



Universidad  
Carlos III de Madrid

Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales e  
Ingeniería Química

PROYECTO FIN DE CARRERA

# Cálculo y diseño de una EDAR de Biodiscos

Autor: JOSÉ ANTONIO IGLESIAS GONZÁLEZ

Tutor: ANTONIO AZNAR JIMÉNEZ

Leganés, julio de 2013



Título: Cálculo y diseño de una EDAR de Biodiscos  
Autor: José Antonio Iglesias González  
Director: Antonio Aznar Jiménez

## EL TRIBUNAL

Presidente: Maria González

Vocal: Verónica Sanmiguel

Secretario: Higinio Rubio

Realizado el acto de defensa y lectura del Proyecto Fin de Carrera el día 30 de Julio de 2013 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

PRESIDENTE

VOCAL

SECRETARIO

# Agradecimientos

Agradezco a Don Antonio Aznar Jiménez, la paciencia, dedicación y ayuda ofrecida. Sin él, no sería posible la realización de este proyecto.

# Resumen

Este proyecto, se realiza con la intención de atajar problemas de la vida cotidiana. Con el diseño de esta Estación Depuradora de Aguas Residuales mediante la utilización como sistema secundario de depuración de Biodiscos se trata de minimizar dos puntos principales.

Por un lado, el daño medioambiental que produce el introducir aguas contaminadas en el medio natural, destruyendo el ecosistema receptor de esas aguas. Dejando estas inutilizadas para su aprovechamiento, aguas abajo del punto de vertido, si dichas aguas no son tratadas convenientemente.

Por otro lado, la reducción del consumo de energía que se consigue con respecto a otros tipos de depuración es bastante considerable. El consumo necesario para el funcionamiento de este tipo de plantas de depuración, es mínimo, asegurando aun así una correcta depuración de las aguas.

Con todo ello, se consigue cumplir con la normativa vigente y se trata de minimizar al máximo el impacto creado sobre el medio.

**Palabras clave:** Depuración, EDAR, Biodiscos, Aguas Residuales, Habitantes Equivalentes, Tratamiento Primario, Tratamiento Biológico.

# Abstract

This project is made with the intention of minimizing an everyday life problem. Designing this Waste Water Treatment Plant, using as Biological Treatment the Rotating Biological Contactors, we are able to solve two important problems.

On one hand, we minimize the impact created on the environment due to the introduction of polluted water. With the introduction of this polluted water, what we produce is the disablement of the water downstream the discharge point, if we do not treat this polluted water.

On the other hand, the energy consumption is reduced compared with other kind of biological treatments. The energy consumption in this kind of waste water treatment plants is minimum, achieving in any case the necessary values in all of the parameters considered.

With this treatment plant, we achieve all the values established by the law and we minimize the impact on the environment.

**Keywords:** Depuration, Waste Water Treatment Plant, Biological Contactor, Polluted Water, Equivalent Inhabitants, Primary treatment, Biological Treatment.

# Índice general

<b>1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
<b>2. CARACTERÍSTICAS DEL AGUA A TRATAR Y NORMATIVA VIGENTE.</b> .....	<b>13</b>
<b>3. ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA MÁS ADECUADA.</b> .....	<b>16</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LAS DISTINTAS ETAPAS DEL TRATAMIENTO.</b> .....	<b>26</b>
<b>5. PARÁMETROS DE PARTIDA.</b> .....	<b>37</b>
<b>6. CÁLCULOS REALIZADOS.</b> .....	<b>47</b>
<b>7. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS UTILIZADOS.</b> .....	<b>73</b>
<b>8. PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.</b> .....	<b>88</b>
<b>9. MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL.</b> .....	<b>118</b>
<b>10. MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES.</b> .....	<b>127</b>
<b>11. CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA EDAR.</b> .....	<b>136</b>
<b>12. PLANOS ACOTADOS.</b> .....	<b>141</b>
<b>13. SEGURIDAD LABORAL.</b> .....	<b>149</b>
<b>14. ANEJOS.</b> .....	<b>159</b>
<b>15. BIBLIOGRAFÍA.</b> .....	<b>174</b>

# Índice de figuras

<b>1. “CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DEPURACIÓN. COMPARACIÓN ENTRE LAS SOLUCIONES.” .....</b>	<b>23</b>
<b>2. COMPARATIVA SISTEMAS DE DEPURACIÓN. ....</b>	<b>24</b>
<b>3. EFECTO DEL PH EN LA VELOCIDAD DE RESPIRACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS NITRIFICANTES.....</b>	<b>62</b>
<b>4. VELOCIDAD MÁXIMA DE NITRIFICACIÓN. ....</b>	<b>63</b>
<b>5. CANON DE M<sup>3</sup> DE AGUA A TRATAR. ....</b>	<b>114</b>
<b>6. MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>123</b>
<b>7. DIMENSIONAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA.....</b>	<b>171</b>
<b>8. DIMENSIONAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CARGA HIDRÁULICA. ....</b>	<b>172</b>
<b>9. BIODISCOS RBD . ....</b>	<b>173</b>



# Índice de tablas

2.1 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN Y LITROS DE AGUA DEPURADA.....	13
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA RESIDUAL. ....	14
2.2 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA.....	14
6.1 DATOS DE PARTIDA POZO DE GRUESOS Y REJAS DE DESBASTE.....	48
6.2 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	49
6.3 DATOS DE PARTIDA BOMBEO Y TAMIZ ROTATIVO. ....	50
6.4 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	50
6.5 PARÁMETROS DE PARTIDA DESARENADOR - DESENGRASADOR. ....	52
6.6 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	52
6.7 PARÁMETROS DE PARTIDA TANQUE ÍMHOFF. ....	54
6.8 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	54
6.9 PARÁMETROS DE PARTIDA BIODISCOS. ....	56
6.9.1 COEFICIENTE X.....	57
6.9.2 COEFICIENTE Y.....	57
6.10 PARÁMETROS CALCULADOS BIODISCOS. ....	58
6.11 PARÁMETROS DE PARTIDA MOTOR Y ESTIMACIÓN DE DBO SOLUBLE.....	61
6.12 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	61
6.13 CONSTANTE DE SEMISATURACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO. ....	62
6.14 CONSTANTE DE INHIBICIÓN POR OXÍGENO DISUELTO . ....	64
6.15 DATOS DE PARTIDA SOBREDIMENSIONAMIENTO DE TANQUE ÍMHOFF.....	66
6.16 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	66
6.17 PARÁMETROS CALCULADOS BIODISCOS TRAS RECIRCULACIÓN. ....	67
6.18 DATOS DE PARTIDA DECANTADOR SECUNDARIO. ....	70
6.19 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	70
6.20 DATOS DE PARTIDA DECANTADOR SECUNDARIO. ....	70
6.21 PARÁMETROS CALCULADOS. ....	70
6.22 DATOS DE PARTIDA ESTACIÓN DE CLORACIÓN. ....	72
6.23 PARÁMETROS CALCULADOS ESTACIÓN CLORACIÓN. ....	72
8.1 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	117
11.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA. [DIRECTIVA 91/271/CEE].....	138
14.1 DATOS DE PARTIDA REJAS DE DESBASTE.....	160
14.2 DATOS DE PARTIDA TAMIZ.....	162
14.3 DATOS DE PARTIDA DESARENADOR - DESENGRASADOR.....	163
14.4 DATOS DE PARTIDA TANQUE ÍMHOFF.....	165
14.5 DATOS DE PARTIDA DECANTADOR SECUNDARIO. ....	168
14.6 DATOS DE PARTIDA ESTACIÓN DE CLORACIÓN. ....	170

# Capítulo 1

## Introducción y objetivos

El agua residual urbana, sin entrar en detalles, es la que se genera en los núcleos urbanos y procede tanto de los usos domésticos y de empresas del sector servicios, como aquellas aguas industriales que cumpliendo la normativa vigente, vierten a la red de alcantarillado público. Si la red de alcantarillado es de tipo unitario, en episodios de lluvia, por la red de colectores, además, circularía el agua pluvial caída sobre la cuenca urbana mezclada con el agua residual doméstica.

Es obvio que el agua residual contiene contaminantes de distinto tipo y que van desde sólidos tipo plásticos, trozos de madera, trapos, arenas, pasando por un sinnúmero de sustancias químicas que de alguna manera u otra pueden afectar de manera negativa al medio receptor (compuestos carbonados que al ser metabolizados hacen disminuir la concentración de oxígeno del agua, nutrientes que pueden hacer proliferar desmesuradamente ciertos tipos de algas, sustancias tóxicas, grasas,.....) y para cerrar la lista, tendríamos también todo el espectro de contaminantes microbiológicos procedente de los excrementos y detritus.

La naturaleza, por sí misma tiene capacidad de autodepurar aguas residuales de tipo urbano, sin embargo, esta capacidad de autodepuración es muy limitada y cuando los vertidos son de cierta entidad, superan fácilmente la capacidad de autodepuración del medio receptor y producen un impacto ambiental negativo que puede ir de la casi imperceptibilidad hasta la degradación ambiental severa del medio receptor.

El impacto de las aguas en el medio receptor genera a la sociedad un problema-raíz que podríamos desglosar en una doble vertiente:

- Problema del deterioro que producen en el ecosistema del medio receptor (muerte de especies tanto vegetales como animales, desequilibrio,.....)
- Problema de salud pública debido a los contaminantes microbiológicos del agua residual urbana.

Las dos vertientes básicas del problema-raíz, dan lugar a su vez a una larga lista de problemas derivados que perjudican el bienestar de la sociedad. Puesto que este estudio es muy breve y su objetivo es otro, no podemos ahondar aquí en este tema, pero por ejemplo, las aguas residuales pueden dar lugar a problemas como:

- Inutilización de masas de agua que debido a vertidos de agua residual, podrían dejar de ser aptas para distintos usos (consumo humano, riego, baño/recreo,.....).
- Desaparición de especies asociadas al medio receptor que debido a la contaminación del agua residual, hacen que el medio se les vuelva adverso y mueran (por ejemplo especies piscícolas amenazadas, flora acuática amenazada.....).
- Propagación de enfermedades infecciosas y de otro tipo.
- En el caso de cuencas hidrográficas, pueden generarse tensiones político-sociales, puesto que los habitantes aguas abajo de los vertidos, se pueden sentir perjudicados por el deterioro del cauce a su paso por su región.

Como no podía ser de otra manera, surgió toda una rama dentro de la ingeniería sanitaria que se ha ocupado de estudiar el problema de la depuración de las aguas residuales y que gracias a una serie de procesos, permite regenerar el agua hasta llevarla a un nivel de calidad tal que su impacto sea mínimo, eliminando los problemas a los que hemos hecho mención e incluso, permitiendo volver a utilizar un agua que inicialmente estaba fuertemente contaminada.

Por tanto, podemos decir que una EDAR es una instalación en la que el agua residual es convenientemente tratada mediante una serie de procesos que permiten devolverla al medio con unos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos tales que su impacto ambiental y el problema potencial de salud pública, se reducen o eliminan e incluso, si así se diseña el proceso, se puede regenerar el agua y hacerla apta de nuevo para usos como agua para procesos industriales, riego, etc.

Sin embargo, la depuración de las aguas residuales en las EDAR tiene un coste económico (tanto en inversión inicial como de explotación/mantenimiento) por lo que de manera “natural”, no resulta totalmente obvio que las sociedades dediquen recursos económicos a la depuración, aun sabiendo que la depuración es la solución a toda una serie de problemas de tipo medioambiental y de salud pública. Por ello, ha tenido que desarrollarse una legislación específica que “obliga” a que se depuren las aguas residuales.

Es obvio que los poderes públicos, en el ejercicio de sus funciones, tienen como fin el interés general. Por ello, han tenido que desarrollar todo un marco normativo legal (en materia de depuración de aguas) para resolver ese doble problema ambiental y de salud pública que se le planteaba a la sociedad debido a las aguas residuales (urbanas, en nuestro caso).

De esta manera, la necesidad de depurar las AR viene suscitada, en primer lugar para evitar los problemas medioambientales y de salud pública, y en segundo lugar, porque el marco normativo legal lo impone (aunque como decíamos en el párrafo anterior, lo segundo se deriva de lo primero).

Para ilustrar la vertiente del marco normativo legal al que hacemos alusión, vamos a mencionar aquí simplemente algunas normas básicas en materia de depuración de agua residual urbana:

- Directiva 2000/60/CE: Directiva Marco del Agua.
- Directiva 91/271/CE: Sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- RD 11/95: Por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento del agua residual urbana.

No es objeto de este estudio analizar dichas normas ni el resto de normativa sectorial. Tampoco es el objeto de este trabajo analizar los problemas derivados de la no depuración de las aguas residuales urbanas. Simplemente quedémonos con una idea: Hay que depurar las aguas residuales, tanto para evitar problemas medioambientales y de salud pública, como porque hay todo un marco normativo legal que obliga a ello.

# Capítulo 2

## Características del agua a tratar y normativa vigente.

El presente proyecto tiene por objeto el diseño básico de una línea de tratamiento para la depuración de aguas residuales procedentes de una población equivalente a 10000 habitantes, teniendo en cuenta un incremento en la población del 1,25 % anual.

Dicha población consume aproximadamente 185 litros / habitante·día. Y a la depuradora llegará el 80 % del agua consumida, ya que en la red hay pérdidas.

año	Población	Índice de crecimiento	Litros / Habitante día	Perdidas	Litros/día depurados
1	10000	1,25%	185,000	20,00%	1480000
2	10000	1,25%	185,000	20,00%	1498500
3	10125	1,25%	185,000	20,00%	1517231
4	10252	1,25%	185,000	20,00%	1536197
5	10380	1,25%	185,000	20,00%	1555399
6	10509	1,25%	185,000	20,00%	1574842
7	10641	1,25%	185,000	20,00%	1594527
8	10774	1,25%	185,000	20,00%	1614459
9	10909	1,25%	185,000	20,00%	1634639
10	11045	1,25%	185,000	20,00%	1655072
11	11183	1,25%	185,000	20,00%	1675761

12	11323	1,25%	185,000	20,00%	1696708
13	11464	1,25%	185,000	20,00%	1717917
14	11608	1,25%	185,000	20,00%	1739391
15	11753	1,25%	185,000	20,00%	1761133
16	11900	1,25%	185,000	20,00%	1783147
17	12048	1,25%	185,000	20,00%	1805437
18	12199	1,25%	185,000	20,00%	1828004
19	12351	1,25%	185,000	20,00%	1850855
20	12506	1,25%	185,000	20,00%	1873990
21	12662	1,25%	185,000	20,00%	1897415
22	12820	1,25%	185,000	20,00%	1921133
23	12981	1,25%	185,000	20,00%	1945147
24	13143	1,25%	185,000	20,00%	1969461
25	13307	1,25%	185,000	20,00%	1994080

Tabla 2.1 Crecimiento de la población y litros de agua depurada.

