98). Ministerio de Fomento y Comisión Permanente del Hormigón.
- Reglamento del Ministerio de Industria para Líneas de Alta Tensión, Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre (B.O.E. 11. 311 de Diciembre de 1968 y B.O.E n. 58 de 8 de Marzo de 1969).
- Reglamento de Ministerio de Industria para Estaciones de Industria para Estaciones de Transformación por O.M. de 23 de Febrero de 1949 y modificado por O.M. de 11 de Marzo de 1971 (B.O.E. n. 66 de Marzo de 1971).
- Reglamento del Ministerio de Industria para instalaciones eléctricas de Baja Tensión, Decreto 2413/1973 de 20 de Septiembre (B.O.E. n. 242 de Octubre de 1973).
- Instrucciones Complementarias O.M. de 31 de Octubre de 1973 (B.O.E. n. 310 de 27 de Diciembre de 1973).
- Normas UNE y DIN aplicables.
- Instrucciones Complementarias MT-BY de 31 de Octubre de 1973 y 26 de Enero de 1978.
- Ley de Aguas, 29/1985 de 2 de Agosto.
- Normas de Abastecimiento y Saneamiento de la Dirección General de Obras Hidráulicas.
- Real Decreto Ley 11/1995 del 28 -12 – 1995, referente al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Disposiciones vigentes referentes a la seguridad e higiene en el trabajo.

Asimismo queda obligado el Contratista al cumplimiento de toda la legislación vigente sobre protección a la Industria Nacional y fomento del consumo de artículos nacionales.

De todas las normas tendrá más valor preferente, en cada caso, la más restrictiva.

Todas las disposiciones anteriores se contemplarán, si ha lugar, con las especificadas en el presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

4.5. Comprobación del replanteo e iniciación de las obras.

En la comprobación del replanteo e iniciación de las obras se estará a lo dispuesto en los artículos 127 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado, así como a lo especificado en las cláusulas 24, 25 y 26 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, reseñado en el apartado 2.5.1.5.

4.6. Programa de trabajo.

Se ajustará a lo dispuesto en el Artículo 128 y 129 del Reglamento General de Contratación del Estado, así como a lo especificado en la Cláusula 27 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

4.7. Descripción de las obras

4.7.1. Canal de desbaste

Unidades	2 canales	
Dimensiones	Pendiente	0.5%
	Sección	rectangular
	Anchura del canal	0.3 m
	Altura útil	28 cm
	Altura construida	100 cm

Caudal de diseño	Caudal punta	319.08 m³/h
	Caudal mínimo	39.96 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.1.1. Plano 2	

1.1. REJA DE GRUESOS

Unidades	2 rejillas, una automática y otra manual.	
Dimensiones	Ancho útil	0.98 m
	Alto útil	1 m
	Sobre elevación	2 m
	Ancho de barrotes	40 mm
	Separación libre entre barrotes	80 mm
	Velocidad de la rasqueta	5 m/min
	Potencia	1.5 cv

1.2. POZO DE BOMBEO

Unidades	1 pozo de bombeo	
Dimensiones	Longitud	2.6 m
	Ancho	2.2 m
	Altura construida	3 m
Aliviadero	Geometría	Cuadrado (0.4 x 0.4 m)
	Altura aliviadero	2 m
Bombeo	Caudal de bombeo	63.5 l/s
	Nº de arranques	5
	Sumergencia	0.4 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.2 Plano 3	

1.3. TAMICES

Unidades	2 tamices	
Características	tamiz rotativo tipo 6206	
	Luz de paso	2 mm
	Caudal a tratar	232 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.3	

1.4. DESARENADOR – DESENGRASADOR

Unidades	2 desarenadores – desengrasadotes	
Dimensiones	Longitud	4 m
	Anchura	2 m
	Profundidad	3 m
	Anchura canal desarenador	0.3 m
	Anchura canal desengrasador	0.4 m
Aireación	Volumen de aireación	72.5 m³/h
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.4	
	Plano 4	

1.5. REACTOR BIOLÓGICO

Unidades	2 reactores biológicos	
Caudal de diseño	2552.47 m³/d	
Tanque de aireación	2 celdas de 17.5 x 17.5 m	

	Volumen útil	3368.75 m
	Altura útil	5.5 m
	Altura	7 m
Tanque anóxico	Volumen útil	866.25 m
	Longitud	9 m
	Anchura	17.5 m
	Altura útil	5.5 m
	Altura	7 m
Aireación	2 aireadores superficiales de 50 cv	
Agitación	2 agitadores de 60 cv	
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.6	
	Planos 5 y 6	

1.6. DECANTADOR SECUNDARIO

Unidades	2 decantadores secundarios
Caudal de diseño	2552.47 m³/d
Dimensiones	Volumen útil 259.67 m³
	Diámetro 10.5 m
	Altura 3.16 m
	Pendiente 3%
Deflector de entrada	Diámetro 1.6 m
	Altura 1.6 m
Poceta de fangos	volumen 13.57 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.7
	Plano 7

1.7. CANAL DE CLORACIÓN

Unidades	2 canales de cloración	
Caudal de diseño	2335.3 m³/d	
Dimensiones	volumen	14.59 m³
	Largo	4 m
	Ancho	2.5 m
	Altura	1.5 m
	Ancho canal	0.5 m
	Nº de canales	8
Aditivo	Hipoclorito sódico	
	Cantidad	14.01 kg/d
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.8 Plano 8	

1.8. ESPESADOR POR GRAVEDAD

Unidades	1 espesador por gravedad	
Caudal de diseño	217.17 m³/d	
Dimensiones	Volumen útil	235.62 m³
	Diámetro	10 m
	Altura	3 m
Referencia	Anexo de cálculos, apartado 2.9 Plano 9	

1.9. FILTROS BANDA

Unidades	2 filtros banda	
Caudal a secar	11.4 m³/h	
Dimensiones	Ancho de banda	2 m
	Longitud	4 m
Tolva	Volumen útil	39.05 m³
Deposito tampón	Volumen útil	212.6 m³
	Diámetro	9.5 m
	Altura	3 m
Aditivo	polielectrolito	
	Caudal polielectrolito	0.31 m³/h

**“DISEÑO Y
DIMENSIONAMIENTO
DE UNA E.D.A.R. CON
TRATAMIENTO BIOLÓGICO
DE FANGOS ACTIVADOS”**

**DOCUMENTO N° 4
PRESUPUESTO**

PRESUPUESTO

1. CUADRO DE PRECIOS 1

2. CUADRO DE PRECIOS 2

3. MEDICIONES

4. PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS 1

CAPITULO C1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C101	m2	Limpieza y desbroce del terreno Limpieza, despeje y desbroce de la vegetación, desarbolado, destocoado y retirada de productos a vertedero. Completamente terminado.	UNO con CINCUENTA Y OCHO CENTIMOS	1,58
C102	m3	Terraplenado con material adecuado Terraplenado del terreno de la EDAR de acuerdo con las cotas de diseño de la misma y con material adecuado procedente de la excavación.	UNO con CINCUENTA Y NUEVE CENTIMOS	1,59
C103	m3	Base de zavorra artificial Base de zavorra artificial, en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	TRECE con VEINTISIETE CENTIMOS	13,27
C104	m3	Sub-base de zavorra natural Zavorra natural en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	SEIS con OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS	6,84
C105	PA	Estudio geológico Estudio geológico geotécnico de los terrenos de ubicación de la EDAR, incluido trabajos de campo, ensayos de laboratorio, cálculos y elaboración de informe.	CINCO MIL QUINIENTOS SETENTA Y SEIS con VEINTE	5576,20

CAPITULO C2 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
--------	-----	-------------	----------------	------------

C201	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado. UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	1,52
C202	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena. TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS	31,82
C203	m3	Hormigón estructural para soleras y muros estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS	76,09
C204	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra OCHETA Y CINCO CENTIMOS	0,85
C205	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra. UNO con CINCUENTA Y OCHO	1,58
C206	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado. DIECINUEVE con DOS CENTIMOS	19,02
C207	m2	Encofrado y desencofrado vertical	

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

VEINTIDOS con DIECINUEVE 22,19

Reja desbaste gruesos de limpieza

C208 Ud. **automática**

Reja de desbaste de limpieza automática de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, con peine de limpieza, totalmente instalada, medida la unidad terminada

OCHO MIL CIENTO CINCUENTA Y TRES con DOCE CENTIMOS 8153,12

C209 Ud. **Compuerta tajadera**

Compuerta tajadera de 0,3 x 1,0 m de accionamiento manual, en chapa de acero, incluso husillo, totalmente colocada

CUATROCIENTOS QUINCE con CINCO CENTIMOS 415,05

Reja desbaste grueso de limpieza

C210 Ud. **manual**

Reja de desbaste de limpieza manual de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, totalmente instalada, medida la unidad terminada.

CINCUENTA con QUINCE 50,15

Cinta transportadora de residuos

C211 Ud. **sólidos**

Cinta transportadora de residuos sólidos hasta el contenedor

DOS MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS con CUATRO CENTIMOS 2326,04

C212 Ud. **Contenedor de residuos**

Contenedor de residuos sólidos, tipo abierto con tabique sifoideo, capacidad 6m³, 4 enganches de carga y volteo, de acero laminado A42b y perfiles de refuerzo. Acabado según estándar del fabricante.