Por lo que obtenemos un Caudal diario de aproximadamente 2000 m<sup>3</sup>/día, que será nuestro caudal de diseño.

En la tabla 2.2 Se usan valores típicos de un agua residual urbana, que servirán de base para todo el cálculo de nuestro proyecto.

Datos de diseño:

Población Equivalente:	13307 hab.
Caudal diario:	2000 m <sup>3</sup> /día
Caudal nominal:	83,33 m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo:	166,67 m <sup>3</sup> /h
Carga en DBO <sub>5</sub> :	250 mg/l
Carga de DQO:	625 mg/l
Carga de SS:	775 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

Tabla 2.2. Características del agua residual. [ **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas** ]

De la “Directiva 91/271/CEE” sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, se obtienen los requisitos mínimos que deben cumplir las aguas residuales tras el tratamiento realizado en la planta.

Calidad del Agua tratada:

	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción
DBO <sub>5</sub>	25 mg/l	70 – 90 %
DQO	125 mg/l	75 %
SST	35 mg/l	90%
Nitrificación - Desnitrificación	15 mg/l	70 – 80 %

Eliminación de fósforo	2 mg/l	80 %
------------------------	--------	------

*Tabla 2.3. Características del agua tratada. [Directiva 91/271/CEE]*

\*TKN- Total Kjendahl Nitrogen – Concentración total de nitrógeno. Incluye al nitrógeno amoniacal más el nitrógeno orgánico expresado como N.

De acuerdo a la “Directiva 91/271/CEE” se tendrá que hacer muestreo en los vertidos de la instalación de depuración de aguas residuales urbanas de 12 muestras anuales dado que la población equivalente es de 10000 habitantes y de acuerdo a la tabla 7 de la citada directiva. Pudiéndose obtener un número máximo de muestras no admisibles de 2 muestras, de acuerdo a la Tabla 8 de la directiva.

La normativa establece que durante las operaciones de muestreo se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- No se computarán los valores extremos de la calidad del agua cuando estos sean consecuencia de situaciones inusuales, lluvias intensas, etc.
- Podrán usarse métodos alternativos, siempre que pueda demostrarse que se obtienen resultados equivalentes.
- Se tomarán muestras representativas durante un período de 24 horas, proporcionalmente al caudal o a intervalos regulares, en el mismo punto claramente definido de la salida de la instalación de tratamiento, y de ser necesario en su entrada, para vigilar el cumplimiento de los requisitos aplicables a los vertidos de aguas residuales.
- Se aplicarán las normas internacionales de laboratorio correctas con objeto de que se reduzca al mínimo el deterioro de las muestras en el tiempo transcurrido entre la recogida y el análisis.

El criterio de cumplimiento o conformidad de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas con arreglo a la normativa, queda establecido en función del número de muestras cuyas concentraciones y/o reducciones de porcentaje en cada uno de los parámetros pertinentes reflejados en las Tablas 2.2, respetan los valores reflejados. En el caso de que algunas de las muestras anuales, no cumplan con los requerimientos expresados, se admiten dos desviaciones con relación al requerimiento anterior:

- a) Que el número de muestras no conformes sea como máximo de 2 muestras.
- b) Que la concentración de los parámetros reflejados en la Tabla 2.2 en las muestras no conformes, tomadas en condiciones normales de funcionamiento, no deberá desviarse del 100 por 100. En relación con los sólidos en suspensión, se podrá aceptar una desviación del 150 por 100 expresado en concentración.

# Capítulo 3

## Elección de la tecnología más adecuada.

<b>3. Elección de la tecnología más adecuada.</b> .....	<b>17</b>
<b>3.1. Lodos Activos.</b> .....	<b>17</b>
<b>3.2. Fosa Séptica.</b> .....	<b>18</b>
<b>3.3. Tanque Imhoff.</b> .....	<b>18</b>
<b>3.4. Lagunaje.</b> .....	<b>19</b>
<b>3.5. Wetlands.</b> .....	<b>19</b>
<b>3.6. Biodiscos.</b> .....	<b>20</b>
<b>3.7. Lechos de Turba.</b> .....	<b>20</b>
<b>3.8. Filtro Percolador.</b> .....	<b>21</b>
<b>3.9. Elección del tratamiento secundario.</b> .....	<b>22</b>



### 3. Elección de la tecnología más adecuada.

En el momento de elegir un sistema de depuración óptimo para cubrir el sector de las pequeñas y medianas EDAR, vamos a basarnos, entre otros aspectos, en unas conclusiones que se extrajeron a raíz de la búsqueda de las diferentes tecnologías existentes y la comparación de diversos campos que se pueden suponer importantes para la toma de decisiones sobre que tecnología aplicar.



#### 3.1. Lodos Activos.

La **depuración biológica por lodos activos** es un proceso biológico empleado en el tratamiento de aguas residuales convencional, que consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de floculo en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de metabolizar como nutrientes los

contaminantes biológicos presentes en esa agua.

La agitación evita sedimentos y homogeniza la mezcla de los flóculos bacterianos con el agua residual. La aireación requerida tiene por objeto suministrar el oxígeno necesario tanto para las bacterias como para el resto de los microorganismos aerobios. El oxígeno puede provenir del aire, de un gas enriquecido en oxígeno o de oxígeno puro.

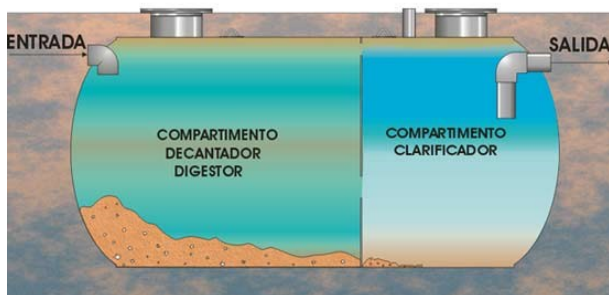
El proceso de depuración se lleva a cabo por los microorganismos, que se desarrollan sobre la materia orgánica, y con la presencia requerida de nutrientes (nitrógeno y fósforo, así como otros oligoelementos). Este proceso biológico requiere de una cantidad determinada de materia orgánica, ya que cantidades excesivas de estos compuestos orgánicos, metales pesados y/o sales pueden inhibirlo o destruirlo; y cantidades reducidas de nutrientes pueden no ser suficientes para mantener el proceso.

Un proceso biológico de fangos activos se desarrolla habitualmente en dos cámaras separadas:

- Un reactor biológico, tanque agitado, aireado y alimentado con el agua residual, en el que se produce la parte biológica del proceso;
- y un decantador secundario, tanque en el que sedimenta el fango producido, que es recirculado a la cabecera del tratamiento, y purgada para su eliminación la cantidad producida en exceso.

Estos procesos pueden desarrollarse en un único depósito, actuando alternativamente como reactor y como decantador.

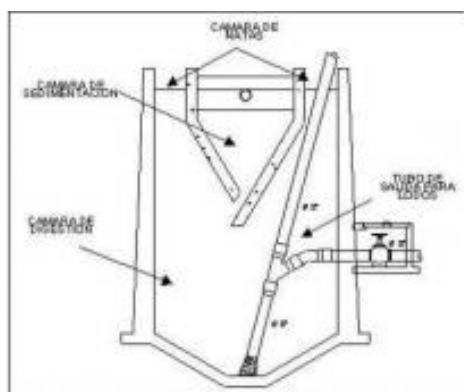
### 3.2. Fosa Séptica.



Las **fosas sépticas** son unidades de tratamiento primario de las aguas negras domésticas; en ellas se realiza la separación y transformación físico-química de la materia sólida contenida en esas aguas, junto con la digestión anaerobia parcial tanto de los sólidos sedimentados como de la materia orgánica soluble. Se trata de una forma

sencilla y barata de tratar las aguas negras y está indicada (preferentemente) para zonas rurales o residenciales situadas en parajes aislados. Baja capacidad de tratamiento, ya que son aptas para entre 15 y 20 habitantes equivalentes. Sin embargo, el tratamiento no es tan completo como en una estación para tratamiento de aguas negras.

### 3.3. Tanque Imhoff.



El **Tanque Imhoff** es una unidad de tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos.

Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que integran la sedimentación del agua y la digestión de los lodos sedimentados en la misma unidad, por ese motivo también se les llama tanques de doble cámara.

Los tanques Imhoff tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas; sin embargo, para su uso correcto es necesario que las aguas residuales pasen por los procesos de tratamiento preliminar de eliminación de grasas y aceites y cribado y remoción de arena.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimentos:

- Cámara de sedimentación.
- Cámara de digestión de lodos.
- Área de ventilación y acumulación de natas.

Durante la operación, las aguas residuales fluyen a través de la cámara de sedimentación, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentables, estos resbalan por las paredes inclinadas del fondo de la cámara de sedimentación pasando a la cámara de digestión a través de la ranura con traslape existente en el fondo del sedimentador. El traslape tiene la función de impedir que los gases o partículas suspendidas de sólidos, producto de la digestión, interfieran en el proceso de la

sedimentación. Los gases y partículas ascendentes, que inevitablemente se producen en el proceso de digestión, son desviados hacia la cámara de natas o área de ventilación. El tratamiento produce una calidad final del efluente bastante deficiente.

Los lodos acumulados en el digestor se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secado, en donde el contenido de humedad se reduce por infiltración, después de lo cual se retiran y dispone de ellos enterrándolos o pueden ser utilizados para mejoramiento de los suelos.

### 3.4. Lagunaje.



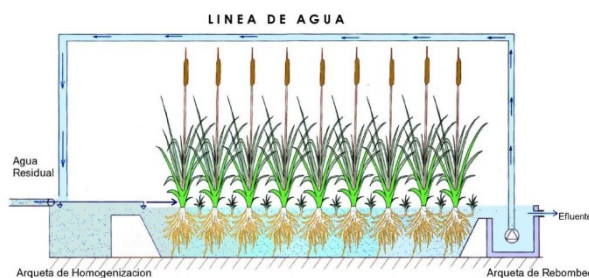
El tratamiento de aguas de aguas residuales mediante el sistema de lagunaje, consiste en la creación de lagunas con un tiempo de residencia elevado, donde de forma natural las aguas son tratadas. Este tipo de sistema se compone de varias lagunas, con diferentes características, donde se van eliminando contaminantes alternativamente. El sistema de lagunaje es barato y fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio, ya

que se estiman aproximadamente  $20 \text{ m}^2$  por habitante equivalente, y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos, ya que es un sistema muy lento de depuración.

### 3.5. Wetlands.



Un **Humedal Artificial o Wetland** es un sistema de tratamiento de agua residual (estanque o cauce) poco profundo, no más de 0.60 metros, construido por el hombre, en el que se han sembrado plantas acuáticas, y contado con los procesos naturales para tratar el agua residual. Los wetlands construidos tienen ventajas respecto de los sistemas de tratamiento alternativos, debido a que requieren poca o ninguna energía para funcionar. Si hay suficiente tierra barata disponible cerca de la instalación de los wetlands de cultivo acuático, puede ser una alternativa de costo efectivo. Los wetlands proporcionan el hábitat para la vida silvestre, y son, estéticamente, agradables a la vista.



### 3.6. Biodiscos.



El reactor Biológico Rotativo de Contacto (del inglés RBC, Rotating Biological Contactor); también mal llamado “Contactor Biológico Rotativo” (CBR), es un sistema de tratamiento de depuración de aguas consistente en baterías de discos de diversos materiales colocados en paralelo que se van sumergiendo secuencial y parcialmente (un 40 %) en un depósito por donde circula el agua a tratar. Sobre dicho soporte se adhiere y

desarrolla una biomasa activa procedente del agua residual, y la cual realiza el efecto depurador del sistema.

El consumo de energía es bajo; si el conjunto está equilibrado, es el indispensable para hacerlo girar lentamente. Dependiendo del modelo y del fabricante puede estimarse en menos de 2,5 w/h. La baja energía suministrada se traduce en un nivel sonoro bajo y en un coste de mantenimiento bajo. El impacto ambiental es bajo.

### 3.7. Lechos de Turba.



El ámbito óptimo de aplicación de los lechos de turba se encuentra en poblaciones no muy grandes, en general menores de 2.000 habitantes. Este método de depuración de aguas residuales requiere superficies entre 0.6 y 1 m<sup>2</sup>/hab, no debiendo superar la superficie total de cada lecho los 200 m<sup>2</sup>.

El sistema está formado por lechos de turba a través de los cuales circula el agua residual. Cada lecho descansa sobre una delgada capa de arena, soportada, a su vez, por una capa de grava. El efluente se recoge a través de un dispositivo de drenaje situado en la base del sistema. El terreno donde se asienta cada lecho debe ser impermeable para garantizar la no contaminación de las aguas subterráneas, en caso contrario hay que recurrir a la impermeabilización.

Para la depuración de aguas residuales se aprovechan las propiedades de absorción y adsorción de la turba, así como la actividad bacteriana que se desarrolla en su superficie. Se producen, por tanto, procesos físicos, químicos y biológicos en los que se elimina alrededor del 80% de DBO<sub>5</sub> y el 90% de sólidos en suspensión.

Los lechos se disponen en varias unidades, estando unas en funcionamiento y otras en conservación, para su mantenimiento y aireación. La turba necesita ser retirada y reemplazada cada 5-7 años, pudiendo ser aprovechada para fines agrícolas.

El tratamiento de aguas residuales mediante este proceso presenta como principales ventajas las siguientes:

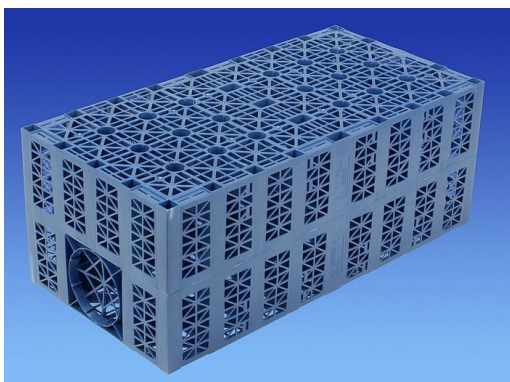
- No produce olores.
- Se puede utilizar en climas muy fríos.
- Admite sensibles variaciones de caudal sin afectar, prácticamente, al rendimiento.
- Puede soportar puntos de caudal de 105 veces el caudal normal.
- Fácil adaptación estética al paisaje.
- Alta descontaminación bacteriana.

### 3.8. Filtro Percolador.



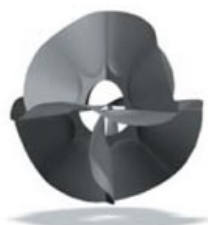
Definidos como unidades de tratamiento biológico, los filtros percoladores tienen la labor de eliminar la materia orgánica presente en las aguas residuales mediante la metabolización de esta a cargo de una población bacteriana adherida a un medio filtrante (generalmente formado por grava, piedra porosa, material polimérico, ...), traduciéndose esto en un efluente con una menor concentración de  $DBO_5$  (demanda biológica de oxígeno). Este efluente

continuará la cadena de tratamiento hasta cumplir con las especificaciones técnicas para su descarga final.



Un inconveniente de los filtros de percolación es que se produce contaminación atmosférica en forma de malos olores.

Actualmente para la percolación, existen nuevos sistemas que sustituyen a las piedras, aunque con un mayor coste, pero aumentando la superficie de contacto de forma muy considerable, además de poder aumentar la altura del lecho al ser menor la densidad del material y por lo tanto la presión que ejerce sobre las capas inferiores



### 3.9. Elección del tratamiento secundario.

Para la elección del proceso más adecuado, habrá que analizar los campos considerados más importantes y relevantes desde el punto de vista tanto económico como operativo.

- a) **Inversión inicial**, para que el desarrollo del proyecto sea viable, habrá que tener en cuenta el desembolso inicial, tanto de equipos como de obra civil a realizar. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo cero la inversión más elevada y 10 sería la inversión mínima.
- b) **Calidad del efluente**, dependiendo de la calidad final del efluente, habrá que valorar que tratamiento o conjunto de tratamientos son mejores. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo cero una calidad de depuración nula y 10 la mejor depuración posible.
- c) **Estabilidad del proceso**, con ello lo que se quiere conseguir es un funcionamiento continuo, sin tener que hacer paradas innecesarias. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo cero los procesos más susceptibles de variación funcionamiento y 10 serían los procesos más estables.
- d) **Resistencia a las variaciones de carga**, habrá que analizar cómo se comporta el proceso frente a cambios de concentración en el influente. La puntuación asignada va desde el 0 hasta el 10, siendo cero los procesos que no soportan grandes variaciones de carga y 10 los que son procesos muy flexibles.
- e) **Consumo energético**, uno de los aspectos más importante, es este, ya que el consumo energético, puede disparar los costes de operación. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo 0 el valor asignado a los procesos que necesitan un alto consumo eléctrico y 10 los que funcionan sin consumo eléctrico.
- f) **Espacio necesario**, en función del terreno que se tenga, se podrá optar por un proceso u otro. La puntuación asignada va desde el 0 hasta el 10, siendo cero la puntuación de los sistemas que necesitan una gran extensión de terreno y 10 los que con unos pocos metros de superficie podrían funcionar.
- g) **Olor**, aspecto importante, dado que los malos olores, pueden afectar a la población cercana a la EDAR. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo cero los sistemas que producen malos olores y 10 los su emisión de olores es muy baja.
- h) **Facilidad de mantenimiento**, cuanto más fácil sea el mantenimiento del proceso, esto significa, un menor gasto de material, así como de personal necesario. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo 0 los procesos que necesitan mucho mantenimiento y 10 los que necesitan poco o nada.
- i) **Producción de lodos**, la producción de lodos es un punto a tener en cuenta, ya que desde el punto de vista de explotación, su gestión produce unos altos gastos. La puntuación asignada va desde 0 hasta 10, siendo 0 los procesos que generan gran cantidad de lodos y 10 los que apenas generan lodos.

Mediante la comparación de los diferentes sistemas de depuración las conclusiones obtenidas, fueron las siguientes:

	Inversión	Calidad Efluente	Estabilidad Proceso	Resistencia a las variaciones de carga	Consumo energético	Espacio necesario	Olor	Facilidad de mantenimiento	Producción de lodos	Promedio	Calificación
<b>Tipo de proceso</b>											
<b>Lodos Activos</b>	6	9	5	6	2	8	9	3	2	5,6	Consumo energético muy alto mantenimineto.
<b>Fosa Séptica</b>	9	3	8	10	10	7	5	8	3	7,0	Calidad del efluente deficiente.
<b>Tanque Imhoff</b>	8	4	9	10	10	6	6	8	3	7,1	Calidad del efluente deficiente.
<b>Lagunaje</b>	7	5	8	10	10	2	6	9	4	6,8	Insuficiencia en espacio requerido.
<b>Wetlands</b>	5	6	5	9	10	3	7	6	5	6,2	Insuficiencia en espacio requerido.
<b>Biodiscos</b>	5	9	9	8	7	9	9	7	7	7,8	Sistema Suficiente en todos los campos.
<b>Lechos de Turba</b>	6	7	6	8	7	5	5	6	4	6,0	Suficiente.
<b>Filtro Percolador</b>	6	8	8	7	8	6	4	8	7	6,9	Riesgo de olores.

Figura 1. "CRITERIOS DE SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS DE DEPURACIÓN. COMPARACIÓN ENTRE LAS SOLUCIONES." De Luna Ponce (2006)

En el cuadro anterior se hace una comparativa de los distintos puntos anteriormente mencionados, y en base al promedio, se tomará una elección de cuál es el sistema de depuración finalmente adoptado.

De todos los sistemas de depuración incluidos en el anterior cuadro hay tres que predominan en el mercado por encima del resto. Éstos son las EDAR de Lodos Activos, los Filtros Percoladores y los Biodiscos.

Para analizar más a fondo estos tres sistemas, entraremos a analizar las características más determinantes para tomar una decisión sobre qué sistema se utilizara para el posterior desarrollo de la planta de tratamiento de aguas. Los puntos clave a analizar serán:

#### ❖ Consumo Eléctrico:

Los biodiscos consumen del orden del 20% de lo que consume una EDAR convencional de Lodos Activos. El hecho de que únicamente con un motor de muy baja potencia (raramente supera los 1,5 KW) se accionen tanto los Biodiscos como las Norias de Elevación, implica que sea uno de los sistemas de depuración más competitivos con respecto al consumo eléctrico. Por todo ello, éste ahorro energético se considera muy importante tanto a efectos económicos como efectos de sostenibilidad ambiental.

### ❖ Producción de Lodos:

El volumen de lodos producido tanto por los Filtros Percoladores como por los biodiscos es mínimo. Esto se debe, sobre todo, a la particularidad que supone el hecho de que los microorganismos se fijen a un sustrato en lugar de estar en suspensión, hace que las capas internas de la biopelícula formada funcionen en condiciones anaerobias, mucho menos productoras de lodos que las aerobias predominantes en los sistemas de fangos activos en dispersión.

Una baja producción de lodos es muy importante de cara a los aspectos económicos de la explotación, aunque también es un aspecto básico de cara a la autonomía y a la gestión de las instalaciones. Así, generalmente una EDAR de biodiscos puede funcionar de forma continuada durante unos seis meses sin que sea necesaria la extracción de lodos del Tanque Polivalente.

### ❖ Mantenimiento de las instalaciones:

En éste sentido es necesario destacar que los Biodiscos están concebidos para que tanto el número de operaciones de mantenimiento (ya sea éste correctivo o preventivo) como su frecuencia sean mínimos, dado que de ésta forma se pueden reducir drásticamente los recursos destinados a recambios, material fungible, personal de mantenimiento, etc. Éste aspecto implica, también, el garantizar el funcionamiento continuo de las instalaciones minimizando las paradas técnicas que a menudo perturban el buen funcionamiento de las EDAR.

En la siguiente gráfica (gráfica 3.1) se presenta una comparativa de los tres campos analizados, en la cual se aprecia más claramente la superioridad de los Biodiscos frente a los Fangos Activos, y aunque la diferencia entre los Biodiscos y los Filtros Percoladores no es tan grande, si lo es en el campo de la contaminación atmosférica en forma de malos olores.

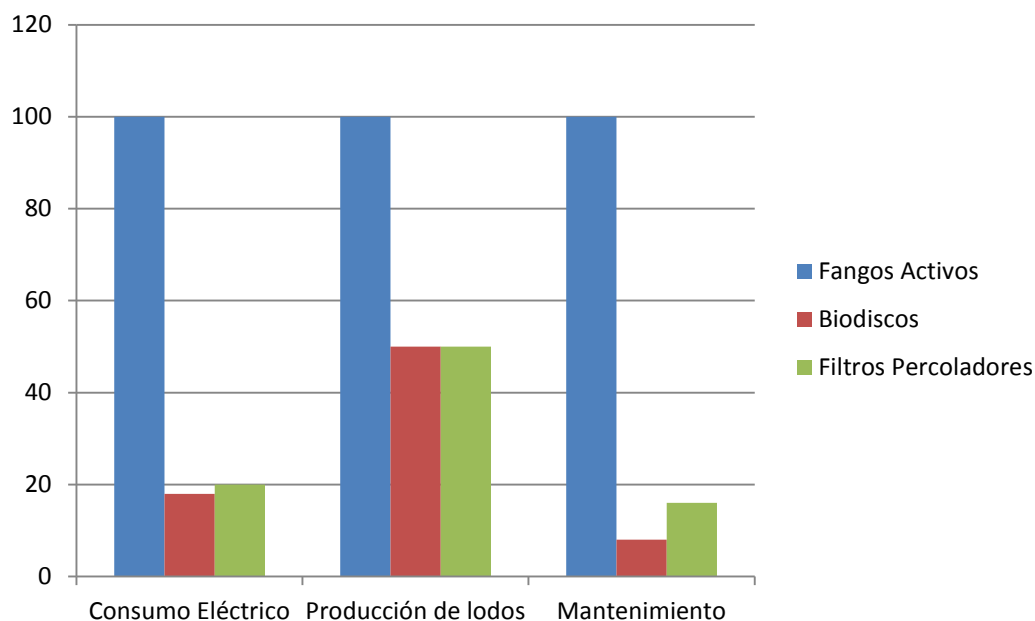


Figura 2. Comparativa sistemas de depuración



Por último haría falta mencionar algunas otras ventajas que presentan los Biodiscos con respecto a todos los demás sistemas de tratamiento de aguas residuales:

Facilidad en la Gestión Técnica de la Planta. La simplicidad de las EDAR basadas en Biodiscos implica que no sea necesario hacer continuos ajustes en cuanto a la dosificación de aire, caudal de purga, recirculación, etc.

De la misma forma, su sencillez también implica que las tareas de conservación (limpieza, engrasados, desbaste, residuos, etc.) de la Planta sean muy reducidas, con lo que también el Personal Operario requerido por una EDAR basada en biodiscos es muy reducido.

Las EDAR basadas en Biodiscos, presentan una buena resistencia a las sobrecargas de materia orgánica, así como a las sobrecargas de materiales o sustancias tóxicas.

Dado que lo único necesario para su funcionamiento es un motor eléctrico, la contaminación sonora es prácticamente inexistente.

Una de las grandes ventajas, es que, como la construcción de este tipo de plantas es modular, tiene una gran facilidad para ampliar las instalaciones y así tener una mayor capacidad de reciclaje.

# Capítulo 4

## Descripción de las distintas etapas del tratamiento.

<b>4. Descripción de las distintas etapas del tratamiento.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1. Pretratamiento. ....</b>	<b>27</b>
<b>4.2. Tratamiento primario. ....</b>	<b>29</b>
<b>4.3. Tratamiento secundario.....</b>	<b>30</b>
<b>4.4. Tratamiento terciario.....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.1. Proceso de Nitrificación – Desnitrificación. ....</b>	<b>31</b>
<b>4.4.2. Eliminación de fósforo. ....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.2.1. Eliminación orgánica de fósforo.....</b>	<b>32</b>
<b>4.4.2.2. Eliminación química de fósforo.....</b>	<b>33</b>
<b>4.5. Estación de cloración.....</b>	<b>34</b>

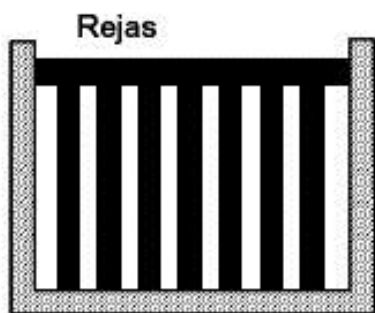
#### 4. Descripción de las distintas etapas del tratamiento.

A continuación se describirán las distintas etapas durante el proceso de tratamiento de aguas.

##### 4.1. Pretratamiento.

El pretratamiento prepara el agua residual para los tratamientos posteriores, reduciendo residuos que puedan afectarles impidiendo una operación adecuada e incrementando el mantenimiento necesario. Los problemas más comunes que pueden afectar son la presencia de sólidos de gran tamaño como trapos, bolsas de plástico y de productos abrasivos como arena.

El desbaste mediante rejas es uno de los tratamientos más antiguos que se han realizado en el agua residual y su fin es proteger los equipos situados aguas abajo de daños y problemas debidos a la presencia de sólidos de gran tamaño.



La planta de tratamiento de agua, debido a las características del influente a tratar, constará de dos etapas para la separación de los sólidos. El sistema de separación constará primordialmente de rejillas mecánicas situadas en los canales de alimentación a la planta, estas consisten en barras de acero inclinadas espaciadas a intervalos regulares a lo ancho del canal, a través de las cuales pasa el agua residual.

**Canal** Los criterios usados para su diseño incluyen el tamaño de las barras, espacio, inclinación, anchura del canal y velocidades de aproximación y de paso.



Los tipos de rejas empleados se denominan rejas de gruesos y rejas de finos. Las primeras eliminan los residuos grandes. Las rejillas de paso muy fino se denominan tamices y pueden utilizarse obteniendo en este caso cierta reducción de sólidos en suspensión.

En cuanto al diseño del canal de rejas, la velocidad debe ser suficiente para evitar la deposición de residuos y arenas. Debido a la recogida de aguas superficiales durante tormentas, puede haber grandes aportes de arena lo que exigirá velocidades de aproximación de al menos 0,9 m/s para evitar la deposición de arena en el fondo de la reja que podría inutilizarlas en el momento en que es más necesaria.

Debido a la recolección de las aguas superficiales de lluvias o tormentas, se instalarán antes de las rejas de gruesos, un tipo de reja denominado reja de muy gruesos, son rejas de gran apertura (100 a 300 mm) y trabajan para atrapar sólidos muy grandes arrastrados por el agua superficial tipo tablones, envases, palos, etc.



A continuación de las rejillas de desbaste y el tamiz, se instalara un Desarenador – Desengrasador, el cual tendrá como objetivo principal separar los elementos pesados en suspensión (arenas, arcillas, limos) del agua residual porque perjudican los tratamientos posteriores disminuyendo la capacidad hidráulica de la planta porque generan sobrecargas en fangos muy denso acumulado en paredes de depósitos y conducciones, aumentan el riesgo de atascamientos por acumulaciones en canales y tuberías, provocan abrasión sobre los elementos mecánicos en movimiento, la arena (no putrescible y con velocidad de sedimentación superior a los sólidos orgánicos putrescibles) se separa provocando una reducción de la velocidad del agua por debajo de los límites de deposición de los granos de dichas arenas, pero por encima de los de sedimentación de la materia orgánica.

Para retirar los sólidos en suspensión, se crean unos canales donde se aumenta la sección para que disminuya la velocidad. De acuerdo a la ecuación de continuidad al ser un proceso en régimen estacionario, el caudal que entra debe ser igual al que sale, como el tiempo es el cociente entre volumen y caudal, al aumentar la sección útil, aumenta el tiempo y disminuye la velocidad. Es por esto que cuanto mayor tiempo de retención queremos, mayor volumen y menor velocidad de desplazamiento horizontal.