SETECIENTOS TREINTA con SETENTA Y CINCO CENTIMOS 730,75

C213 m **Tubería de acero de DN12"**

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

TREINTA Y SEIS con SETENTA Y CINCO 36,75

C214	Ud	Bomba sumergible modelo KCMMP 07562NG-Ex	
		Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 248 m ³ /h, potencia de 9 kw y altura máxima de 8,15 mca.	
		CUATRO MIL CIENTO NOVENTA con OCHENTA Y NUEVE	4190,89
C215	Ud	Portico para elevación de bombas	
		MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO con SESENTA Y TRES	1534,63
C216	Ud	Valvula de retención de 12"	
		Valvula de retención tipo Ruber-Check para diámetro nominal de 300 mm.	
		DOSCIENTOS TREINTA Y NUEVE con OCHENTA CENTIMOS	239,80
C217	Ud	Válvula de mariposa de 12"	
		Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN300 mm	
		CUATROCIENTOS NOVENTAY DOS	492,00
C218	Ud	Tamiz rotativo de 2mm	
		Tamiz rotativo tipo 6206 capaz de tratar un caudal de 232 m ³ /h, con luz de paso de 2 mm.	
		DIEZ MIL SETECIENTOS OCHENTA	10780,00
C219	Ud.	Tolva para residuos del tamiz	
		Tolva para la recogida de los residuos procedentes del tamiz rotativo.	
		OCHOCIENTOS TREINTA Y CUATRO con ONCE CENTIMOS	834,11
C220	Ud	Bomba de extracción de arenas	
		Bomba para la extracción de las arenas en el desarenador con una capacidad de 20m ³ /h.	
		QUINIENTOS SETENTA Y DOS con QUINCE CENTIMOS	572,15
C221	Ud	Turbina desmenuzador de grasas	
		Turbina sumergible microburbuja para el desmenuzador de grasas y de 1,5 kw de potencia.	
		CUATRO MIL CIENTO OCHENTA Y TRES con SESENTA Y CINCO	4183,65
C222	Ud	Deflector de grasas	

		Deflector de grasas inoxidable del tipo AISI 316. MIL CIENTO TRECE con NOVENTA Y DOS CENTIMOS	1113,92
C223	Ud	Concentrador de grasas Dispositivo metálico para acumulación de grasas ONCE MIL OCHOCIENTOS SETENTA con CINCUENTA	11870,50
C224	Ud	Lavador- clasificador de arenas Lavador- clasificador de arenas tipo compacto. NUEVE MIL QUINIENTOS SETENTA Y OCHO con OCHENTA	9578,80
C225	Ud	Deflector de salida del desarenador Deflector de salida del desarenador - desengrasador inoxidable tipo AISI 316. MIL CIENTO TRECE con TREINTA Y TRES CENTIMOS	1113,33
C226	Ud	Sistema de limpieza del canal de grasas SEISCIENTOS VEINTISIETE con NOVENTA Y TRES CENTIMOS	627,93
C227	Ud.	Tolva para grasas Tolva para la recogida de grasas metálica inoxidable 316. CUATROCIENTOS SESENTA con CUARENTA Y SIETE CENTIMOS	460,47
C228	Ud	Pasarela metálica Pasarela metálica piso tramex con escalera MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES con SETENTA Y SIETE	1243,77
C229	Ud	Puerta metálica Puerta metálica corredera, de 2,1 x 2,53 m, incluso marco, herrajes, visagras, y pintura, totalmente colocado, medida la unidad instalada OCHOCIENTOS VEINTICUATRO con OCHO CENTIMOS	824,08

CAPITULO C3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C301	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS 1,52

C302	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.	
			TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS 31,82
C303	m3	Hormigón estructural para soleras y muros Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	
			SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS 76,09
C304	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	
			OCHETA Y CINCO CENTIMOS 0,85
C305	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.	
			UNO con CINCUENTA Y OCHO 1,58
C306	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	
			DIECINUEVE con DOS CENTIMOS 19,02
C307	m2	Encofrado y desencofrado vertical	

		Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	VEINTIDOS con DIECINUEVE	22,19
C308	m3	Cimbra (h < 3 m) Estructura auxiliar para encofrados de más de 3 m de altura	DIEZ con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	10,94
C309	Ud.	Aireador superficial 60 cv Aireador mecánico de superficie, tipo turbina de baja velocidad, accionado por motoreductor, de potencia de 60 cv.	CATORCE MIL TRESCIENTOS VEINTICATRO con DIECINUEVE	14324,19
C310	Ud.	Agitador superficie anóxica DN 300 mm Agitador superficie anóxica DN 300 mm, con potencia de 4.09 kw y velocidad de 894 rpm., con 3 álabes y con instalación sumergida fija.	TRES MIL CIENTO VEINTICINCO con OCHENTA Y DOS	3125,82
C311	Ud	Medidor de oxígeno Equipo medidor de oxígeno disuelto en el tanque de aireación	MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES con VEINTIDOS	1953,22
C312	Ud	Medidor de pH y temperatura	MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO con SEIS CENTIMOS	1395,06
C313	Ud	Conjunto vertedero Conjunto vertedero y deflector de salida del reactor biológico de aluminio anodizado	QUINIENTOS TRES con VEINTE CÉNTIMOS	503,2
C314	Ud.	Escalera metálica Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada	NOVENTAY CUATRO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	94,52
C315	m.	Barandilla metálica Barandilla metálica tubular de aluminio	SESENTA Y TRES con CUARENTA Y UNO	63,41
C316	Ud	Valvula de retención de 16"		

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.

MIL QUINIENTOS SETENTA Y OCHO 1578,00

C317	m	Tubería de PVC de DN12" Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	
			DIECISIETE con CUARENTA Y NUEVE 17,49

C318	m	Tubería de acero de DN18" Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 18" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.	
			SETENTAY CINCO con VEINTIDOS 75,22

C319	m	Tubería de PVC de DN20" Tubería de PVC de diametro nominal 20" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.	
			CUARENTA con CUARENTA Y CUATRO 40,44

C320	Ud.	Válvula hidráulica Válvula hidraulica serie 771, limitadora de caudal, montada en Cu, con manómetros y llaves de paso, mando de apertura automático y manual	
			DOCE MIL CIEN 12100,00

C321	Ud	Bomba sumergible modelo KCD200N 06572NA-Ex Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 586 m3/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 2,28 mca.	
			CINCO MIL CIEN con VEINTICINCO 5100,25

C322	Ud	Bomba sumergible modelo KCD200N 07562NA-Ex	
------	----	---	--

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 453 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 4,16 mca.

CUATRO MIL TRESCIENTOS VEINTIDOS con VEINTE 4322,2

CAPITULO C4 DECANTADOR SECUNDARIO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C401	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	1,52
C402	m3	Hormigón de limpieza H-175		
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.		
			TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS	31,82
C403	m3	Hormigón estructural para soleras y muros		
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.		
			SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS	76,09

C404	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	OCHETA Y CINCO CENTIMOS	0,85
C405	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.	UNO con CINCUENTA Y OCHO	1,58
C406	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	DIECINUEVE con DOS CENTIMOS	19,02
C407	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	VEINTIDOS con DIECINUEVE	22,19
C408	Ud.	Mecanismo rasquetas Rasquetas curvas, diametro 10,5 m, altura de tanque de 3.0 m , tipo oscilante según especificaciones técnicas, incluso campana deflectora, vertedero y demás accesorios	VEINTIOCHO MIL SETENTA con SESENTA Y CINCO	28070,75
C409	Ud	Puente movil Puente movil para decantador de 10,5 m de diametro.	DIECISEIS MIL NOVECIENTOS ONCE con CINCUENTA Y DOS	16911,52
C410	m	Tubería de acero de DN12" Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	TREINTA Y SEIS con SETENTA Y CINCO	36,75
C411	m	Tubería de PVC de DN16" Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.	VEINTISIETE con SESENTA Y TRES	27,63
C412	m	Tubería de acero de DN 4"		

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 4" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

DOCE con VEINTITRES 12,23

C413 m **Tubería de acero de DN 8"**

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 8" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

TREINTIDOS con SESENTA Y CUATRO 32,64

C414 Ud **Valvula de retención de 4"**

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diámetro nominal de 400 mm.

CIENTO OCHENTA Y CUATRO 184,00

CAPITULO C5 CANAL DE DESINFECCIÓN

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C501	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	1,52
C502	m3	Hormigón de limpieza H-175		
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diámetro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.		
			TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS	31,82
C503	m3	Hormigón estructural para soleras y muros		

		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS	76,09
C504	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	OCHETA Y CINCO CENTIMOS	0,85
C505	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.	UNO con CINCUENTA Y OCHO	1,58
C506	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	DIECINUEVE con DOS CENTIMOS	19,02
C507	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	VEINTIDOS con DIECINUEVE	22,19
C508	Ud.	Depósito de hipoclorito sódico Depósito de almacenaje de hipoclorito sódico, capacidad 0,5 m3	MIL NOVECIENTOS VEINTE	1920,00
C509	Ud	Bomba dosificadora Bomba dosificadora para cloración, regulable en marcha o parada, con capacidad de 20 l/h, con motor eléctrico de 0,5 cv, totalmente probada, colocada e instalada, medida la unidad terminada	NOVECIENTOS SETENTA con NOVENTA Y SIETE	970,97

CAPITULO C6 ESPESADOR POR GRAVEDAD

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C601	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	1,52
C602	m3	Hormigón de limpieza H-175		
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.		
			TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS	31,82
C603	m3	Hormigón estructural para soleras y muros		
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.		
			SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS	76,09
C604	kg	Acero corrugado B-500S		
		Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra		
			OCHENTA Y CINCO CENTIMOS	0,85
C605	kg	Acero A42b en estructura metálica		
		Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.		
			UNO con CINCUENTA Y OCHO	1,58
C606	m2	Encofrado y desencofrado horizontal		

		Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	DIECINUEVE con DOS CENTIMOS	19,02
C607	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	VEINTIDOS con DIECINUEVE	22,19
C608	Ud.	Escalera metálica Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada	NOVENTAY CUATRO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	94,52
C609	Ud.	Equipo espesador por gravedad Equipo espesador por gravedad de 10 m de diametro, sistema DENSLUDGE a instalar en vaso de hormigón de planta circular, incluido circulo de alimentación y vertedero de aluminio	DIECIOCHOMIL SEISCIENTOS VEINTIOCHO con CUARENTA	18628,4
C610	Ud.	Cubierta PRFV para espesador	DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE con DIECINUEVE	237,19
C611	m	Tubería de PVC de DN 125 mm Tubería de PVC de diametro nominal 125 mm y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	DOS con SETENTA Y TRES	2,73
C612	m	Tubería de acero de DN 2" diametro nominal 2" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	NUEVE con CINCUENTA Y CINCO	9,55

CAPITULO C7 EDIFICIO DESHIDRATACIÓN DE LODOS

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C701	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.	UNO con CINCUENTA Y DOS CENTIMOS	1,52
C702	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.	TREINTA Y UNO con OCHENTA Y DOS CENTIMOS	31,82
C703	m3	Hormigón estructural para soleras y muros Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	SETENTA Y SEIS con NUEVE CENTIMOS	76,09
C704	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	OCHETA Y CINCO CENTIMOS	0,85
C705	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.	UNO con CINCUENTA Y OCHO	1,58

C706	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	DIECINUEVE con DOS CENTIMOS	19,02
C707	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	VEINTIDOS con DIECINUEVE	22,19
C708	Ud	Filtro banda de 2 m de ancho Filtro banda, incluyendo tanque de mezcla de almacenamiento y bomba dosificadora con las siguientes características: sistema de engrase manual, rodamientos estancos, con obturador de doble labio, tipo de tensado de la tela neumático, sequedad mínima del 23 %, 2 m de ancho y 4 m de largo, tipo de reactivo polielectrolito catiónico, medida la unidad ejecutada	VEINTICUATRO MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO con SEIS	24198,60
C709	Ud	Tolva de almacenamiento Tolva de almacenamiento de fangos deshidratados de 16 m3 de capacidad	TRECE MIL SEISCIENTOS VEINTISEIS con CUARENTA Y SEIS	13626,46
C710	Ud	Cinta transportadora de residuos Cinta transportadora para el transporte de los fangos deshidratados hasta la tolva	DOS MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS con VEINTICUATRO	2326,24
C711	Ud	Puerta metálica Puerta metálica corredera, de 2,1 x 2,53 m, incluso marco, herrajes, visagras, y pintura, totalmente colocado, medida la unidad instalada	OCHOCIENTOS VEINTICUATRO con OCHO CENTIMOS	824,08
C712	Ud	Ladrillo cerámico o macizo		

Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.

CIENTO ONCE con DIECINUEVE 111,19

C713 Ud **Valvula de retención de 3"**

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 80 mm.

CIENTO SETENTA Y DOS 172,00

C714 Ud **Válvula de mariposa de 3"**

Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN 80 mm

NOVENTA Y TRES 93,00

C715 m **Tubería de acero de DN 3"**

Tubería de acero galvanizado de diametro nominal 3" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

DIEZ con VEINTE 10,20

CUADRO DE PRECIOS 2

CAPITULO C1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

Codigo	Ud.	Descripción	Desglose precios	Importe (€)
C101	m2	Limpieza y desbroce del terreno Limpieza, despeje y desbroce de la vegetación, desarbolado, destoconado y retirada de productos a vertedero. Completamente terminado.		
			Maquinaria	1,55
			Materiales	0,03
			TOTAL PARTIDA	1,58
C102	m3	Terraplenado con material adecuado Terraplenado del terreno de la EDAR de acuerdo con las cotas de diseño de la misma y con material adecuado procedente de la excavación.		
			Mano de obra	0,06
			Maquinaria	1,52
			Materiales	0,01
			TOTAL PARTIDA	1,59
C103	m3	Base de zahorra artificial Base de zahorra artificial, en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.		
			Mano de obra	0,06
			Maquinaria	5,46
			Materiales	7,75
			TOTAL PARTIDA	13,27
C104	m3	Sub-base de zahorra natural Zahorra natural en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.		
			Mano de obra	0,57
			Maquinaria	1,28
			Materiales	4,99
			TOTAL PARTIDA	6,84
C105	PA	Estudio geológico		

Estudio geológico geotécnico de los terrenos de ubicación de la EDAR, incluido trabajos de campo, ensayos de laboratorio, cálculos y elaboración de informe.

Sin descomposición **5576,20**

CAPITULO C2 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C201	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			Maquinaria	1,44
			Materiales	0,08
			TOTAL PARTIDA	1,52
C202	m3	Hormigón de limpieza H-175		
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.		
			Mano de obra	4,73
			Maquinaria	2,01
			Materiales	25,08
			TOTAL PARTIDA	31,82
C203	m3	Hormigón estructural para soleras y muros		
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.		
			Mano de obra	23,50
			Materiales	52,59
			TOTAL PARTIDA	76,09
C204	kg	Acero corrugado B-500S		

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Mano de obra	0,41
Materiales	0,44
TOTAL PARTIDA	0,85

C205 kg **Acero A42b en estructura metálica**
Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Mano de obra	1,00
Maquinaria	0,15
Materiales	0,43
TOTAL PARTIDA	1,58

C206 m2 **Encofrado y desencofrado horizontal**
Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra	6,35
Materiales	12,67
TOTAL PARTIDA	19,02

C207 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**
Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra	5,07
Materiales	17,12
TOTAL PARTIDA	22,19

C208 Ud **Reja desbaste gruesos de limpieza automática**
Reja de desbaste de limpieza automática de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, con peine de limpieza, totalmente instalada, medida la unidad terminada

Mano de obra	22,28
Maquinaria	1,40
Materiales	8129,44
TOTAL PARTIDA	8153,12

C209 Ud. **Compuerta tajadera**

Compuerta tajadera de 0,3 x 1,0 m de accionamiento manual, en chapa de acero, incluso husillo, totalmente colocada

Mano de obra	86,97
Maquinaria	2,30
Materiales	325,78
TOTAL PARTIDA	415,05

C210 Ud. Reja desbaste grueso de limpieza manual

Reja de desbaste de limpieza manual de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, totalmente instalada, medida la unidad terminada.

Mano de obra	2,65
Materiales	47,50
TOTAL PARTIDA	50,15

C211 Ud. Cinta transportadora de residuos sólidos

Cinta transportadora de residuos sólidos hasta el contenedor

Mano de obra	102,82
Materiales	2223,42
TOTAL PARTIDA	2326,24

C212 Ud. Contenedor de residuos

Contenedor de residuos sólidos, tipo abierto con tabique sifoideo, capacidad 6m³, 4 enganches de carga y volteo, de acero laminado A42b y perfiles de refuerzo. Acabado según estandar del fabricante.

Mano de obra	11,25
Materiales	719,50
TOTAL PARTIDA	730,75

C213 m Tubería de acero de DN12"

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	1,45
Materiales	35,30
TOTAL PARTIDA	36,75

C214 Ud. Bomba sumergible modelo KCMMP 07562NG-Ex

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 248 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 8,15 mca.

Mano de obra	65,89
Materiales	4125,00
TOTAL PARTIDA	4190,89

C215 Ud **Portico para elevación de bombas**

Mano de obra	64,05
Materiales	1470,58
TOTAL PARTIDA	1534,63

C216 Ud **Valvula de retención de 12"**

Valvula de retención tipo Ruber-Check para diametro nominal de 300 mm.

Mano de obra	23,95
Materiales	215,85
TOTAL PARTIDA	239,80

C217 Ud **Válvula de mariposa de 12"**

Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN300 mm

Mano de obra	25,70
Materiales	466,30
TOTAL PARTIDA	492,00

C218 Ud **Tamiz rotativo de 2mm**

Tamiz rotativo tipo 6206 capaz de tratar un caudal de 232 m³/h, con luz de paso de 2 mm.

Mano de obra	39,39
Materiales	10124,37
Maquinaria	6,05
Medios Auxiliares	610,37
TOTAL PARTIDA	10780,00

C219 Ud. **Tolva para residuos del tamiz**

Tolva para la recogida de los residuos procedentes del tamiz rotativo.

Mano de obra	473,11
Materiales	361,00
TOTAL PARTIDA	834,11

C220 Ud **Bomba de extracción de arenas**

Bomba para la extracción de las arenas en el desarenador con una capacidad de 20m³/h.

Mano de obra	183,05
Materiales	389,10
TOTAL PARTIDA	572,15

C221 Ud **Turbina desemulsionado de grasas**
Turbina sumergible microburbuja para el desemulsionado de grasas y de 1,5 kw de potencia.

Mano de obra	118,86
Materiales	4064,79
TOTAL PARTIDA	4183,65

C222 Ud **Deflector de grasas**
Deflector de grasas inoxidable del tipo AISI 316.

Mano de obra	128,10
Materiales	985,82
TOTAL PARTIDA	1113,92

C223 Ud **Concentrador de grasas**
Dispositivo metálico para acumulación de grasas

Mano de obra	188,49
Materiales	11682,01
TOTAL PARTIDA	11870,50

C224 Ud **Lavador- clasificador de arenas**
Lavador- clasificador de arenas tipo compacto.

Mano de obra	175,62
Materiales	9403,18
TOTAL PARTIDA	9578,80

C225 Ud **Deflector de salida del desarenador**
Deflector de salida del desarenador - desengrasador inoxidable tipo AISI 316.

Mano de obra	589,33
Materiales	524,00
TOTAL PARTIDA	1113,33

C226 Ud **Sistema de limpieza del canal de grasas**

Mano de obra	32,48
Materiales	595,45
TOTAL PARTIDA	627,93

C227 Ud. **Tolva para grasas**
Tolva para la recogida de grasas metálica inoxidable 316.