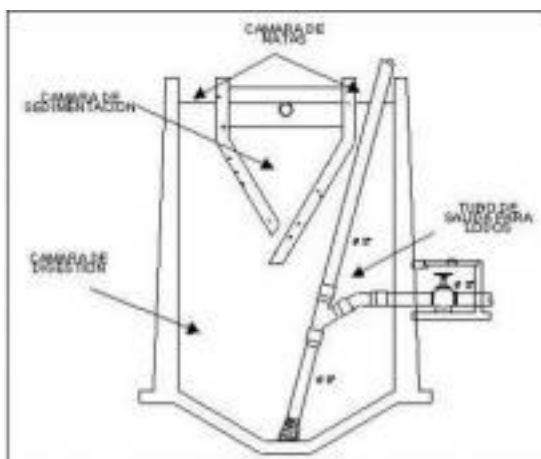
Los desengrasadores se diseñan por lo general conjuntamente con el Desarenador aireado, creándose una zona tranquilizadora donde se acumulan las grasas que se extraen al final del canal a través de un vertedero o una compuerta.

Las grasas extraídas mediante una rasqueta de superficie, son concentradas por medio de un concentrador de grasas o desnatador y se depositan en un contenedor de almacenamiento.

Las grasas crean muchos problemas en la técnica de la depuración de aguas residuales, especialmente en las rejillas de finos donde causan obstrucciones que aumentan los gastos de conservación, en los decantadores donde forman una capa superficial que dificulta la sedimentación al atraer hacia la superficie pequeñas partículas de materia orgánica, la D.Q.O. se incrementa en un 20 a un 30% por las grasas contenidas en los vertidos.

El sistema más comúnmente utilizado para la eliminación de grasas se lleva a cabo por insuflación de aire para desemulsionar las grasas permitiendo su ascenso a la superficie y su retirada. La velocidad ascensional de las burbujas de grasa puede estimarse entre 3 y 4 mm/s. Las grasas en superficie se retiran mediante rasquetas superficiales.

## 4.2. Tratamiento primario.



Tratamiento primario o tratamiento fisico-químico, busca reducir la materia suspendida por medio de la precipitación o sedimentación, con o sin reactivos, o por medio de diversos tipos de oxidación química, poco utilizada en la práctica, salvo aplicaciones especiales, por su alto coste.

Un buen tratamiento primario sería la disposición de un tanque Imhoff tras el pretratamiento de las rejillas de desbaste.

El rendimiento de eliminación de contaminantes alcanzado es comparable a un decantador primario para los sólidos en suspensión ( $\cong 70\%$  SS) y la DBO ( $\cong 20\%$ ) lo que indica una pobre eliminación de materia orgánica.

Dado que el tanque tiene una gran profundidad, habrá que instalar una tubería permanente para la extracción de fangos que se aspiran del fondo en forma de tolva. Es importante, con el fin de evitar problemas, que cualquier ranura o paso en el que pueda acumularse fango tenga al menos 200 mm de paso libre. Los fondos inclinados del decantador y de la cámara de fangos deben tener inclinación suficiente para permitir el movimiento de los fangos sin producir retenciones. Ángulos de entre  $45^\circ$  y  $60^\circ$  son adecuados.

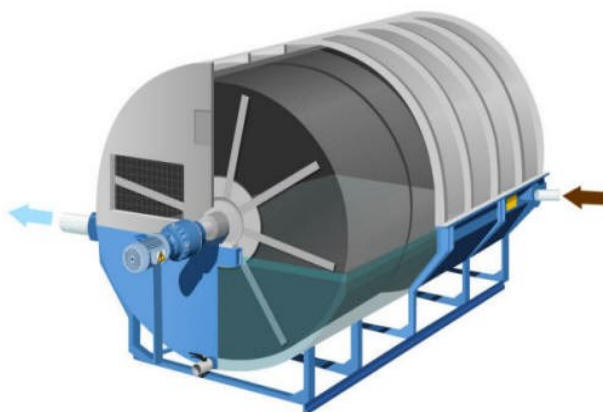
El tanque Imhoff presenta la ventaja de que las burbujas de gas generadas en la digestión anaeróbica de los fangos no asciende a través de la cámara de sedimentación por lo que se facilita la decantación de los sólidos, de la misma manera que el flujo del agua no puede alterar el manto de fangos si se sobrepasa el caudal de diseño.

El tanque Imhoff puede ser construido de hormigón armado o bien utilizarse tanques prefabricados en un depósito cilíndrico de material plástico reforzado con fibra de vidrio.

En relación con el dimensionado es preciso calcular de forma separada las dos zonas que incorpora el tanque. La zona de decantación se dimensiona como correspondería a un decantador primario. La zona de digestión se dimensionaría de acuerdo a la acumulación de fangos por habitante equivalente y el tiempo que se desea que transcurra entre dos limpiezas del tanque.

En todo momento el nivel de fangos deberá estar por debajo de las ranuras de comunicación entre decantador y el digestor, para evitar la obstrucción de la misma.

### 4.3. Tratamiento secundario.



Tratamiento secundario o tratamiento biológico, se emplea de forma masiva para eliminar la contaminación orgánica disuelta, la cual es costosa de eliminar por tratamientos fisico-químicos. Suele aplicarse tras los anteriores. Consisten en la oxidación aerobia de la materia orgánica en sus diversas variantes o su eliminación anaerobia en digestores cerrados. Ambos sistemas producen fangos en mayor o menor medida que, a su vez,

deben ser tratados para su reducción, acondicionamiento y destino final.

Los biodiscos son un tratamiento de oxidación de materia orgánica mediante bacterias, en el que las bacterias están fijadas a un soporte en vez de estar en suspensión, el soporte es un disco giratorio (1-4 rpm) en el que las bacterias permanecen parte del tiempo sumergidas y parte al aire. En esencia consiste en un conjunto de discos atravesados por un eje que gira lentamente de tal forma que el disco está siempre sumergido aproximadamente en un 40%.

Durante el tiempo que las bacterias permanecen sumergidas están captando materia orgánica disuelta para su asimilación y el resto de tiempo toma el oxígeno necesario para su respiración. Los discos se acoplan en el eje lo suficientemente juntos ( $\cong 20-25$  mm) para suministrar la máxima superficie posible sin que se impida la entrada de aire y agua entre ellos.

Las limitaciones de tamaño están en el diámetro de los discos ( $\varnothing=1,5-3$  m) y en la longitud del eje por consideraciones de resistencia mecánica. El agua a tratar se hace pasar por la cuba que contiene los discos, en ocasiones las cubas están sectorizadas y disponen de varios ejes con el fin de aumentar el rendimiento.

Las bacterias se desarrollan en capas sobre los discos alcanzando varios milímetros de espesor. Cuando el espesor de biomasa es excesivo las capas interiores, no reciben ni materia orgánica ni oxígeno, produciéndose así la muerte celular y con ello el desprendimiento de trozos de biomasa. La parada de los discos interrumpe la secuencia de toma de aire y alimento, siendo muy perjudicial para el sistema.

En ocasiones se trabaja con recirculación de biomasa al tanque Imhoff, el aire necesario lo aportan los propios discos al girar gracias a las salpicaduras y arrastre de agua que producen.

Las principales ventajas de los biodiscos es su reducido consumo energético, razón por la cual se los puede encuadrar en dentro de los tratamientos blandos. En contrapartida la inversión inicial es elevada. Tiene un muy bajo consumo energético, ya que no necesitan aportación extra de oxígeno, solo consumen la energía necesaria para hacer girar a los discos. Es un tipo de instalación mucho más sencillo que el de otros tipos de EDAR.

En relación con los materiales de construcción, los discos están hechos de plástico, el eje y la estructura soportante de los discos están hechos de metal y la cuba puede estar hecha de hormigón o plástico según su tamaño. Los discos presentan rugosidades o relieves en sus dos caras con el fin de aumentar su superficie útil.

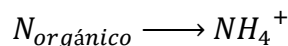
#### 4.4. Eliminación de nutrientes.

##### 4.4.1. Proceso de Nitrificación – Desnitrificación.

Cada vez se da más importancia a la contaminación de nitrógeno presente en el agua residual que se puede encontrar en forma de nitrógeno orgánico, amoníaco, nitritos o nitratos. Todas estas formas deben ser eliminadas. El nitrógeno orgánico más el amoniacal constituyen el denominado nitrógeno Kjendhal que junto con los nitritos y nitratos se denominan nitrógeno total.

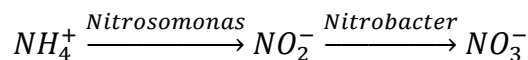
Eliminación de nitrógeno. Para que se produzca este fenómeno es necesario la conjunción de dos procesos: nitrificación y desnitrificación. Ambos procesos pueden esquematizarse mediante las ecuaciones siguientes:

Disgregación del nitrógeno orgánico:



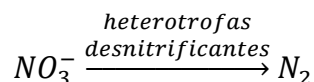
Proceso de nitrificación – desnitrificación:

Nitrificación:



El proceso de nitrificación es un proceso de oxidación que se lleva a cabo en dos etapas: la primera es la transformación del amoníaco en nitrito, que se lleva a cabo por las bacteria del género Nitrosomonas, y la segunda consiste en la transformación de este en nitratos y se realiza por la acción de bacterias del género Nitrobacter.

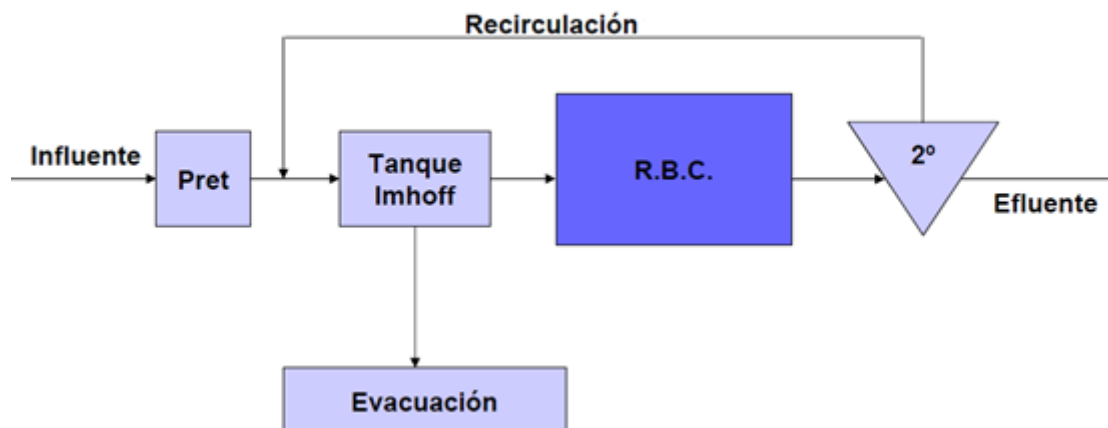
Desnitrificación:



La desnitrificación consiste en la eliminación del nitrógeno nítrico formado en la nitrificación mediante un proceso de reducción bacteriana. A las bacterias capaces de utilizar nitratos como aceptores de electrones en el proceso metabólico de la materia orgánica se les denomina heterótrofes desnitrificantes. Estas bacterias que generalmente utilizan oxígeno como aceptor de electrones en ausencia de este, pueden utilizar los nitratos.

En nuestra planta el proceso de nitrificación, tendrá lugar en el tratamiento secundario, es decir, en los biodiscos, mientras que por medio de una recirculación del efluente de los biodiscos hacia el tanque Imhoff, en este se producirá la desnitrificación, dado que el

proceso de desnitrificación se produce antes que el de nitrificación, tendremos una predesnitrificación.



#### 4.4.2. Eliminación de fósforo.

##### 4.4.2.1. Eliminación orgánica de fósforo.

Los tratamientos biológicos de eliminación de DBO, almacenan una cierta cantidad de fósforo en las nuevas células formadas como consecuencia de la oxidación de la DBO, esto es debido a que el fosforo es un componente esencial para la formación de la célula pues interviene en los procesos de respiración celular y formación del ADN y ARN. El contenido típico de fósforo en las bacterias responsables de los tratamientos biológicos oscila entre 1,5 y un 2 por ciento del peso de fangos secos formados. Los organismos normalmente asociados con la mejora de eliminación de fósforo pertenecen al género acinetobacter.

Un tratamiento secuencial del agua a través de una zona anaerobia seguida de una zona aerobia da lugar a la selección de una población bacteriana rica en organismos capaces de almacenar fósforo a niveles por encima de los indicados anteriormente, pudiendo alcanzar contenidos de fósforo del 4 al 12 por ciento del peso de fangos secos formados, entendiendo estos como fangos biológicos. El resultado es un incremento de 2 a 4 veces en la cantidad de fósforo eliminado del sistema en relación con el tratamiento convencional.

El mecanismo por el cual se incrementa la captación de fósforo por las células pasa por el almacenamiento en las mismas moléculas orgánicas solubles, que son productos intermedios de degradación como los ácidos grasos volátiles (VFA, AGV en su anagrama en español). Este tipo de moléculas se produce durante la etapa de fermentación anaerobia moderada de la DBO presente en el agua residual. Un mayor almacenamiento de VFA durante la etapa anaerobia provocara una mayor captación de fósforo durante la etapa aerobia posterior.



En la etapa anaerobia la célula obtiene la energía de las moléculas ricas en fósforo como el ATP y libera fósforo al medio, posteriormente en la etapa aerobia el proceso es inverso almacenando moléculas ricas en fósforo y quemando los VFA para producir energía y nuevas células. Es decir, la secuencia anaerobia-aerobia en presencia de VFA hace que se incremente el almacenamiento de fósforo en los fangos en exceso a purgar del sistema biológico.

La degradación de la DBO se produce por consiguiente tanto en la zona anaerobia (almacenamiento de VFA) como en la zona aerobia. Y en la recirculación debido al proceso de desnitrificación.

La cantidad de fósforo redissuelto en la zona anaerobia está directamente relacionado con la cantidad de sustrato orgánico disponible para ser almacenado por la célula, en este sentido se ha comprobado que los ácidos grasos volátiles son los compuestos que facilitan más el almacenamiento, aproximadamente 1mg/l de fósforo puede ser redissuelto por cada 2 mg/l de DBO eliminados anaeróbicamente.

Al contrario que el resto de las reacciones biológicas involucradas en el tratamiento de aguas la eliminación de fosforo mejora con el descenso de la temperatura.

En conclusión podemos decir que la mejora de la captación de fósforo en la zona aerobia depende del fósforo redissuelto en la zona anaerobia y de la materia orgánica (VFA) presente en la misma. La eliminación de fósforo es considerablemente errática.

#### **4.4.2.2. Eliminación química de fósforo.**

Para romper la estabilidad de las partículas coloidales y poderlas separar, es necesario realizar tres operaciones: coagulación, floculación y decantación.

Este tratamiento persigue, mediante la dosificación de reactivos, mejorar la eliminación de sólidos en suspensión conseguida en el tratamiento primario convencional, aunque también se puede aplicar con otros fines como eliminación de metales o fósforo.

La coagulación consiste en una aglomeración de partículas, demasiado pequeñas para sedimentar por la fuerza de la gravedad, en agregados mayores de tal forma que aumente su velocidad de sedimentación, la velocidad de sedimentación es proporcional no solo a la densidad de las partículas sino al tamaño.

Los coloides además de tener un tamaño demasiado pequeño tienen carga eléctrica que hace que se repelan entre sí haciendo difícil su separación natural sin reactivos. La coagulación se consigue desestabilizando las cargas eléctricas con reactivos químicos y agitación, los reactivos utilizados son sales metálicas con cationes multivalentes, cuanto mayor sea la carga del catión mejores resultados se obtienen. Los más comunes son el cloruro férrico ( $\text{Cl}_3\text{Fe}$ ), sulfato de aluminio ( $[\text{SO}_4]_3\text{Al}_2$ ), sulfato ferroso ( $\text{SO}_4\text{Fe}$ ), cloruro de aluminio ( $\text{Cl}_3\text{Al}$ ) y sulfato férrico ( $[\text{SO}_4]_3\text{Fe}_2$ ).

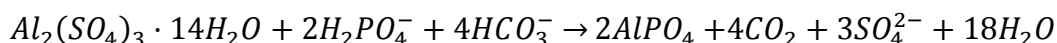
Todos los coagulantes son consumidores de alcalinidad por lo que generalmente se dosifica un reactivo alcalino que neutraliza la acidez y aporta  $\text{OH}^-$  a las reacciones de hidrólisis. La cal por sí misma puede utilizarse como reactivo de coagulación pues

forma un flóculo algodonoso que engloba las partículas contaminantes arrastrándolas con el fango.

Además del reactivo es importante una buena agitación para conseguir una distribución rápida y homogénea del reactivo y su posterior contacto con las partículas en suspensión. Las partículas y los cationes metálicos quedan formando aglomerados de pequeño tamaño gracias a las fuerzas de tipo electrostático. En la práctica los iones metálicos dan lugar a reacciones de hidrólisis formando complejos que atraen y engloban a las partículas contaminantes.

La coagulación tiene lugar en un depósito o reactor de mezcla generalmente cilíndrico dotado de un agitador de hélices y cortacorrientes que favorecen la mezcla e impiden la circulación global del fluido en sentido circular. El agitador es de tipo vertical y se sustenta sobre el propio depósito funcionando a velocidades altas.

Ecuación de coagulación:



Debido a que las partículas formadas en la coagulación pueden no tener tamaño suficiente para una rápida sedimentación se procede a realizar la floculación. Esta consiste en añadir en una etapa posterior reactivos orgánicos de cadena muy larga con características catiónicas, aniónicas o no iónicas, que reaccionan por puentes químicos con los coágulos.

Tras este proceso pasaremos al tanque de decantación secundario, donde los coágulos se depositaran en el fondo con los lodos.

#### 4.5. Estación de cloración.

Se entiende por cloración o desinfección la destrucción mayoritaria de las bacterias patógenas, no obstante hay que tener en cuenta que bajo la acción del cloro permanecen inalterados muchos virus y esporas formadoras de bacterias. Algunos derivados del cloro tienen un efecto de permanencia en el agua residual durante muchos días lo que es útil para el control de bacterias patógenas (desinfección residual).

Cuando es inyectado en el agua como cloro gas se disuelve rápidamente, hidrolizándose según la reacción siguiente:

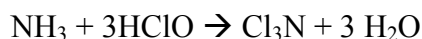
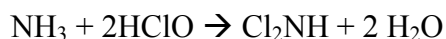


El grado de ionización del ácido hipocloroso depende fundamentalmente del pH y en menor grado de la temperatura. En cualquier caso tanto el HClO como el ClO<sup>-</sup> son denominados como “cloro libre disponible”.

El funcionamiento como desinfectante del cloro está basado en su poder oxidante, alterando la membrana celular y entrando dentro de las células y destruyendo ciertos

enzimas esenciales para su supervivencia. Además durante la cloración se puede obtener cierta reducción de la DQO.

En presencia de ciertos contaminantes del agua residual el cloro reacciona dando lugar a nuevos compuestos, así por ejemplo en presencia de amoníaco se forman cloraminas:



Dado que el amoníaco es un componente habitual del agua residual las cloraminas están a menudo presentes junto con el hipoclorito, constituyen lo que se denomina: “Cloro combinado”. En general es deseable la formación de cloraminas junto con el hipoclorito debido a que las cloraminas tienen una persistencia mayor que el cloro libre aunque su poder desinfectante sea menor.

La cloración consta de cuatro fases:

1. Corresponde al cloro requerido para oxidar los compuestos químicos reductores presentes en el agua como pueden ser iones ferrosos, sulfuros o nitritos.
2. Refleja la formación de cloro combinado con el amoníaco o aminas del agua, este aumenta hasta que empieza la oxidación de las cloraminas por el cloro libre.
3. Si se añade más cloro, las cloraminas se transforman en compuestos de nitrógeno y disminuye la cantidad de cloro combinado.
4. La mayoría de las cloraminas han sido oxidadas y aumenta la cantidad de cloro libre sin interferencias.

A lo largo de estas fases se produce un mínimo en el que apenas hay cloro disponible, este punto crítico es conocido como “BREAKPOINT”. Al igual que la dosis de cloro es fundamental un tiempo de contacto suficiente entre el cloro y el agua residual, también son importantes otros factores como el pH o el tipo de agua a desinfectar.

La dosis de cloro necesaria para alcanzar una concentración de cloro residual depende del tratamiento recibido por el agua antes de la cloración, pues la materia orgánica consume gran cantidad de cloro. Para nuestro caso tras el paso por todas las etapas de la EDAR, la dosis necesaria de cloro debe ser de entre 6 y 8 mg/l.

Dado que nuestra estación de cloración es de emergencia ya que solo se usara en caso de detectarse una proliferación de bacterias dañinas o virus, es recomendable usar una estación de cloración que funcione con una disolución de hipoclorito sódico.

Debido a que la riqueza de la disolución de hipoclorito es del orden del quince por ciento esta solución es cara para instalaciones grandes debido al coste del agua asociada. Dado que la estación de cloración es de emergencia, se utilizara muy pocas veces o ninguna. La instalación necesaria es muy sencilla, se usara una bomba dosificadora que aspira del depósito de hipoclorito e inyecta la disolución en el agua a tratar.

En relación con la cámara de cloración además de fijar el tiempo de contacto es necesario poner tabiques deflectores que obliguen al agua a un buen contacto con el cloro, aumentando la turbulencia del flujo y evitando los caminos preferenciales y los puntos muertos.

# Capítulo 5

## Parámetros de partida.

<b>5. Parámetros de Partida.</b> .....	<b>38</b>
<b>5.1. Parámetros de las rejas de desbaste.</b> .....	<b>38</b>
<b>5.2. Parámetros de partida de los tamices.</b> .....	<b>39</b>
<b>5.3. Parámetros de partida del Desarenador – Desengrasador (con aireación).</b> 39	
<b>5.4. Parámetros de partida del Tanque Imhoff.</b> .....	<b>40</b>
<b>5.5. Parámetros de partida de los Biodiscos</b> .....	<b>41</b>
<b>5.6. Parámetros de partida del motor y estimación de DBO Soluble.</b> .....	<b>42</b>
<b>5.7. Parámetros de partida de proceso de nitrificación.</b> .....	<b>43</b>
<b>5.8. Parámetros de partida de proceso de desnitrificación.</b> .....	<b>43</b>
<b>5.9. Parámetros de partida de eliminación del fósforo.</b> .....	<b>43</b>
<b>5.9.1. Parámetros de partida para la eliminación de fósforo por precipitación.</b> .....	<b>44</b>
<b>5.9.2.1. Dosificación de coagulante.</b> .....	<b>44</b>
<b>5.9.2.2. Dosificación de Sulfato de aluminio.</b> .....	<b>44</b>
<b>5.10. Parámetros de partida del decantador secundario.</b> .....	<b>45</b>
<b>5.11. Parámetros de partida de la estación de cloración.</b> .....	<b>45</b>

## 5. Parámetros de Partida.

### 5.1. Parámetros de las rejjas de desbaste.

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Caudal máximo:** Caudal máximo que puede entrar en el tratamiento.

**Caudal mínimo:** Caudal mínimo de entrada a la EDAR.

**Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia:** Velocidad media de circulación del agua residual entre los barrotes de la reja cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño y la reja esta con la máxima colmatación definida entre dos limpiezas.

Valor del parámetro: 0,90 m/s [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Número de líneas de desbaste:** Número de líneas en paralelo por las que se reparte el caudal de agua a tratar. Las posibles líneas de reserva se consideran aparte de las indicadas en el cálculo.

**Espesor de los barrotes:**

Valor del parámetro: 12 mm. [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Distancia entre barrotes:**

Valor del parámetro: 60 mm. [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Resguardo del canal:** Altura libre desde la lámina de agua hasta la corona del muro.

Valor del parámetro: 0,3 m. [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Ángulo de inclinación de los barrotes:** Angulo formado entre el fondo del canal y los barrotes de la reja, en grados sexagesimales.

Valor del parámetro: 60° [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Máxima colmatación entre dos limpiezas:** Tanto por ciento de la superficie útil de la reja que se llega a cegar entre dos pasos de peine de limpieza.

Valor del parámetro: 30 %. [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

**Relación profundidad útil / Anchura del canal:** Cociente entre la altura mojada del canal y la anchura del canal.

Valor del parámetro: 1 [Coutex, **Rejas de Desbaste.**]

### 5.2. Parámetros de partida de los tamices.

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Eliminación de sólidos en suspensión:**

Valor del parámetro: 15 % [Filtramas S.A., **Tamiz Rotativo**]

**Distancia entre barras o luz del tamiz:** Es la separación entre caras de los perfiles que componen la superficie filtrante del tamiz, en el caso del perfil Johnson es la separación menor entre perfiles, es decir, la separación entre el punto de entrada del agua entre los barrotes o perfil de los tamices.

Valor del parámetro: 1,5 mm. [Filtramas S.A., **Tamiz Rotativo**]

### 5.3. Parámetros de partida del Desarenador – Desengrasador (con aireación).

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Caudal máximo:** Caudal máximo que puede entrar en el tratamiento.

**Velocidad ascensional a caudal de diseño:** Velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro:  $15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ .

**Velocidad de paso a caudal de diseño:** Velocidad media a la que circularía el agua por una superficie igual a la sección trasversal del desarenador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro:  $50 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$

**Tiempo medio de residencia a caudal de diseño:** Tiempo medio que permanece el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro: 20 minutos.

**Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora:** Metros cúbicos de aire que es necesario alimentar a los difusores de los desarenadores por cada metro cuadrado de superficie de los mismos.

Valor del parámetro:  $8 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ .

**Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño:** Metros cúbicos de arena y residuos que se recogen en el desarenador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desarenador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro: 0,02.

**Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta:** Metros cúbicos de arena y residuos que se recogen en el desarenador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desarenador cuando hay una tormenta.

Valor del parámetro: 2,5.

**Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño:** Metros cúbicos de grasa y residuos que se recogen en el desengrasador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desengrasador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor en la población: 24 gramos por H.E. al día.

Densidad de las grasas y aceites de las aguas residuales es de  $0,851 \text{ gr/cm}^3$

Valor del parámetro: 0,15.

**Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta:** Metros cúbicos de grasas y natas que se recogen en el desengrasador por cada 1000 metros cúbicos de agua residual que atraviesa el desengrasador cuando hay una tormenta.

Valor del parámetro: 0,4.

Parámetros de partida para desarenador desengrasador tomados de Juan Antonio Sainz Sastre, **Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales.**

#### **5.4. Parámetros de partida del Tanque Imhoff.**

**Número de habitantes equivalentes:** Habitantes equivalentes cuyas aguas van a ser tratadas en el tanque Imhoff.

**Dotación:** Caudal estimado medio en litros por habitante equivalente y día que entra.

Valor del parámetro: 200 litros/día.

**Producción de fangos:** Estimación de la cantidad de fangos que se almacenan en el digestor del tanque Imhoff por cada habitante equivalente.

Valor del parámetro: 80 litros/por habitante y año.

**Meses transcurridos entre dos limpiezas del tanque:**

Valor de parámetro: 6 meses.

**Porcentaje de fangos eliminados en cada limpieza:** Al limpiar el tanque, se deja un porcentaje del fango, para favorecer la digestión ulterior con la parte no retirada.



Valor de parámetro: 66.6 %

Parámetros de partida del tanque Imhoff tomados de Ricardo Isla de Juana. **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas.**

### 5.5. Parámetros de partida de los Biodiscos:

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Concentración de DBO soluble en la entrada al biológico:** concentración de DBO no contenida en los sólidos en suspensión y por lo tanto disuelta.

**Concentración de DBO soluble en la salida del biológico:** Concentración de DBO no contenida en los sólidos en suspensión y por lo tanto disuelta.

**Factor de corrección por temperatura del agua:** Cuando la temperatura es menor de 13°C se aplica un factor de corrección que aumenta la superficie de los biodiscos por el efecto debido a la baja temperatura. Dicho factor tiene un valor que se puede calcular de modo aproximado mediante la siguiente fórmula:

$$F.C. = 1,8 - 0,0065 \cdot T.$$

En nuestro caso, el valor del factor de corrección será 1 ya que la temperatura media del agua no baja de los 13°C.

**F:** Factor de corrección del cálculo de los biodiscos en función de la concentración de DBO<sub>5</sub> en el influente. Se puede estimar de modo aproximado mediante la fórmula que se indica a continuación:

$$F = -11,16 + 5,962 \cdot \ln (\text{DBO}_5 \text{ soluble en el influente (mg/l)})$$

Cálculo en página 57.

**Factor de seguridad:** Factor de mayoración de la superficie calculada.

Valor del parámetro: 1,25

**Diámetro de los biodiscos:** Se hará un cálculo detallado del diámetro necesario para los biodiscos.

**Superficie específica bruta de los biodiscos:** Metros cuadrados de superficie útil para biomasa por metro cúbico de volumen bruto del conjunto de disco sobre un eje, en este volumen se incluye el propio eje y las separaciones entre los biodiscos.

**Porcentaje de los biodiscos sumergidos:**

Valor del parámetro: 40 %

**Concentración de SS en entrada al biológico:** la concentración de sólidos en suspensión que entran en los biodiscos en ppm.

**Velocidad ascensional en decantador secundario:** Velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la de la balsa cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro: 0,8

**Factor de producción de fangos:** Peso de sólidos generados por peso de DBO soluble eliminada en los biodiscos. Se puede estimar de modo aproximado mediante la fórmula que se indica a continuación:

$$F.P.F. = -0,0725 + 0,0215 * (\text{DBO soluble en el efluente})$$

Expresando la DBO en mg/l.