Mano de obra	208,35
Materiales	252,12
TOTAL PARTIDA	460,47

C228 Ud **Pasarela metálica**

Pasarela metálica piso tramex con
escalera

Mano de obra	439,20
Materiales	804,47
TOTAL PARTIDA	1243,77

C229 Ud **Puerta metálica**

Puerta metálica corredera, de 2,1 x
2,53 m, incluso marco, herrajes,
visagras, y pintura, totalmente
colocado, medida la unidad instalada

Mano de obra	102,49
Maquinaria	6,35
Materiales	715,24
TOTAL PARTIDA	824,08

CAPITULO C3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
--------	-----	-------------	----------------	------------

C301 m3 **Excavación de zanjas, pozos y
cimientos**

Excavación en zanjas, pozos y
cimientos en cualquier clase de
terreno, incluso entibaciones,
agotamientos, perfilado de fondos y
laterales, así como acopio de la capa
vegetal para su posterior reposición,
incluso carga y transporte de los
productos sobrantes de la excavación
a vertederos apropiados.
Completamente terminado.

Maquinaria	1,44
Materiales	0,08
TOTAL PARTIDA	1,52

C302 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza,
consistencia fluida, diametro de árido
máximo de 20 mm, colocado según
EH-98, vibrado y compactado,
medido el volumen de la excavación
teórica llena.

Mano de obra	4,73
Maquinaria	2,01
Materiales	25,08
TOTAL PARTIDA	31,82

C303 m3 **Hormigón estructural para soleras
y muros**

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Mano de obra 23,50

Materiales 52,59

TOTAL PARTIDA 76,09

C304 kg **Acero corrugado B-500S**
Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Mano de obra 0,41

Materiales 0,44

TOTAL PARTIDA 0,85

C305 kg **Acero A42b en estructura metálica**
Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Mano de obra 1,00

Maquinaria 0,15

Materiales 0,43

TOTAL PARTIDA 1,58

C306 m2 **Encofrado y desencofrado horizontal**

Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra 6,35

Materiales 12,67

TOTAL PARTIDA 19,02

C307 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra 5,07

Materiales 17,12

TOTAL PARTIDA 22,19

C308 m3 **Cimbra (h < 3 m)**
Estructura auxiliar para encofrados de más de 3 m de altura

Mano de obra 9,77

Materiales 1,17

		TOTAL PARTIDA	10,94
C309	Ud. Aireador superficial 60 cv Aireador mecánico de superficie, tipo turbina de baja velocidad, accionado por motoreductor, de potencia de 60 cv.	Mano de obra	89,67
		Materiales	14234,52
		TOTAL PARTIDA	14324,19
C310	Ud. Agitador superficie anóxica DN 300 mm Agitador superficie anóxica DN 300 mm, con potencia de 4.09 kw y velocidad de 894 rpm., con 3 álabes y con instalación sumergida fija.	Mano de obra	64,86
		Materiales	3060,96
		TOTAL PARTIDA	3125,82
C311	Ud. Medidor de oxígeno Equipo medidor de oxígeno disuelto en el tanque de aireación	Mano de obra	62,33
		Materiales	1890,97
		TOTAL PARTIDA	1953,22
C312	Ud. Medidor de pH y temperatura	Mano de obra	45,93
		Materiales	1349,13
		TOTAL PARTIDA	1395,06
C313	Ud. Conjunto vertedero Conjunto vertedero y deflector de salida del reactor biológico de aluminio anodizado	Mano de obra	112,00
		Materiales	391,20
		TOTAL PARTIDA	503,20
C314	Ud. Escalera metálica		

Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada

Mano de obra	68,70
Materiales	25,82
TOTAL PARTIDA	94,52

C315 m. **Barandilla metálica**
Barandilla metálica tubular de aluminio

Mano de obra	13,03
Materiales	50,38
TOTAL PARTIDA	63,41

C318 Ud **Valvula de retención de 16"**
Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.

Mano de obra	35,95
Materiales	1542,05
TOTAL PARTIDA	1578,00

C319 m **Tubería de PVC de DN12"**
Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	1,45
Materiales	16,04
TOTAL PARTIDA	17,49

C320 m **Tubería de acero de DN18"**
Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 18" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	1,55
Materiales	73,67
TOTAL PARTIDA	75,22

C321 m **Tubería de PVC de DN20"**
Tubería de PVC de diametro nominal 20" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	1,65
Materiales	38,79
TOTAL PARTIDA	40,44

C322 Ud. **Válvula hidráulica**

Válvula hidráulica serie 771, limitadora de caudal, montada en Cu, con manómetros y llaves de paso, mando de apertura automático y manual

Mano de obra	55,50
Materiales	12044,50
TOTAL PARTIDA	12100,00

Bomba sumergible modelo
C323 Ud **KCD200N 06572NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 586 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 2,28 mca.

Mano de obra	65,89
Materiales	5034,36
TOTAL PARTIDA	5100,25

Bomba sumergible modelo
C324 Ud **KCD200N 07562NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 453 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 4,16 mca.

Mano de obra	65,89
Materiales	4256,31
TOTAL PARTIDA	4322,20

CAPITULO C4 DECANTADOR SECUNDARIO

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C401	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

Maquinaria	1,44
Materiales	0,08
TOTAL PARTIDA	1,52

C402 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

Mano de obra	4,73
Maquinaria	2,01
Materiales	25,08
TOTAL PARTIDA	31,82

Hormigón estructural para soleras

C403 m3 **y muros**

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Mano de obra	23,50
Materiales	52,59
TOTAL PARTIDA	76,09

C404 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Mano de obra	0,41
Materiales	0,44
TOTAL PARTIDA	0,85

C405 kg **Acero A42b en estructura metálica**

Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Mano de obra	1,00
Maquinaria	0,15
Materiales	0,43

		TOTAL PARTIDA	1,58
C406	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	
		Mano de obra	6,35
		Materiales	12,67
		TOTAL PARTIDA	19,02
C407	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	
		Mano de obra	5,07
		Materiales	17,12
		TOTAL PARTIDA	22,19
C408	Ud.	Mecanismo rasquetas Rasquetas curvas, diametro 10,5 m, altura de tanque de 3.0 m , tipo oscilante según especificaciones técnicas, incluso campana deflectora, vertedero y demás accesorios	
		Mano de obra	2570,70
		Materiales	25500,05
		TOTAL PARTIDA	28070,75
C409	Ud	Puente movil Puente movil para decantador de 10,5 m de diametro.	
		Mano de obra	229,22
		Materiales	16682,30
		TOTAL PARTIDA	16911,52
C410	m	Tubería de acero de DN12" Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	
		Mano de obra	1,45
		Materiales	35,30
		TOTAL PARTIDA	36,75
C411	m	Tubería de PVC de DN16" Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.	
		Mano de obra	2,25

			Materiales	25,38
			TOTAL PARTIDA	27,63
C412	m	Tubería de acero de DN 4"		
		Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 4" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.		
			Mano de obra	1,02
			Materiales	11,21
			TOTAL PARTIDA	12,23
C413	m	Tubería de acero de DN 8"		
		Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 8" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.		
			Mano de obra	1,20
			Materiales	31,44
			TOTAL PARTIDA	32,64
C414	Ud	Valvula de retención de 4"		
		Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diámetro nominal de 400 mm.		
			Mano de obra	10,74
			Materiales	173,26
			TOTAL PARTIDA	184,00

CAPITULO C5 CANAL DE DESINFECCIÓN

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C501	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			Maquinaria	1,44
			Materiales	0,08
			TOTAL PARTIDA	1,52
C502	m3	Hormigón de limpieza H-175		

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

Mano de obra	4,73
Maquinaria	2,01
Materiales	25,08
TOTAL PARTIDA	31,82

C503 m3 **Hormigón estructural para soleras y muros**

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Mano de obra	23,50
Materiales	52,59
TOTAL PARTIDA	76,09

C504 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Mano de obra	0,41
Materiales	0,44
TOTAL PARTIDA	0,85

C505 kg **Acero A42b en estructura metálica**

Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Mano de obra	1,00
Maquinaria	0,15
Materiales	0,43
TOTAL PARTIDA	1,58

C506 m2 **Encofrado y desencofrado horizontal**

Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra	6,35
Materiales	12,67
TOTAL PARTIDA	19,02

C507	m2	Encofrado y desencofrado vertical		
		Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.		
			Mano de obra	5,07
			Materiales	17,12
			TOTAL PARTIDA	22,19

C508	Ud.	Depósito de hipoclorito sódico		
		Depósito de almacenaje de hipoclorito sódico, capacidad 0,5 m3		
			Mano de obra	120,00
			Materiales	1800,00
			TOTAL PARTIDA	1920,00

C509	Ud	Bomba dosificadora		
		Bomba dosificadora para cloración, regulable en marcha o parada, con capacidad de 20 l/h, con motor eléctrico de 0,5 cv, totalmente probada, colocada e instalada, medida la unidad terminada		
			Mano de obra	
			Materiales	
			TOTAL PARTIDA	970,97

CAPITULO C6 ESPESADOR POR GRAVEDAD

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C601	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			Maquinaria	1,44
			Materiales	0,08
			TOTAL PARTIDA	1,52
C602	m3	Hormigón de limpieza H-175		

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

Mano de obra	4,73
Maquinaria	2,01
Materiales	25,08
TOTAL PARTIDA	31,82

Hormigón estructural para soleras y muros

C603 m3 Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Mano de obra	23,50
Materiales	52,59
TOTAL PARTIDA	76,09

C604 kg **Acero corrugado B-500S**
Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Mano de obra	0,41
Materiales	0,44
TOTAL PARTIDA	0,85

C605 kg **Acero A42b en estructura metálica**
Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Mano de obra	1,00
Maquinaria	0,15
Materiales	0,43
TOTAL PARTIDA	1,58

Encofrado y desencofrado horizontal

C606 m2 Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra	6,35
Materiales	12,67
TOTAL PARTIDA	19,02

C607 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Mano de obra	5,07
Materiales	17,12
TOTAL PARTIDA	22,19