Parámetros de partida de los biodiscos tomados de Ricardo Isla de Juana. **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas.**

#### 5.6. Parámetros de partida del motor y estimación de DBO Soluble.

**Superficie de Biodiscos en el mismo eje:** Superficie de biodiscos en cada unidad de accionamiento eje-motor-reductor.

Valor del parámetro: 1498 m<sup>2</sup>.

**Revoluciones por minuto del Biodisco:** Número de vueltas dadas por el biodisco en un minuto. Puede ser variable cuando el accionamiento dispone de variador de velocidad.

Valor del parámetro: 1,5 r.p.m.

**Viscosidad del agua en la balsa de biodiscos:** Viscosidad del agua residual contenida en la balsa de biodiscos con la temperatura y concentración de sólidos de las condiciones de diseño.

Valor del parámetro: 1,10 (cp)

**Relación de DBO suspendida/sólidos en suspensión:** Peso de DBO contenido por unidad de peso de sólidos en suspensión.

Valor del parámetro: 0,6 por ser efluente primario.

Parámetros de partida del motor y estimación de DBO soluble, tomados de Ricardo Isla de Juana. **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas.**

### 5.7. Parámetros de partida de proceso de nitrificación.

**Máxima velocidad de Nitrificación, ( $r_{Nmax}$ )** es la cantidad de nitrógeno máximo que se podría convertir en nitrato en condiciones ideales. Se determina en función del pH del agua y de la Concentración de Oxígeno disuelto.

**Concentración de Oxígeno disuelto ( $S_{O_2}$ )**, es función de la temperatura.

**Concentración de semisaturación, ( $K_{S,O_2}$ )** es una constante que afecta al proceso de nitrificación. Varía entre 0 y 1

Valor del parámetro: 0,56

### 5.8. Parámetros de partida de proceso de desnitrificación.

**Máxima velocidad de desnitrificación, ( $r_{Dmax}$ )** es la cantidad de nitratos que las células son capaces de asimilar si las condiciones de anoxicidad son ideales.

Valor del parámetro: 300 mg / l-hora

Tratamiento biológico de aguas residuales industriales con alta carga de nitrógeno. Carrera, F.J. la Fuente y T. Vicent

**Concentración de Oxígeno disuelto ( $S_{O_2}$ )**, En el tanque Imhoff la concentración de oxígeno disuelto es muy baja, dado que es un proceso anaerobio. El valor oscila entre 0 y 5 mg/l.

**Constante de inhibición ( $K_{I,O_2}$ )**, la constante de inhibición se refiere a lo que se dificulta la asimilación de nitratos por parte de las células, debido a la presencia de oxígeno disuelto. Cuanto mayor sea la presencia de oxígeno disuelto, peor será el proceso de desnitrificación.

Parámetros de partida de nitrificación – desnitrificación, tomados de Nora C. Bertola<sup>1,2</sup>  
*Efectos de las condiciones ambientales sobre la velocidad de respiración de microorganismos nitrificantes.*

### 5.9. Parámetros de partida de eliminación del fósforo.

#### 5.9.1. Parámetros de partida de eliminación orgánica del fósforo.

**Concentración de fósforo**, concentración de fosforo en el proceso de nitrificación desnitrificación.

**Porcentaje de fósforo eliminado,** El porcentaje que son capaces de captar las células en condiciones anaerobias. Este proceso se ve favorecido por las bajas temperaturas.

Valor del parámetro: 3 al 12 %

### **5.9.2. Parámetros de partida para la eliminación de fósforo por precipitación.**

#### **5.9.2.1. Dosificación de coagulante.**

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Caudal máximo:** Caudal máximo que puede entrar en el tratamiento.

**Dosis de coagulante:** Concentración de reactivo en el agua residual es decir miligramos de reactivos dosificados por cada litro de agua a tratar.

Valor del parámetro: 100 mg / litro.

**Concentración del reactivo comercial:** Concentración del reactivo tal como se adquiere del suministrador.

Valor del parámetro: 400 (kg / tonelada)

**Densidad del reactivo comercial:**

Valor del parámetro: 1.419

**Autonomía del almacenamiento:** Número de días para los que se quiere disponer de reactivo en cantidad suficiente, para las condiciones de diseño, en el almacén de la planta.

Valor recomendado del parámetro: 15 días.

**Concentración de dosificación:** Concentración a la que se dosifica el reactivo al agua residual, después de disolución.

Valor del parámetro: 200 mg/l

**Horas de dosificación al día:** Número de horas en que se va a dosificar reactivo al tratamiento a tratar o número de horas de funcionamiento de la planta.

Valor del parámetro: 24 horas.

#### **5.9.2.2. Dosificación de Sulfato de Aluminio.**

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Concentración de fósforo en el agua a tratar:**

Valor de la concentración: 12,61 mg / l

**Concentración de fango separado:**

Valor usual de este parámetro: 35 kg/m<sup>3</sup>

Parámetros de partida para coagulante – floculante, tomados de Juan Antonio Sainz Sastre, **Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales.**

**5.10. Parámetros de partida del decantador secundario.**

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Velocidad ascensional a caudal de diseño,** velocidad media a la que asciende el agua por una superficie igual a la del decantador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor recomendado del parámetro: 0,8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>·h

**Tiempo medio de residencia a caudal de diseño,** tiempo medio que permanecería el agua residual en el decantador cuando el caudal tratado coincide con el caudal de diseño.

Valor del parámetro: 5 horas.

**Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba,** distancia desde el vertedero perimetral del decantador hasta la pared del decantador.

Valor del parámetro: 0,5 metros.

Parámetros de partida del decantador secundario, tomados de Ricardo Isla de Juana. **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas.**

**5.11. Parámetros de partida de la estación de cloración.**

**Caudal de diseño:** Caudal adoptado para base del cálculo.

**Caudal máximo:** Caudal máximo que puede entrar en el tratamiento.

**Dosis de cloro:** Miligramos de cloro puro (Cl<sub>2</sub>) a dosificar por cada litro de agua residual.

Valor del parámetro: 6 mg/l.

**Tiempo de contacto a caudal máximo:** Tiempo medio que permanecerá el agua residual en la balsa cuando el caudal tratado coincida con el caudal máximo.

Valor del parámetro: 15 minutos.

**Profundidad útil:** Profundidad de la balsa sin considerar el resguardo.

**Relación longitud/anchura de la balsa:** Resultado de dividir la longitud de la balsa entre la anchura de la balsa.

Parámetros de partida para la estación de cloración, tomados de Juan Antonio Sainz Sastre, **Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales.**

# Capítulo 6

## Cálculos realizados.

<b>6. Parámetros de partida y cálculos realizados.....</b>	<b>48</b>
<b>6.1. Cálculos del pozo de gruesos y rejas.....</b>	<b>48</b>
<b>6.2. Cálculos del pozo de bombeo y tamiz rotativo.....</b>	<b>50</b>
<b>6.3. Cálculos del Desarenador – Desengrasador.....</b>	<b>52</b>
<b>6.4. Cálculos del Tanque Imhoff. ....</b>	<b>54</b>
<b>6.5. Cálculos de los Biodiscos.....</b>	<b>56</b>
<b>6.6. Cálculos del motor y estimación de DBO Soluble. ....</b>	<b>61</b>
<b>6.7. Cálculos Nitrificación - Desnitrificación. ....</b>	<b>62</b>
<b>6.7.1. Cálculos Nitrificación.....</b>	<b>62</b>
<b>6.7.1.1. Agua a recircular para la Desnitrificación.....</b>	<b>63</b>
<b>6.7.2. Cálculos Desnitrificación. ....</b>	<b>64</b>
<b>6.8. Sobredimensionamiento de los tanques Imhoff.....</b>	<b>66</b>
<b>6.9. Calculo de los Biodiscos tras la recirculación. ....</b>	<b>67</b>
<b>6.10. Cálculos Eliminación de Fósforo.....</b>	<b>68</b>
<b>6.10.1. Cálculos de eliminación de fosforo por precipitación. ....</b>	<b>68</b>
<b>6.11. Cálculos del decantador secundario. ....</b>	<b>70</b>
<b>6.12. Cálculos de la estación de cloración.....</b>	<b>72</b>

## 6. Parámetros de partida y resultados obtenidos.

### 6.1. Cálculos del pozo de gruesos y rejillas de desbaste.

Cálculo del pozo de gruesos.

$$Volumen = \frac{166,67 \frac{m^3}{h} \cdot 2min}{60min/h} = 5,6 m^3$$

$$Superficie = \frac{166,67 \frac{m^3}{h} \cdot 1min}{60min/h \cdot 1m} = 2,8 m^2$$

$$Altura = \frac{5,6m^3}{2,8m^2} = 2 m$$

$$Largo = Ancho = \sqrt{2,8} = 1,67 \approx 2 m$$

Dadas las características del pozo de gruesos, se pueden poner unos raíles del ferrocarril en posición vertical, para así proteger a los equipos situados posteriormente.

Dimensiones de los raíles: 130 mm x 100 mm Perfil doble T.

De tal forma que dejando una separación de 200 mm entre estos necesitaremos poner:

$$N^{\circ} \text{ de barrotes} = \frac{2000 mm}{130mm + 100mm} = 8,7 \approx 9 \text{ barrotes}$$

Parámetros de partida descritos anteriormente de las rejillas de desbaste.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	166,67 m <sup>3</sup> /h
Caudal mínimo	25 m <sup>3</sup> /h
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia	0,90 m/s
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotes	12,00 mm
Distancia entre barrotes (Luz)	60,00 mm
Resguardo del canal	0,30 m
Angulo de inclinación de los barrotes	60°
Máxima colmatación entre dos limpiezas	30 %
Relación profundidad útil/anchura del canal	1,00

Tabla 6. 1 Parámetros de partida.



Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	83,5 m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo por línea	166,67 m <sup>3</sup> /h
Superficie útil del canal	0,04 m <sup>2</sup>
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia	0,63 m/s
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia	1,26 m/s
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja colmatada	1,80 m/s
Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño	0,61 m/s
Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo	0,19 m/s
Anchura del canal	0,3 m
Profundidad útil del canal	0,3 m
Profundidad total del canal	0,6 m

Tabla 6. 2 Parámetros calculados.

*En el anexo 14.1.1 se adjuntan una descripción detallada de los parámetros, así como los cálculos detallados de las rejillas de gruesos.*

[Hoja de característica de rejillas de desbaste giratorias autolimpiantes. Coutex]

**Valores de los parámetros del agua a la salida de las rejillas:**

Carga de DBO <sub>5</sub> :	250 mg/l
Carga de DQO:	625 mg/l
Carga de SS:	775 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

Dado que en las rejillas solo se eliminan las partículas de gran calibre como palos, trapos, plásticos y demás objetos que puedan ser arrastrados por el caudal de agua, los parámetros siguen siendo los iniciales.

## 6.2. Cálculos del pozo de bombeo y tamiz rotativo.

Cálculos del pozo de bombeo.

Las dimensiones de las bombas son:

Diámetro: 325 mm.

Separación entre bombas: 500 mm

Disposición: 2+1

$$\text{Ancho pozo} = 3 \cdot (325) + 4 \cdot (500) = 2975 \text{ mm} \approx 3 \text{ m}$$

*Lamina de agua como minimo de 700mm*

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Número de líneas en paralelo	2
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (SS)	775 mg/l
Eliminación de sólidos en suspensión	15 %
Luz del tamiz	0,50 mm
Porcentaje eliminado de DBO <sub>5</sub>	5 %

Tabla 6. 3 Parámetros de partida.

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	41,75 m <sup>3</sup> /h
Carga hidráulica máxima a caudal de diseño	52 m <sup>3</sup> /m ancho · h
Anchura útil de tamiz filtrante	3,15 m
Peso aproximado del tamiz en vacío	70 kg
Producción de fangos en el tamiz	14 kg/día
Carga hidráulica a caudal de diseño	30 m <sup>3</sup> /m ancho · h
Sólidos en suspensión a la salida del tamiz (SST)	658 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> en el efluente	237,5 mg/l

Tabla 6.4 Parámetros calculados.

*En el [anexo 14.1.2](#) se adjuntan una descripción detallada de los parámetros, así como los cálculos detallados del Tamiz.*

[Filtramas, S.A.]

**Valores de los parámetros del agua a la salida del tamiz:**

Carga de DBO <sub>5</sub> :	237,5 mg/l
Carga de SS:	658 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

En el tamiz se elimina una parte muy pequeña de materia orgánica y un 15 por ciento de sustancias sólidas en suspensión.

### 6.3. Cálculos del Desarenador – Desengrasador.

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Velocidad ascensional a caudal de diseño	15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Velocidad de paso a caudal de diseño	50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño	20 minutos
Número de líneas	2
Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h.
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño	0,02
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	2,5
Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño	0,15
Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	0,4

Tabla 6. 5 Parámetros de partida.

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	41,75 m <sup>3</sup> /h
Superficie horizontal	2,78 m <sup>2</sup>
Superficie transversal	0,84 m <sup>2</sup>
Volumen útil unitario	13,92 m <sup>3</sup>
Longitud	<b>6 m</b>
Profundidad útil	<b>4 m</b>
Anchura	<b>2 m</b>
Caudal total medio de aire necesario	44,53 m <sup>3</sup> /h
Producción normal de arena seca	0,04 m <sup>3</sup> /día
Producción máxima de arena seca con tormenta	0,21 m <sup>3</sup> /h
Producción normal de grasas y natas	0,30 m <sup>3</sup> /día
Concentración de SS en el efluente	394,8 mg/l

Tabla 6.6 Parámetros calculados.

*En el [anexo 14.1.3](#) se adjuntan una descripción detallada de los parámetros, así como los cálculos detallados del Desarenador - Desengrasador.*

*Los términos presentados en negrita, han sido modificados de los calculados inicialmente, por las características de diseño de los desarenadores desengrasadores.*

[Juan Antonio Sainz Sastre]

**Valores de los parámetros del agua a la salida del Desarenador - Desengrasador:**

Carga de DBO <sub>5</sub> :	237,5 mg/l
Carga de SS:	394,8 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

En el Desarenador - Desengrasador se eliminan una parte importante de arena que dificultara el tratamiento biológico posterior, así como gran parte de partículas de grasa que están flotando en el agua. Se considera una disminución de sólidos en suspensión de aproximadamente el 40 por ciento.

#### 6.4. Cálculos del Tanque Imhoff.

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Número de Habitantes equivalentes	10000
Dotación	200 l/habitante equivalente
Número de líneas	5
Producción de fangos	80 l/hab. · año
Meses transcurridos entre cada limpieza	6
Velocidad ascensional	1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo de retención	5 horas
Porcentaje de fangos eliminados en cada limpieza	66,66 %
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada al tanque	237,5 mg/l
Porcentaje de DBO <sub>5</sub> eliminado	30 %
Porcentaje de SS eliminados en el tanque	55 %

Tabla 6. 7 Parámetros de partida.

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Caudal de diseño unitario	16,67 m <sup>3</sup> /h
Superficie decantador	11,5 m <sup>2</sup>
Diámetro del Tanque Imhoff	4 m
Altura cilindro útil del decantador	2 m
Altura útil de la cámara de digestión	3 m
Altura útil del tanque Imhoff	7 m
Volumen total del tanque Imhoff	83,5 m <sup>3</sup>
Concentración de DBO <sub>5</sub> en el efluente	166,25 mg/l
Concentración de SS en el efluente	177 mg/l

Tabla 6.8 Parámetros calculados.

*En el anexo 14.1.4 se adjuntan una descripción detallada de los parámetros, así como los cálculos detallados de los Tanques Imhoff.*

- ✓ Los tanques Imhoff habrá que sobredimensionarlos, para poder hacer un retorno desde la salida de los biodiscos, para poder producir un efecto de desnitrificación.

**Valores de los parámetros del agua a la salida del tanque Imhoff:**

Carga de DBO <sub>5</sub> :	166,25 mg/l
Carga de SS:	177 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

En el tanque Imhoff, se producen tanto la digestión de materia orgánica, como la deposición en el fondo de partículas en suspensión. Dado que necesitaremos reducir los niveles de nitratos que se producen en los Biodiscos, con la recirculación del agua desde el decantador secundario hacia el tanque Imhoff nuevamente se producirá el proceso de desnitrificación que por estar antes del tratamiento primario se denomina predesnitrificación.

Tendremos que redimensionar los tanques para poder acoger una caudal de agua mayor. Los cálculos se presentan en el apartado 6.8.

### 6.5. Cálculos de los Biodiscos.

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Número de líneas	5
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en entrada biológico	166,25 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> soluble en salida biológico	25 mg/l
Factor de corrección por temperatura	1
F	❖ 19,32
Factor de seguridad	1,25
Diámetro de los biodiscos	🚦 2m
Superficie específica bruta de los biodiscos	❖ 225,6 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Sumergencia de los biodiscos	40 %
Concentración de SST en la entrada biodiscos	295 mg/l
Velocidad ascensional decantador secundario	0,8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Factor de producción de fangos	❖ 0,465

Tabla 6. 9 Parámetros de partida.

🚦 Cálculos detallados del diámetro de los biodiscos por línea. Gráficas utilizadas para los cálculos en Anexo 14.2.

Concentración de DBO<sub>5</sub> soluble en entrada biológico: 166,25 mg/l.

En la salida, no podemos exceder una concentración de DBO<sub>5</sub> soluble: 25 mg/l.

La diferencia entre entrada y salida es de: 166,25 – 25 = 141,25 mg/l es lo que tenemos que reducir la concentración de DBO<sub>5</sub>.

$$\% = \frac{141,25}{166,24} = 0,8496 \approx 85\%$$

Necesitamos un rendimiento en la etapa de biodiscos del 85%.

Según la gráfica 14.2.1. para una concentración de 166,24 mg/l se puede conferir una carga máxima de 25 g/mq/día.

Dimensionaremos en función del caudal.

200 litros/día · 2000 habitantes/por línea = 400000 litros/día = 400 m<sup>3</sup>/día por línea de biodiscos.

Según la gráfica 10.5.2. se observa que con una concentración de 166,25 mg/l para obtener un rendimiento del 85% necesitan 9,4 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> = 9,4 m<sup>2</sup> x 400 m<sup>3</sup> = 3760 m<sup>2</sup>.



Dicho valor de superficie tiene que ser corregido con el coeficiente “X” de la *Tabla 6.9.1* y entonces la superficie necesaria será 1,285 y entonces la superficie necesaria será de:  $3760 \times 1,285 = 4831,6 \text{ m}^2$ .

Coeficiente “X”	Población
1,0	$\geq 10000$
1,1 – 1,2	10000 – 5000
1,2 – 1,3	5000 – 1500
1,3 – 1,5	1500 – 400
1,5	$\leq 400$

\*Tabla 6.9.1 Coeficiente “X”

Tendremos también en cuenta otro coeficiente de corrección “Y” que es en función de las etapas de los biodiscos. *Tabla 6.9.2*.

“Y”	Número etapas
1,0	Dos etapas
0,90	Tres etapas
0,85	Cuatro etapas

\*Tabla 6.9.2 Coeficiente “Y”

Como en este caso tomaremos un biodiscos de 3 etapas, necesitamos multiplicar la superficie por 0,9 y obtenemos:  $4831,6 \times 0,9 = 4348,44 \text{ m}^2 \approx 4350 \text{ m}^2$ .

Con esta superficie buscando en la tabla de características de los biodiscos (*Anexo 10.6*) **Obtenemos un diámetro necesario de 2 m.**

Con los **biodiscos tipo 18P de diámetro 2 m y ancho 2,1 m** se obtiene una superficie total de **4467 m<sup>2</sup>**.

❖ Los factores de corrección se calculan con las formulas indicadas en el apartado anterior.

$$F = -11,16 + 5,962 \cdot \ln(\text{DBO}_5 \text{ soluble en el influente (mg/l)})$$

$$F = -11,16 + 5,962 \cdot \ln(166,25) = 19,32$$

$V = \pi \cdot 2^2 / 4 \cdot 3 = 9,43 \text{ m}^3$  por cada biodisco x 15 biodiscos =  $141,372 \text{ m}^3$  los 15 biodiscos que tiene la planta.

$$\text{Superficie especifica bruta biodiscos} = 6381 \cdot 5 / 141,372 = 225,7 \text{ m}^2/\text{m}^3.$$

F.P.F. =  $-0,0725 + 0,0215 \cdot (\text{DBO soluble en el efluente})$

F.P.F. =  $-0,0725 + 0,0215 \cdot (25) = 0,465$

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	16,67 m <sup>3</sup> /h
Rendimiento esperado de DBO	85 %
Kilos de DBO soluble alimentados por línea y día	66,5 Kg
Kilos de DBO soluble alimentados por día	332,5 Kg
Superficie de biodiscos por línea	4467 m <sup>2</sup>
Superficie de biodiscos total	22335 m <sup>2</sup>
Volumen de biodiscos por línea	19,8 m <sup>3</sup>
Volumen de biodiscos total	99 m <sup>3</sup>
Carga superficial	15 g DBO/día·m <sup>2</sup>
Superficie mínima 1ª etapa por línea	2128 m <sup>2</sup>
Volumen útil mínimo recomendado de balsa por línea	12 m <sup>3</sup>
Longitud de biodiscos por línea	6,5 m
Concentración de SS en la salida de biodiscos	361 mg/l
Producción de fangos biológicos en el decantador secundario	725 kg/día
Tiempo de permanencia en Secundario	84 minutos

Tabla 6.10 Parámetros calculados.

- Caudal de diseño por línea:  $83,5/5 = 16,67 \text{ m}^3/\text{h}$ .
- Rendimiento esperado de DBO: Calculado en el diámetro. 85 %
- Kilos de DBO soluble alimentados por línea y día:

$$Kg \text{ DBO} = \frac{Qd \cdot 24 \cdot DBO_0}{1000} = \frac{16,67 \cdot 24 \cdot 166,25}{1000} = 66,5 \frac{kg \text{ DBO}}{\text{línea} \cdot \text{día}}$$

- Kilos de DBO soluble alimentados por día:

$$Kg \text{ DBO día} = Kg \text{ DBO} \cdot n^{\circ} \text{ líneas} = 66,5 \cdot 5 = 332,5 \frac{Kg \text{ DBO}}{\text{día}}$$

- Superficie de biodiscos por línea: Calculado en apartado anterior. 4467 m<sup>2</sup>.
- Superficie de biodiscos total:  $4457 \cdot 5 = 22335 \text{ m}^2$ .
- Volumen de biodiscos por línea:  $V_{\text{línea}} = \pi \cdot 2^2/4 \cdot 2,1 = 6,6 \times 3 = 19,8 \text{ m}^3$ .
- Volumen de biodiscos total:  $V_{\text{total}} = 19,8 \times 5 = 99 \text{ m}^3$

- Carga superficial (gr. DBO/día·m<sup>2</sup>):

$$C.S. = \frac{\frac{KgDBO}{día} \cdot 1000}{m^2 \text{ biodiscos}} = \frac{332,5 \cdot 1000}{22335} = 14,88 \approx 15 \frac{gDBO}{m^2 \text{ día}}$$

- Superficie mínima 1ª etapa por línea:

$$S. 1^{a} \text{ etapa} = \frac{KgDBO \text{ línea} \cdot 31,26}{1000} = \frac{66,5 \cdot 31,26}{1000} = 2127,7 \approx 2128 \text{ m}^2$$

- Volumen útil mínimo recomendado de balsa por línea:

$$V_{\text{línea}} = V_{\text{biodiscos línea}} \cdot \% \text{ sumerg} \cdot 1,5 = 19,8 \cdot 0,4 \cdot 1,5 = 11,88 \approx 12 \text{ m}^3$$

- Longitud de biodiscos por línea:

$$Long. = \frac{\frac{m^2 \text{ biodiscos} \cdot 4}{m^2 / m^3 \text{ biodiscos}}}{\pi \cdot D^2} = \frac{4467 \cdot 4}{\pi \cdot 2^2} = 6,3 \approx 6,5 \text{ metros}$$

- Concentración de SST en la salida de biodiscos:

$$\begin{aligned} SS \text{ salida} &= SS \text{ entrada} + FPF \cdot (DBO_{ent} - DBO_{sal}) \\ &= 295 + 0,465 \cdot (166,25 - 25) = 360,68 \approx \frac{361 \text{ mg}}{\text{litro}} \end{aligned}$$

Tras los biodiscos habrá que decantar nuevamente el agua para eliminar las SST.

- Producción de fangos biológicos:

$$P.F. = \frac{Q \cdot 24 \cdot SS \text{ salida}}{1000} \cdot \left( 1 - \frac{V_{\text{ascensional}} \cdot 0,039}{1,9 - V_{\text{ascensional}}} \right) = 722,5 \approx 723 \frac{kg}{día}$$

\*NOTA: Los coeficientes de corrección aplicados a los biodiscos son referidos a:

Coefficiente X es el factor de corrección para el cálculo de la superficie necesaria de biodiscos, es mayor que uno ya que al diseñarse cada línea para una población de 2000 H.E. el rendimiento no es tan bueno y se necesita una mayor superficie de biodiscos.

Coeficiente Y al producirse el proceso en tres etapas de biodiscos, la superficie puede ser menor ya que de una etapa a otra, las concentraciones de DBO<sub>5</sub> mejoran de la primera a la tercera.

**Valores de los parámetros del agua a la salida de los biodiscos:**

Carga de DBO <sub>5</sub> :	25 mg/l
Carga de SS:	361 mg/l
TKN	52 mg/l
Fosforo:	13 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

En la salida de los biodiscos ya se alcanza la concentración de DBO<sub>5</sub> deseado que es de 25 mg/l. La concentración de sustancias en suspensión aumenta dado que con la acumulación de fangos en la corteza de los biodiscos, alguna muere al no recibir oxígeno, produciéndose un desprendimiento gradual de la materia adherida.

**6.6. Cálculos del motor y estimación de DBO Soluble.**

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Superficie de Biodiscos en el mismo eje	1498 m <sup>2</sup>
Revoluciones por minuto del Biodiscos	1,5 r.p.m.
Viscosidad del agua en la balsa de biodiscos	1,10
Concentración de DBO en la entrada al biológico	166,25 mg/l
Relación de DBO suspendida/sólidos en suspensión	0,6

Tabla 6.11 Datos de Partida

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Potencia absorbida estimada	0,3 kW
Potencia mínima recomendada para el motor	0,4 kW
Velocidad periférica de los biodiscos	9,5 m/min
Concentración estimada de DBO <sub>5</sub> soluble en influente	10,5 mg/l

Tabla 6.12 Parámetros calculados

## 6.7. Cálculos Nitrificación - Desnitrificación.

### 6.7.1. Cálculos Nitrificación.

La velocidad de nitrificación depende de la cantidad de oxígeno disuelto en la balsa de los biodiscos, ya que los biodiscos están girando ininterrumpidamente, podemos decir que la cantidad de oxígeno disuelto en el agua es elevado. La dependencia que la nitrificación tiene del oxígeno puede describirse mediante una cinética de Monod:

$$r_N = r_{Nmax} \cdot \frac{S_{O_2}}{K_{S,O_2} + S_{O_2}}$$

donde,

$r_N$  = Velocidad de Nitrificación, mg N / hora

$r_{Nmax}$  = Máxima velocidad de Nitrificación, mg N / hora

$S_{O_2}$  = Concentración de Oxígeno disuelto mg  $O_2$  / l

$K_{S,O_2}$  = Concentración de semisaturación, mg  $O_2$  / l

La influencia del oxígeno disuelto en la velocidad de nitrificación es función de la constante de semisaturación del oxígeno ( $K_{S,O_2}$ ). En la siguiente tabla se muestran distintos valores de la constante  $K_{S,O_2}$ .

$K_{S,O_2}$ (mg $O_2$ / l)
0,45 – 0,56

Tabla 6.13 Constante de semisaturación de oxígeno disuelto  
[Carrera, F.J. la Fuente y T. Vicent]

El valor de  $S_{O_2}$  es de 40 mg  $O_2$  / l hora, ya que el pH del agua que entra en los biodiscos es de 7 aproximadamente.