C608 Ud. **Escalera metálica**

Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada

Mano de obra	68,70
Materiales	25,82
TOTAL PARTIDA	94,52

C609 Ud. **Equipo espesador por gravedad**

Equipo espesador por gravedad de 10 m de diametro, sistema DENSLUDGE a instalar en vaso de hormigón de planta circular, incluido circulo de alimentación y vertedero de aluminio

Mano de obra	978,20
Materiales	17650,20
TOTAL PARTIDA	18628,40

C610 Ud. **Cubierta PRFV para espesador**

Mano de obra	55,79
Materiales	134,69
Maquinaria	33,28
Medios Auxiliares	13,43
TOTAL PARTIDA	237,19

C611 m **Tubería de PVC de DN 125 mm**

Tubería de PVC de diametro nominal 125 mm y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	0,69
Materiales	2,04
TOTAL PARTIDA	2,73

C612 m **Tubería de acero de DN 2"**

Tubería de acero galvanizado de diametro nominal 2" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	0,99
Materiales	8,56
TOTAL PARTIDA	9,55

CAPITULO C7 EDIFICIO DESHIDRATACIÓN DE LODOS

Codigo	Ud.	Descripción	Precio (letra)	Precio (€)
C701	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos		
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.		
			Maquinaria	1,44
			Materiales	0,08
			TOTAL PARTIDA	1,52
C702	m3	Hormigón de limpieza H-175		
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.		
			Mano de obra	4,73
			Maquinaria	2,01
			Materiales	25,08
			TOTAL PARTIDA	31,82
C703	m3	Hormigón estructural para soleras y muros		
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.		
			Mano de obra	23,50
			Materiales	52,59
			TOTAL PARTIDA	76,09
C704	kg	Acero corrugado B-500S		
		Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra		
			Mano de obra	0,41
			Materiales	0,44
			TOTAL PARTIDA	0,85

C705	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.	Mano de obra	1,00
			Maquinaria	0,15
			Materiales	0,43
			TOTAL PARTIDA	1,58
C706	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	Mano de obra	6,35
			Materiales	12,67
			TOTAL PARTIDA	19,02
C707	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.	Mano de obra	5,07
			Materiales	17,12
			TOTAL PARTIDA	22,19
C708	Ud	Filtro banda de 2 m de ancho Filtro banda, incluyendo tanque de mezcla de almacenamiento y bomba dosificadora con las siguientes características: sistema de engrase manual, rodamientos estancos, con obturador de doble labio, tipo de tensado de la tela neumático, sequedad mínima del 23 %, 2 m de ancho y 4 m de largo, tipo de reactivo polielectrolito catiónico, medida la unidad ejecutada	Mano de obra	3400,00
			Materiales	20798,60
			TOTAL PARTIDA	24198,60
C709	Ud	Tolva de almacenamiento Tolva de almacenamiento de fangos deshidratados de 16 m3 de capacidad	Mano de obra	125,37

Materiales	12624,63
Maquinaria	105,15
Medios Auxiliares	771,31
TOTAL PARTIDA	13626,46

C710 Ud **Cinta transportadora de residuos**

Cinta transportadora para el transporte de los fangos deshidratados hasta la tolva

Mano de obra	102,82
Materiales	2223,42
TOTAL PARTIDA	2326,24

C711 Ud **Puerta metálica**

Puerta metálica corredera, de 2,1 x 2,53 m, incluso marco, herrajes, visagras, y pintura, totalmente colocado, medida la unidad instalada

Mano de obra	102,49
Maquinaria	6,35
Materiales	715,24
TOTAL PARTIDA	824,08

C712 Ud **Tabique ladrillo cerámico**

Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.

Mano de obra	11,95
Materiales	99,24
TOTAL PARTIDA	111,19

C713 Ud **Valvula de retención de 3"**

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 80 mm.

Mano de obra	9,50
Materiales	162,50
TOTAL PARTIDA	172,00

C714 Ud **Válvula de mariposa de 3"**

Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN 80 mm

Mano de obra	16,25
Materiales	76,75
TOTAL PARTIDA	93,00

C715 m **Tubería de acero de DN 3"**

Tubería de acero galvanizado de diámetro nominal 3" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

Mano de obra	0,99
Materiales	9,21
TOTAL PARTIDA	10,20

MEDICIONES

CAPITULO C1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
C101	m2	Limpieza y desbroce del terreno Limpieza, despeje y desbroce de la vegetación, desarbolado, destocoado y retirada de productos a vertedero. Completamente terminado.	1	83	67		5561,00	5561,00
C102	m3	Terraplenado con material adecuado Terraplenado del terreno de la EDAR de acuerdo con las cotas de diseño de la misma y con material adecuado procedente de la excavación.	1	83	67	0,5	2780,50	2780,50
C103	m3	Base de zahorra artificial Base de zahorra artificial, en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	1	83	67	0,5	2780,50	2780,50
C104	m3	Sub-base de zahorra natural Zahorra natural en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	1	83	67	0,5	2780,50	2780,50
C105	PA	Estudio geológico Estudio geológico geotécnico de los terrenos de ubicación de la EDAR, incluido trabajos de campo, ensayos de laboratorio, cálculos y elaboración de informe.	1					1,00

CAPITULO C2 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
--------	-----	-------------	-----	---	-------	---	----------	-------

C201 m3 Excavación de zanjas, pozos y cimientos

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

Pozo de bombeo

Desarenador - desengrasador

Cimientos edificio

TOTAL

1	2,6	2,2	3,0	17,16	17,16
2	4	2	2,0	16,00	32,00
1	19	5	0,3	23,75	23,75
TOTAL					72,91

C202 m3 Hormigón de limpieza H-175

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

1	19	5	0,1	4,75	4,75
---	----	---	-----	------	-------------

C203 m3 Hormigón estructural para soleras y muros

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Solera

Muros

Canal de desbaste

Pozo de bombeo

1	19	5	0,5	47,50	47,50
2	7	0,15	1,0	1,05	2,10
1	9,6	0,2	3,0	5,76	5,76

Desarenadores	2	12	0,2	2,0	4,80	9,60
---------------	---	----	-----	-----	------	-------------

Edificio

Pilares	10					6,40
---------	----	--	--	--	--	-------------

Techo	1					12,47
-------	---	--	--	--	--	--------------

TOTAL						83,83
-------	--	--	--	--	--	--------------

C204 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Solera y muros						5746,40
----------------	--	--	--	--	--	----------------

5% de solapes y despuntes						287,32
---------------------------	--	--	--	--	--	---------------

TOTAL						6033,72
-------	--	--	--	--	--	----------------

C205 kg **Acero A42b en estructura metálica**

Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

Pilares						261,66
---------	--	--	--	--	--	---------------

Vigas						272,44
-------	--	--	--	--	--	---------------

TOTAL						534,10
-------	--	--	--	--	--	---------------

Encofrado y desencofradoC206 m2 **horizontal**

Encofrado y desencofrado de techo de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Techo	1	19	5	95,00		95,00
-------	---	----	---	-------	--	--------------

C207 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de soleras, muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Solera	1					81,60
--------	---	--	--	--	--	--------------

Muros	1					209,60
-------	---	--	--	--	--	---------------

TOTAL						291,20
-------	--	--	--	--	--	---------------

C208 m3 **Ladrillo cerámico o macizo**

Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.

Muros edificio

1	48	0,25	4,0	48,00	48,00
---	----	------	-----	-------	--------------

Reja desbaste gruesos de limpieza

C209 Ud. **automática**

Reja de desbaste de limpieza automática de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, con peine de limpieza, totalmente instalada, medida la unidad terminada

1					1,00
---	--	--	--	--	-------------

C210 Ud. **Compuerta tajadera**

Compuerta tajadera de 0,3 x 1,0 m de accionamiento manual, en chapa de acero, incluso husillo, totalmente colocada

2					2,00
---	--	--	--	--	-------------

Reja desbaste grueso de limpieza

C211 Ud. **manual**

Reja de desbaste de limpieza manual de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, totalmente instalada, medida la unidad terminada.

1					1,00
---	--	--	--	--	-------------

Cinta transportadora de residuos

C212 Ud. **sólidos**

Cinta transportadora de residuos sólidos hasta el contenedor

1					1,00
---	--	--	--	--	-------------

C213 Ud. **Contenedor de residuos**

Contenedor de residuos sólidos, tipo abierto con tabique sifoideo, capacidad 6m³, 4 enganches de carga y volteo, de acero laminado A42b y perfiles de refuerzo. Acabado según estandar del fabricante.

1

1,00

C214 m **Tubería de acero de DN12"**

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

2 18

36,00

Bomba sumergible modelo

C215 Ud **KCMMP 07562NG-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 248 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 8,15 mca.

2

2,00

C216 Ud **Portico para elevación de bombas**

1

1,00

C217 Ud **Valvula de retención de 12"**

Valvula de retención tipo Ruber-Check para diametro nominal de 300 mm.

2

2,00

C218 Ud **Válvula de mariposa de 12"**

Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN300 mm

2

2,00

C219 Ud **Tamiz rotativo de 2mm**

Tamiz rotativo tipo 6206 capaz de tratar un caudal de 232 m³/h, con luz de paso de 2 mm.

2

2,00

C220	Ud. Tolva para residuos del tamiz Tolva para la recogida de los residuos procedentes del tamiz rotativo.	2	2,00
C221	Ud Bomba de extracción de arenas Bomba para la extracción de las arenas en el desarenador con una capacidad de 20m ³ /h.	2	2,00
C222	Ud Turbina desmenujado de grasas Turbina sumergible microburbuja para el desmenujado de grasas y de 1,5 kw de potencia.	2	2,00
C223	Ud Deflector de grasas Deflector de grasas inoxidable del tipo AISI 316.	2	2,00
C224	Ud Concentrador de grasas Dispositivo metálico para acumulación de grasas	2	2,00
C225	Ud Lavador- clasificador de arenas Lavador- clasificador de arenas tipo compacto.	2	2,00
C226	Ud Deflector de salida del desarenador Deflector de salida del desarenador - desengrasador inoxidable tipo AISI 316.	2	2,00
C227	Ud Sistema de limpieza del canal de grasas	2	2,00
C228	Ud. Tolva para grasas Tolva para la recogida de grasas metálica inoxidable 316.	2	2,00
C229	Ud Pasarela metálica		

Pasarela metálica piso tramex con
escalera

1

1,00

C230 Ud **Puerta metálica**

Puerta metálica corredera, de 2,1 x
2,53 m, incluso marco, herrajes,
visagras, y pintura, totalmente
colocado, medida la unidad instalada

1

1,00

CAPITULO C3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
--------	-----	-------------	-----	---	-------	---	----------	-------

C301 m3 **Excavación de zanjas, pozos y
cimientos**

Excavación en zanjas, pozos y
cimientos en cualquier clase de
terreno, incluso entibaciones,
agotamientos, perfilado de fondos y
laterales, así como acopio de la capa
vegetal para su posterior reposición,
incluso carga y transporte de los
productos sobrantes de la excavación
a vertederos apropiados.
Completamente terminado.

1 47 35 7,0 11515

11515

C302 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza,
consistencia fluida, diametro de árido
máximo de 20 mm, colocado según
EH-98, vibrado y compactado,
medido el volumen de la excavación
teórica llena.

1 47 35 0,1 164,50

164,50

C303 m3 **Hormigón estructural para soleras
y muros**

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Solera

1	47	35	0,5	822,50	822,50
---	----	----	-----	--------	---------------

Muros

1	281	0,35	7,0	688,45	688,45
---	-----	------	-----	--------	---------------

TOTAL

1510,95

C304 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Solera y muros

1

133650

5% de solapes y despuntes

1

6682,50

TOTAL

140332

Encofrado y desencofrado

C305 m2 **horizontal**

Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

1	47	35		1645,00	1645,00
---	----	----	--	---------	----------------

C306 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Solera

1

1645,00

Muros

1

3934,00

TOTAL

5579,00

C307 Ud. **Aireador superficial 60 cv**

Aireador mecánico de superficie, tipo turbina de baja velocidad, accionado por motoreductor, de potencia de 60 cv.

4

4,00

Agitador superficie anóxica DN

C308 Ud. **300 mm**

Agitador superficie anóxica DN 300 mm, con potencia de 4.09 kw y velocidad de 894 rpm., con 3 álabes y con instalación sumergida fija.

		4	4,00
C309	Ud Medidor de oxígeno Equipo medidor de oxígeno disuelto en el tanque de aireación	2	2,00
C310	Ud Medidor de pH y temperatura	2	2,00
C311	Ud Conjunto vertedero Conjunto vertedero y deflector de salida del reactor biológico de aluminio anodizado	2	2,00
C312	Ud. Escalera metálica Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada	1	1,00
C313	m. Barandilla metálica Barandilla metálica tubular de aluminio	2	2,00
C314	Ud Valvula de retención de 16" Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.	2	2,00
C315	m Tubería de acero de DN12" Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	2	2,00
C316	m Tubería de acero de DN18"	2 15	30,00

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 18" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

2 62

124,00

C317 m **Tubería de acero de DN20"**

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 20" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

2 10

20,00

C318 Ud. **Válvula hidráulica**

Válvula hidráulica serie 771, limitadora de caudal, montada en Cu, con manómetros y llaves de paso, mando de apertura automático y manual

4

4,00

C319 Ud **Bomba sumergible modelo KCD200N 06572NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 586 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 2,28 mca.

4

4,00

C320 Ud **Bomba sumergible modelo KCD200N 07562NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 453 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 4,16 mca.

4

4,00

CAPITULO C4 DECANTADOR SECUNDARIO

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
C401	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos						
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.						
			2	Φ =10,5	3,0		259,67	519,34
C402	m3	Hormigón de limpieza H-175						
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.						
			2	Φ =10,5	0,1		8,66	17,32
C403	m3	Hormigón estructural para soleras y muros						
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.						
		Solera	2	S = 86,59	0,5		43,30	86,59
		Muros	2	33	0,3	3,0	29,68	59,36
		TOTAL						145,95
C404	kg	Acero corrugado B-500S						
		Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra						
		Soleras y muros	1					12910
		5% de despuntes y solapes	1					646
		TOTAL						13556

C405 m2 Encofrado y desencofrado vertical

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Solera

2				86,59	173,18
---	--	--	--	-------	---------------

Muros

2				594,00	1188,00
---	--	--	--	--------	----------------

TOTAL

1361,18

C406 Ud. Mecanismo rasquetas

Rasquetas curvas, diametro 10,5 m, altura de tanque de 3.0 m , tipo oscilante según especificaciones técnicas, incluso campana deflectora, vertedero y demás accesorios

2

2,00

C407 Ud. Puente movil

Puente movil para decantador de 10,5 m de diametro.

2

2,00

C408 m Tubería de acero de DN12"

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

2

25

50,00

C409 m Tubería de acero de DN16"

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

2

80

160,00

C410 m Tubería de acero de DN 4"

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 4" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

2

25

50,00

C411 Ud. Valvula de retención de 4"

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.

2

2,00

CAPITULO C5 CANAL DE DESINFECCIÓN

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
C501	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos						
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.						
			2	5,4	2,5	1,5	20,25	40,50
C502	m3	Hormigón de limpieza H-175						
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.						
			2	5,4	2,5	0,1	1,35	2,70
C503	m3	Hormigón estructural para soleras y muros						
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.						
		Solera	2	5,4	2,5	0,5	6,75	13,50

Muros	2	34	0,2	1,5	10,14	20,28
TOTAL						33,78

C504 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Solera y muros	1					2988,00
5% de despuntes y solapes	1					149,40
					3137,40	

C505 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Solera	2				13,50	27,00
Muros	2				102,00	204,00
					231,00	

C506 Ud. **Depósito de hipoclorito sódico**

Depósito de almacenaje de hipoclorito sódico, capacidad 0,5 m3

1					1,00
---	--	--	--	--	------

C507 Ud **Bomba dosificadora**

Bomba dosificadora para cloración, regulable en marcha o parada, con capacidad de 20 l/h, con motor eléctrico de 0,5 cv, totalmente probada, colocada e instalada, medida la unidad terminada

2					2,00
---	--	--	--	--	------

CAPITULO C6 ESPESADOR POR GRAVEDAD

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
C601	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos						

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

1	$\Phi = 10$	3,0	235,62	235,62
---	-------------	-----	--------	---------------

C602 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

1	$\Phi = 10$	0,1	7,85	7,85
---	-------------	-----	------	-------------

Hormigón estructural para soleras

C603 m3 **y muros**

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

Solera

1	$S = 78,54$	0,5	39,27	39,27
---	-------------	-----	-------	--------------

Muros

1	31	0,3	3,0	28,26
---	----	-----	-----	--------------

TOTAL

67,53

C604 kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

Solera y muros

1

5973,32

5% de despuntes y solapes

1

298,67

TOTAL

6271,99

C605 m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

Solera	1	78,54
Muros	1	186,00
TOTAL		264,54

C606 Ud. **Escalera metálica**

Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada

1	1,00
---	------

C607 Ud. **Equipo espesador por gravedad**

Equipo espesador por gravedad de 10 m de diametro, sistema DENSLUDGE a instalar en vaso de hormigón de planta circular, incluido circulo de alimentación y vertedero de aluminio

1	1,00
---	------

C608 Ud. **Cubierta PRFV para espesador**

1	1,00
---	------

C609 m **Tubería de acero de DN 3"**

Tubería de acero galvanizado de diametro nominal 3" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

1	110				110,00
---	-----	--	--	--	--------

C610 m **Tubería de acero de DN 2"**

Tubería de acero galvanizado de diametro nominal 2" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

1	5,00				5,00
---	------	--	--	--	------

CAPITULO C7 EDIFICIO DESHIDRATACIÓN DE LODOS

Codigo	Ud.	Descripción	Uds	L	Ancho	H	Subtotal	Total
C701	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos						
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.						
			1	12	8	0,3	24,00	24,00
C702	m3	Hormigón de limpieza H-175						
		Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.						
			1	12	8	0,1	9,60	9,60
C703	m3	Hormigón estructural para soleras y muros						
		Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.						
		Solera	1	12	8	0,5	48,00	48,00
		Pilares	12					7,68
		Techo	1					11,22
		TOTAL						66,90
C704	kg	Acero corrugado B-500S						
		Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra						

		Solera y muros	1						6853,44
		5% despuntes y solapes	1						342,67
		TOTAL							7196,11
<hr/>									
C705	kg	Acero A42b en estructura metálica							
		Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.							
		Pilares							235,50
		Vigas							245,13
		TOTAL							480,63
<hr/>									
		Encofrado y desencofrado							
C706	m2	horizontal							
		Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.							
		Techo		1	11	11			122,00
<hr/>									
C707	m2	Encofrado y desencofrado vertical							
		Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.							
		Solera	1						122,00
		Pilares	1						57,60
		TOTAL							179,60
<hr/>									
C708	Ud	Filtro banda de 2 m de ancho							
		Filtro banda, incluyendo tanque de mezcla de almacenamiento y bomba dosificadora con las siguientes características: sistema de engrase manual, rodamientos estancos, con obturador de doble labio, tipo de tensado de la tela neumático, sequedad mínima del 23 %, 2 m de ancho y 4 m de largo, tipo de reactivo polielectrolito catiónico, medida la unidad ejecutada							
			2						2,00
<hr/>									

C709	Ud	Tolva de almacenamiento						
		Tolva de almacenamiento de fangos deshidratados de 16 m3 de capacidad						
			1					1,00
C710	Ud	Cinta transportadora de residuos						
		Cinta transportadora para el transporte de los fangos deshidratados hasta la tolva						
			1					1,00
C711	Ud	Puerta metálica						
		Puerta metálica corredera, de 2,1 x 2,53 m, incluso marco, herrajes, visagras, y pintura, totalmente colocado, medida la unidad instalada						
			1					1,00
C712	Ud	Ladrillo cerámico						
		Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.						
			1	44	0,25	4,0	44,00	44,00
C713	Ud	Valvula de retención de 3"						
		Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 80 mm.						
			3					3,00
C714	Ud	Válvula de mariposa de 3"						
		Válvula de mariposa Wafer según ISO 5752 serie básica 20, eje libre, DN 80 mm						
			2					2,00

PRESUPUESTO**CAPITULO C1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS**

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C101	m2	Limpieza y desbroce del terreno Limpieza, despeje y desbroce de la vegetación, desarbolado, destocoado y retirada de productos a vertedero. Completamente terminado.	5561,00	1,58	8.786,38 €
C102	m3	Terraplenado con material adecuado Terraplenado del terreno de la EDAR de acuerdo con las cotas de diseño de la misma y con material adecuado procedente de la excavación.	2780,50	1,59	4.421,00 €
C103	m3	Base de zahorra artificial Base de zahorra artificial, en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	2780,50	13,27	36.897,24 €
C104	m3	Sub-base de zahorra natural Zahorra natural en reposición de firmes, extendida con medios mecánicos, incluso transporte, regada y compactada al 100 % PN.	2780,50	6,84	19.018,62 €
C105	PA	Estudio geológico Estudio geológico geotécnico de los terrenos de ubicación de la EDAR, incluido trabajos de campo, ensayos de laboratorio, cálculos y elaboración de informe.	1,00	5576,20	5.576,20 €
TOTAL CAPITULO C1					74.699,43 €

CAPITULO C2 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C201	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.	72,91	1,52	110,82 €
C202	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.	4,75	31,82	151,15 €
C203	m3	Hormigón estructural para soleras y muros Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	83,83	76,09	6.378,62 €
C204	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	6033,72	0,85	5.128,66 €
C205	kg	Acero A42b en estructura metálica			

Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.

534,10 1,58 843,88 €

		Encofrado y desencofrado			
C206	m2	horizontal			
		Encofrado y desencofrado de techo de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.			
			95,00	19,02	1.806,90 €
C207	m2	Encofrado y desencofrado vertical			
		Encofrado y desencofrado de soleras, muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.			
			291,20	22,19	6.461,73 €
C208	m3	Ladrillo cerámico o macizo			
		Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.			
			48,00	60,00	2.880,00 €
C209	Ud	Reja desbaste gruesos de limpieza automática			
		Reja de desbaste de limpieza automática de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, con peine de limpieza, totalmente instalada, medida la unidad terminada			
			1,00	8153,12	8.153,12 €
C210	Ud.	Compuerta tajadera			
		Compuerta tajadera de 0,3 x 1,0 m de accionamiento manual, en chapa de acero, incluso husillo, totalmente colocada			
			2,00	415,05	830,10 €

Reja desbaste grueso de limpieza			
C211	Ud.	manual	
		Reja de desbaste de limpieza manual de 80 mm de separación libre entre barrotes, fabricada en acero galvanizado para canal de 30 cm de ancho, totalmente instalada, medida la unidad terminada.	
			1,00 50,15 50,15 €
Cinta transportadora de residuos			
C212	Ud.	sólidos	
		Cinta transportadora de residuos sólidos hasta el contenedor	
			1,00 2326,24 2.326,24 €
Contenedor de residuos			
C213	Ud.		
		Contenedor de residuos sólidos, tipo abierto con tabique sifoideo, capacidad 6m ³ , 4 enganches de carga y volteo, de acero laminado A42b y perfiles de refuerzo. Acabado según estandar del fabricante.	
			1,00 730,75 730,75 €
Tubería de acero de DN12"			
C214	m		
		Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.	
			36,00 36,75 1.323,00 €
Bomba sumergible modelo KCMMP 07562NG-Ex			
C215	Ud		
		Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 248 m ³ /h, potencia de 9 kw y altura máxima de 8,15 mca.	
			2,00 4190,89 8.381,78 €
Portico para elevación de bombas			
C216	Ud		
			1,00 1534,63 1.534,63 €
Valvula de retención de 12"			
C217	Ud		

Valvula de retención tipo Ruber-
Check para diametro nominal de 300
mm.

2,00 239,80 479,60 €

C218 Ud **Válvula de mariposa de 12"**

Válvula de mariposa Wafer según
ISO 5752 serie básica 20, eje libre,
DN300 mm

2,00 492,00 984,00 €

C219 Ud **Tamiz rotativo de 2mm**

Tamiz rotativo tipo 6206 capaz de
tratar un caudal de 232 m3/h, con luz
de paso de 2 mm.

2,00 10780,00 21.560,00 €

C220 Ud. **Tolva para residuos del tamiz**

Tolva para la recogida de los
residuos procedentes del tamiz
rotativo.

2,00 834,11 1.668,22 €

C221 Ud **Bomba de extracción de arenas**

Bomba para la extracción de las
arenas en el desarenador con una
capacidad de 20m3/h.

2,00 572,15 1.144,30 €

C222 Ud **Turbina desulsionado de grasas**

Turbina sumergible microburbuja
para el desulsionado de grasas y
de 1,5 kw de potencia.

2,00 4183,65 8.367,30 €

C223 Ud **Deflector de grasas**

Deflector de grasas inoxidable del
tipo AISI 316.

2,00 1113,92 2.227,84 €

C224 Ud **Concentrador de grasas**

Dispositivo metálico para
acumulación de grasas

2,00 11870,50 23.741,00 €

C225 Ud **Lavador- clasificador de arenas**

Lavador- clasificador de arenas tipo
compacto.

2,00 9578,80 19.157,60 €

C226 Ud **Deflector de salida del desarenador**

Deflector de salida del desarenador -
desengrasador inoxidable tipo AISI
316.

2,00 1113,33 2.226,66 €

**Sistema de limpieza del canal de
C227 Ud grasas**

2,00 627,93 1.255,86 €

C228 Ud. Tolva para grasas
Tolva para la recogida de grasas
metálica inoxidable 316.

2,00 460,47 920,94 €

C229 Ud Pasarela metálica
Pasarela metálica piso tramex con
escalera

1,00 1243,77 1.243,77 €

C230 Ud Puerta metálica

Puerta metálica corredera, de 2,1 x
2,53 m, incluso marco, herrajes,
visagras, y pintura, totalmente
colocado, medida la unidad instalada

1,00 824,08 824,08 €

TOTAL CAPITULO C2

132.892,70 €

CAPITULO C3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C301	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos			
		Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.			
			11515,00	1,52	17.502,80 €
C302	m3	Hormigón de limpieza H-175			

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

164,50 31,82 5.234,39 €

Hormigón estructural para soleras y muros

C303

m3

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

1510,95 76,09 114.968,19 €

C304

kg

Acero corrugado B-500S

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

140332,00 0,85 119.282,20 €

Encofrado y desencofrado horizontal

C305

m2

Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

1645,00 19,02 31.287,90 €

Encofrado y desencofrado vertical

C306

m2

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

5579,00 22,19 123.798,01 €

C307

Aireador superficial 60 cv

Aireador mecánico de superficie, tipo turbina de baja velocidad, accionado por motoreductor, de potencia de 60 cv.

4,00 14324,19 57.296,76 €

		Agitador superficie anóxica DN			
C308	Ud.	300 mm			
		Agitador superficie anóxica DN 300 mm, con potencia de 4.09 kw y velocidad de 894 rpm., con 3 álabes y con instalación sumergida fija.			
			4,00	3125,82	12.503,28 €
C309	Ud	Medidor de oxígeno			
		Equipo medidor de oxígeno disuelto en el tanque de aireación			
			2,00	1953,22	3.906,44 €
C310	Ud	Medidor de pH y temperatura			
			2,00	1395,06	2.790,12 €
C311	Ud	Conjunto vertedero			
		Conjunto vertedero y deflector de salida del reactor biológico de aluminio anodizado			
			2,00	503,20	1.006,40 €
C312	Ud.	Escalera metálica			
		Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada			
			1,00	94,52	94,52 €
C313	m.	Barandilla metálica			
		Barandilla metálica tubular de aluminio			
			2,00	63,41	126,82 €
C314	Ud	Valvula de retención de 16"			
		Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.			
			2,00	1578,00	3.156,00 €
C315	m	Tubería de PVC de DN12"			
		Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.			
			30,00	17,49	524,70 €
C316	m	Tubería de acero de DN18"			

Tubería de acero inoxidable de diámetro nominal 18" soldada a tope y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

124,00 75,22 9.327,28 €

C317 m **Tubería de PVC de DN20"**

Tubería de PVC de diámetro nominal 20" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

20,00 40,44 808,80 €

C318 Ud. **Válvula hidráulica**

Válvula hidráulica serie 771, limitadora de caudal, montada en Cu, con manómetros y llaves de paso, mando de apertura automático y manual

4,00 12100,00 48.400,00 €

C319 Ud **Bomba sumergible modelo KCD200N 06572NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 586 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 2,28 mca.

4,00 5100,25 20.401,00 €

C320 Ud **Bomba sumergible modelo KCD200N 07562NA-Ex**

Electrobomba sumergible para aguas residuales con cuerpo bomba, caja de aceite y carcasa del motor de hierro fundido, rodete monocanal, anillo de cierre de goma. Caudal de impulsión de 453 m³/h, potencia de 9 kw y altura máxima de 4,16 mca.

4,00 4322,20 17.288,80 €

TOTAL CAPITULO C3

589.704,41 €

CAPITULO C4 DECANTADOR SECUNDARIO

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C401	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.	519,34	1,52	789,40 €
C402	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.	17,32	31,82	551,12 €
C403	m3	Hormigón estructural para soleras y muros Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	145,95	76,09	11.105,34 €
C404	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	13556,00	0,85	11.522,60 €
C405	m2	Encofrado y desencofrado vertical			

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

1361,18 22,19 30.204,58 €

C406 Ud. **Mecanismo rasquetas**

Rasquetas curvas, diametro 10,5 m, altura de tanque de 3.0 m , tipo oscilante según especificaciones técnicas, incluso campana deflectora, vertedero y demás accesorios

2,00 28070,75 56.141,50 €

C407 Ud **Puente movil**

Puente movil para decantador de 10,5 m de diametro.

2,00 16911,52 33.823,04 €

C408 m **Tubería de acero de DN12"**

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 12" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

50,00 36,75 1.837,50 €

C409 m **Tubería de PVC de DN16"**

Tubería de PVC de diametro nominal 12" y con 6,3 mm de espesor, totalmente instalada.

160,00 27,63 4.420,80 €

C410 m **Tubería de acero de DN 4"**

Tubería de acero inoxidable de diametro nominal 4" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

50,00 12,23 611,50 €

C411 Ud **Valvula de retención de 4"**

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diametro nominal de 400 mm.

2,00 184,00 368,00 €

TOTAL CAPITULO C4

151.375,38 €

CAPITULO C5 CANAL DE DESINFECCIÓN

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C501	m3	Excavación de zanjas, pozos y cimientos Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.	40,50	1,52	61,56 €
C502	m3	Hormigón de limpieza H-175 Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.	2,70	31,82	85,91 €
C503	m3	Hormigón estructural para soleras y muros Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.	33,78	76,09	2.570,32 €
C504	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra	3137,40	0,85	2.666,79 €
C505	m2	Encofrado y desencofrado vertical			

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

231,00 22,19 5.125,89 €

C506 Ud. **Depósito de hipoclorito sódico**

Depósito de almacenaje de hipoclorito sódico, capacidad 0,5 m3

1,00 1920,00 1.920,00 €

C507 Ud **Bomba dosificadora**

Bomba dosificadora para cloración, regulable en marcha o parada, con capacidad de 20 l/h, con motor eléctrico de 0,5 cv, totalmente probada, colocada e instalada, medida la unidad terminada

2,00 970,97 1.941,94 €

TOTAL CAPITULO C5

14.372,41 €

CAPITULO C6 ESPESADOR POR GRAVEDAD

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
--------	-----	-------------	----------	--------	---------

C601 m3 **Excavación de zanjas, pozos y cimientos**

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

235,62 1,52 358,14 €

C602 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

7,85 31,82 249,79 €

Hormigón estructural para soleras y muros

C603

m3

Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.

67,53 76,09 5.138,36 €

C604

kg **Acero corrugado B-500S**

Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra

6271,99 0,85 5.331,19 €

C605

m2 **Encofrado y desencofrado vertical**

Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.

264,54 22,19 5.870,14 €

C606

Ud. **Escalera metálica**

Escalera metálica formada por perfiles laminados, peldaños de chapa estriados y barandilla tubular, incluso anclajes, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético. Totalmente colocada, medida la unidad terminada

1,00 94,52 94,52 €

C607

Ud. **Equipo espesador por gravedad**

Equipo espesador por gravedad de 10 m de diámetro, sistema DENSLUDGE a instalar en vaso de hormigón de planta circular, incluido círculo de alimentación y vertedero de aluminio

1,00 18628,4 18.628,40 €

C608 Ud. **Cubierta PRFV para espesador**

1,00 237,19 237,19 €

C609 m **Tubería de PVC de DN 125 mm**

Tubería de PVC de diametro nominal 125 mm y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

110,00 2,73 300,30 €

C610 m **Tubería de acero de DN 2"**

Tubería de acero galvanizado de diametro nominal 2" soldada a tope y con 4 mm de espesor, totalmente instalada.

5,00 9,55 14,55 €

TOTAL CAPITULO C6

36.222,58 €

CAPITULO C7 EDIFICIO DESHIDRATACIÓN DE LODOS

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
--------	-----	-------------	----------	--------	---------

C701 m3 **Excavación de zanjas, pozos y cimientos**

Excavación en zanjas, pozos y cimientos en cualquier clase de terreno, incluso entibaciones, agotamientos, perfilado de fondos y laterales, así como acopio de la capa vegetal para su posterior reposición, incluso carga y transporte de los productos sobrantes de la excavación a vertederos apropiados. Completamente terminado.

24,00 1,52 25,52 €

C702 m3 **Hormigón de limpieza H-175**

Hormigón H-175 de limpieza, consistencia fluida, diametro de árido máximo de 20 mm, colocado según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de la excavación teórica llena.

9,60 31,82 305,47 €

		Hormigón estructural para soleras y muros			
C703	m3	Hormigón HA30/B/40/IIa+Qb(SR) estructural para soleras y muros colocado en obra según EH-98, vibrado y compactado, medido el volumen de excavación teóricamente llena.			
			66,90	76,09	5.090,42 €
C704	kg	Acero corrugado B-500S Acero corrugado B-500S para soleras y muros, manipulado en taller y elaborado en la obra			
			7196,11	0,85	6.116,69 €
C705	kg	Acero A42b en estructura metálica Acero A42b para pilares y vigas, manipulado en taller y elaborado en la obra.			
			480,63	1,58	759,40 €
C706	m2	Encofrado y desencofrado horizontal Encofrado y desencofrado de soleras de madera de pino, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.			
			122,00	19,02	2.320,44 €
C707	m2	Encofrado y desencofrado vertical Encofrado y desencofrado de muros y pilares de paneles fenólicos, con terminación de buena vista, incluso limpieza, humedecido, aplicación de desencofrante, medido sobre la superficie útil de encofrado.			
			179,60	22,19	3.985,32 €
C708	Ud	Filtro banda de 2 m de ancho			

Filtro banda, incluyendo tanque de mezcla de almacenamiento y bomba dosificadora con las siguientes características: sistema de engrase manual, rodamientos estancos, con obturador de doble labio, tipo de tensado de la tela neumático, sequedad mínima del 23 %, 2 m de ancho y 4 m de largo, tipo de reactivo polielectrolito catiónico, medida la unidad ejecutada

2,00 24198,60 48.397,20 €

C709 Ud **Tolva de almacenamiento**

Tolva de almacenamiento de fangos deshidratados de 16 m³ de capacidad

1,00 13626,46 13.626,46 €

C710 Ud **Cinta transportadora de residuos**

Cinta transportadora para el transporte de los fangos deshidratados hasta la tolva

1,00 2326,24 2.326,24 €

C711 Ud **Puerta metálica**

Puerta metálica corredera, de 2,1 x 2,53 m, incluso marco, herrajes, visagras, y pintura, totalmente colocado, medida la unidad instalada

1,00 824,08 824,08 €

C712 m³ **Ladrillo cerámico**

Fabrica de ladrillo cerámico o macizo no visto tomado con mortero de 250 kg de cemento en galerías de servicio, colectores, pozos y arquetas en general, ejecutadas en zanjas a cualquier profundidad.

44,00 60,00 2.640,00 €

C713 Ud **Valvula de retención de 3"**

Valvula de retención de clapeta partida, tipo sandwich, ISO 5752, serie básica 16, para diámetro nominal de 80 mm.

3,00 172,00 516,00 €

C714 Ud **Válvula de mariposa de 3"**

Válvula de mariposa Wafer según
ISO 5752 serie básica 20, eje libre,
DN 80 mm

2,00 93,00 186,00 €

TOTAL CAPITULO C7

87.119,25 €

CAPITULO C8 ACCESORIOS SISTEMA DE TUBERÍAS

Codigo	Ud.	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
C801	Ud	Codo de 90° de acero DN 12" Codo de acero de 90° y de diametro nominal 300 mm	8,00	209,97	1.679,76 €
C802	Ud	Codo de 90° de PVC DN 12" Codo de PVC de 90° y de diametro nominal de 300 mm	5,00	108,63	543,15 €
C803	Ud	Codo de 90° de acero DN 18 " Codo de acero de 90° y de diametro nominal 18"	4,00	285,55	1.142,20 €
C804	Ud	Codo de 45° de PVC DN 20" Codo de PVC de 90° y de diametro nominal de 20 "	2,00	108,97	217,94 €
C805	Ud	Codo de 90° de PVC DN 16" Codo de PVC de 90° y de diametro nominal de 16 "	8,00	130,55	1.044,40 €
C806	Ud	Codo de 90° de PVC DN 3" Codo de PVC de 90° y de diametro nominal de 3"	6,00	5,69	34,14 €
C807	Ud	Te DN 12" de acero Te de diametro nominal 12" y de acero inoxidable	2,00	262,2	524,40 €
C808	Ud	Te DN 16" de PVC Te de diametro nominal 12" y de PVC	5,00	165,25	826,25 €
C808	Ud	Te DN 18" de acero Te de diametro nominal 12" y de acero inoxidable	2,00	305,63	611,26 €

TOTAL CAPITULO C8

6.623,50 €

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

TOTAL CAPITULO C1	74.699,43 €
TOTAL CAPITULO C2	132.892,70 €
TOTAL CAPITULO C3	589.704,41 €
TOTAL CAPITULO C4	151.375,38 €
TOTAL CAPITULO C5	14.372,41 €
TOTAL CAPITULO C6	36.222,58 €
TOTAL CAPITULO C7	87.119,25 €
TOTAL CAPITULO C8	6.623,50 €
PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	1.093.009,66 €

PRESUPUESTO GENERAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	1.093.009,66 €
13% GASTOS GENERALES	142.091,26 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	65.580,58 €
SUMA	1.300.681,49 €
16% IVA	208.109,04 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	1.508.790,53 €