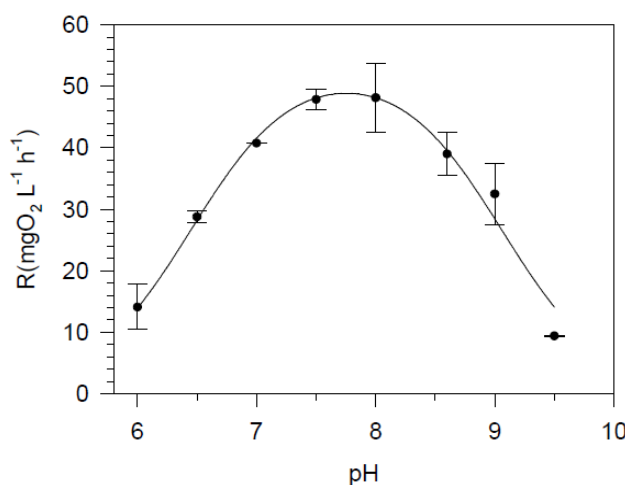


Figura 3. Efecto del pH en la velocidad de respiración de los microorganismos nitrificantes.  
[Nora C. Bertola, Fabricio Ruiz, Edgardo M. Contreras]

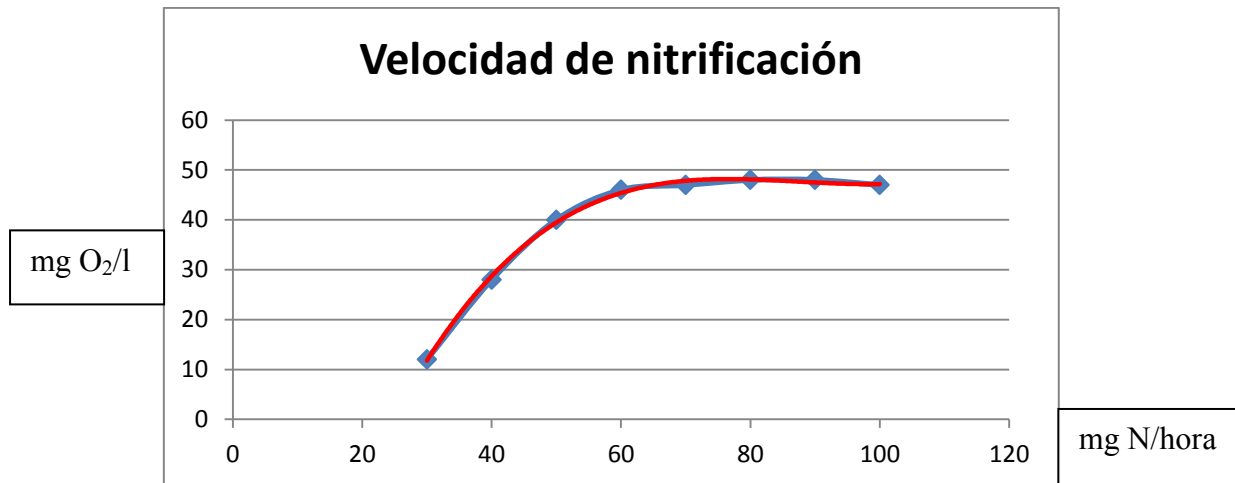


Figura 4 Velocidad máxima de nitrificación.

El valor de  $r_{N_{max}}$  será de acuerdo a la gráfica, 52 mg N / hora. Con lo que obtendremos una velocidad de nitrificación de:

$$r_N = 52 \cdot \frac{40}{0,56 + 40} = 51,3 \frac{mgN}{hora}$$

Dado que el agua permanece en el tanque de biodiscos más de una hora, se produce una nitrificación total, ya que los 0,7 mg restantes no se pueden convertir en nitrato, debido a la disponibilidad de oxígeno existente.

#### 6.7.1.1. Agua a recircular para la Desnitrificación.

Dado que en el efluente final puede haber una concentración máxima de 15 mg / l, tendremos que hacer recircular el agua hacia los tanques Imhoff para poder producir el proceso de desnitrificación.

Inicialmente tendremos 52mg/l de  $NO_3^-$  con lo que podremos dejar fluir 10mg/l, para dejar un margen de seguridad por si el proceso de desnitrificación no fuese total.

$$Caudal\ de\ agua\ a\ recircular = \frac{16,7m^3 \cdot 42}{52} = 13,5\ m^3$$

Se hace recircular el **80 por ciento** del caudal de agua hacia los tanques Imhoff.

### 6.7.2. Cálculos Desnitrificación.

El Oxígeno disuelto inhibe la desnitrificación en los tanques Imhoff, el proceso de desnitrificación es un proceso anaerobio, por lo que la presencia de oxígeno hace que las células no lo procesen de una forma adecuada.

La velocidad de desnitrificación viene dada por la siguiente ecuación:

$$r_D = r_{Dmax} \cdot \frac{K_{I,O_2}}{K_{I,O_2} + S_{O_2}}$$

Donde,

$r_D$  = Velocidad de desnitrificación, mg N / hora

$r_{Dmax}$  = Máxima velocidad de desnitrificación, mg N / hora

$S_{O_2}$  = Concentración de Oxígeno disuelto mg  $O_2$  / l

$K_{I,O_2}$  = Constante de inhibición, mg  $O_2$  / l

La inhibición de la velocidad de desnitrificación por oxígeno disuelto es función de la constante  $K_{I,O_2}$ .

$K_{I,O_2}$ mg $O_2$ / l
0,38

Tabla 6.14 Constante de inhibición por oxígeno disuelto  
[Carrera, F.J. la Fuente y T. Vicent]

Con la recirculación la desnitrificación tiene que producir un efluente de 5mg/l de nitrógeno. Por lo que tendremos que tener el 88 por ciento de desnitrificación.

$$r_D = 300 \cdot \frac{0,38}{0,38+4,9} = 21,6 \frac{\text{mgN}}{\text{hora}}$$

Dado que el agua permanece 2 horas en los tanques Imhoff, se produce una desnitrificación suficiente. Sera de 43,2 mg N / l eliminados.

Dado que en el tanque Imhoff, la concentración de oxígeno disuelto es bastante baja, 4,9 mg / l, los organismos y especies sensibles desaparecen, facilitando así la aparición de bacterias que asimilan nitrógeno en vez de oxígeno.

Por otro lado al producirse la desnitrificación en el tanque, las bacterias consumen una mayor cantidad de  $DBO_5$  con lo que la concentración en el efluente se reducirá considerablemente. Se consume un 15 por ciento más de materia orgánica con estas condiciones que con las iniciales.



Con los datos del proceso de Nitrificación – Desnitrificación, tendremos que redimensionar los tanques Imhoff y los biodiscos. Con el nuevo redimensionamiento de la EDAR, se obtendrán unos valores mucho mejores en el efluente final.

A continuación se presentaran los cálculos del sobredimensionamiento de los tanques Imhoff y de las balsas de los biodiscos para poder aceptar el nuevo caudal de agua.

En el proceso de nitrificación y desnitrificación se produce una pequeña reducción del fósforo por el método de eliminación orgánica. Esta eliminación se produce en un porcentaje muy pequeño. Aproximadamente de entre un 3 y un 12 por ciento.

Por lo que la concentración de fosforo será:

$$[\text{fósforo}] = 13 - (13 \cdot 0,03) = 12,61 \frac{\text{mg}}{\text{litro}}$$

**Características del agua que recircula hacia los tanques Imhoff:**

Caudal:	13,5 m <sup>3</sup> /h
Carga de DBO <sub>5</sub> :	25 mg/l
Carga de SS:	361 mg/l
Nitrógeno Total:	52 mg/l
Fosforo:	12,61 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

### 6.8. Sobredimensionamiento de los tanques Imhoff.

Dado que se produce una recirculación de parte del caudal de agua a la salida de los biodiscos, la disolución que se hace entrar en el Tanque Imhoff, está diluida con respecto a la disolución inicial. El cálculo de la nueva concentración de DBO<sub>5</sub> vendrá determinado por la siguiente expresión:

$$(Q_o + Q_R) \cdot [C_{licor}] = Q_o \cdot [C_o] + Q_R [C_R]$$

$$[C_{licor}] = \frac{Q_o \cdot [C_o] + Q_R \cdot [C_R]}{(Q_o + Q_R)} = \frac{16,67 \cdot 237500 + 13,5 \cdot 25000}{16,67 + 13,5} = 142,413 \frac{mg}{l}$$

Con los sólidos (SS) en suspensión pasa lo mismo.

$$(Q_o + Q_R) \cdot [C_{licor}] = Q_o \cdot [C_o] + Q_R [C_R]$$

$$[C_{licor}] = \frac{Q_o \cdot [C_o] + Q_R \cdot [C_R]}{(Q_o + Q_R)} = \frac{16,67 \cdot 394800 + 13,5 \cdot 361000}{16,67 + 13,5} = 380 \frac{mg}{l}$$

Parámetros de partida tras la recirculación.

Concentración SS en el influente	380 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada al tanque	142,5 mg/l
Velocidad ascensional	1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Porcentaje de DBO <sub>5</sub> eliminado	30 %
Porcentaje de SS eliminados en el tanque	55%
Concentración de NO <sub>3</sub>	42 mg/l
Tiempo de retención	5 horas

Tabla 6.15 Datos de partida

Parámetros calculados a partir de los parámetros obtenidos de la recirculación.

Caudal de diseño unitario	30 m <sup>3</sup> /h
Superficie del Tanque Imhoff	20 m <sup>2</sup>
Diámetro del Tanque Imhoff	5 m
Altura cilindro útil del decantador	2 m
Altura útil de la cámara de digestión	3,5 m
Altura útil del tanque Imhoff	7,5 m
Volumen total del tanque Imhoff	150 m <sup>3</sup>
Concentración de DBO <sub>5</sub> en el efluente	99,75 mg/l
Concentración de NO <sub>3</sub> en el efluente	0 mg/l
Concentración de SST en el efluente	171 mg/l

Tabla 6.16 Parámetros calculados

**6.9. Calculo de los biodiscos tras la recirculación.**

Caudal de diseño por línea	30,17 m <sup>3</sup> /h
Rendimiento esperado de DBO	75 %
Kilos de DBO soluble alimentados por línea y día	73 kg
Kilos de DBO soluble alimentados por día	362 kg
Superficie de biodiscos por línea	4467 m <sup>2</sup>
Superficie de biodiscos total	22335 m <sup>2</sup>
Volumen de biodiscos por línea	19,8 m <sup>3</sup>
Volumen de biodiscos total	99 m <sup>3</sup>
Carga superficial	16,5 g DBO/día·m <sup>2</sup>
Superficie mínima 1ª etapa por línea	2310 m <sup>2</sup>
Volumen útil mínimo recomendado de balsa por línea	12 m <sup>3</sup>
Longitud de biodiscos por línea	6,5 m
Concentración de SS en la salida de biodiscos	205 mg/l
Producción de fangos biológicos en el decantador secundario	745 kg/día
Tiempo de permanencia en Tratamiento Secundario	84 minutos

Tabla 6.17 Parámetros calculados

Dado que en el tanque Imhoff se mejoran las condiciones del afluente de los biodiscos los resultados apenas varían, y con los mismos biodiscos que calculamos anteriormente, se consiguen unos resultados óptimos en el efluente final, donde antes de la eliminación de fósforo por precipitación, lo único que necesitaremos será la deposición de sólidos en suspensión.

**Características del agua que sale de los biodiscos:**

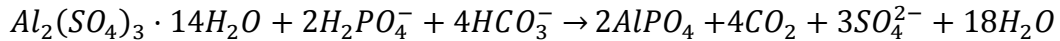
Caudal:	30,17 m <sup>3</sup> /h
Carga de DBO <sub>5</sub> :	25 mg/l
Carga de SS:	205 mg/l
Nitrógeno total:	15 mg/l
Fosforo:	12,61 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

**Dado que la recirculación es continua, el agua solo estará falta de pasar por el decantador secundario y por el proceso de precipitación de fósforo.**

## 6.10. Cálculos Eliminación de Fósforo.

### 6.10.1. Cálculos de eliminación de fosforo por precipitación (Coagulación-Floculación).

La ecuación de la reacción que se produce para la eliminación química del fósforo es:



Los requerimientos estequiométricos para producir la coagulación del fósforo serán de 9,6 gramos de sulfato de aluminio por cada gramo de fósforo eliminado.

El agua a tratar posee 13 mg/l de fósforo, por lo que será necesario añadir 150ppm:

$$2000 \frac{m^3}{día} \cdot 110 \frac{g}{m^3} = 220000 \frac{g}{día} = 220 \frac{kg}{día}$$

Es la dosis máxima diaria de Sulfato de aluminio que deberemos suministrar.

El Sulfato de aluminio comercial, tiene una concentración máxima de 48,5 % en peso.

Por lo que:  $\frac{220 \cdot 100}{48,5} = 453,6 \frac{kg}{día}$  es la dosis diaria de Sulfato comercial

Dado que se vende en líquido y su densidad es de 1,335 kg/litro.

$$\frac{453,6}{1,335} = 339,78 \frac{litros}{día} \text{ ó lo que es lo mismo } \frac{339,78}{24} = 14,15 \frac{litros}{hora}$$

Por razones de seguridad, la capacidad de dosificación se duplicara, para que de esa forma ante posibles aumentos puntuales se tenga capacidad de reacción. Se utilizaran 2 bombas de dosificación, por si se produjese una avería.

La dosificación de Polielectrolito, se hará utilizando una máquina en la cual, tras el suministro de este en polvo, la maquina prepara una disolución de 0,1% en peso.

La coagulación se producirá usando una agitación rápida, para así romper la estabilidad coloidal y formar coágulos. Tras la coagulación en la cámara de biodiscos, se produce la floculación, en la que los coágulos son atraídos y unidos para formar flóculos, fácilmente decantables en el decantador secundario. Para el proceso de floculación la agitación debe de ser muy lenta. En este caso se realiza con el lento giro de los biodiscos.

*Cálculos de la cámara de coagulación y floculación en los anexos 14.1.5 y 14.1.6.*

**Características del agua que sale de los biodiscos con la eliminación de fósforo:**

Caudal:	30,17 m <sup>3</sup> /h
Carga de DBO <sub>5</sub> :	25 mg/l
Carga de SS:	205 mg/l
Nitrógeno total:	15 mg/l
Fosforo:	2 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

**6.11. Cálculos del decantador secundario.**

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Velocidad ascensional a caudal de diseño	0,8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño	5 horas
Número de líneas	2
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba	0,5 m

Tabla 6.18 Datos de partida

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	41,75 m <sup>3</sup> /h
Superficie del decantador	52,2 m <sup>2</sup>
Diámetro interno	8,5 m
Volumen cilíndrico útil unitario	209 m <sup>3</sup>
Profundidad cilíndrica útil	4 m
Longitud de vertedero por decantador	26,7 m
Carga máxima sobre vertedero	1,56 m <sup>3</sup> /m·h

Tabla 6.19 Parámetros calculados

Parámetros de partida en la entrada del decantador secundario.

Eliminación de sólidos en suspensión	85 %
Eliminación de DBO <sub>5</sub>	2 %
Concentración de sólidos en suspensión en la entrada del decantador	205 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada del decantador	25 mg/l
Concentración del fango decantado	20 kg/m <sup>3</sup>

Tabla 6.20 Datos de partida

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Producción de fangos	175 kg/día d sólidos
Producción media de fangos	7,25 kg/hora de sólidos
Caudal medio de fangos	0,36 m <sup>3</sup> /h
Concentración de sólidos en suspensión en la salida de decantación	30,75 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la salida del decantador	24,5 mg/l

Tabla 6.21 Parámetros calculados

*En el anexo 14.1.7 se adjuntas los cálculos necesarios para el decantador secundario.*

**Características del agua que sale del decantador secundario:**

Caudal:	83,5 m <sup>3</sup> /h
Carga de DBO <sub>5</sub> :	24,5 mg/l
Carga de SS:	30,75 mg/l
Nitrógeno total:	15 mg/l
Fosforo:	2 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

**6.12. Cálculos de la estación de cloración.**

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Dosis de cloro	6 mg/l
Número de líneas	1
Tiempo de contacto a caudal máximo	15 minutos
Profundidad útil	2 metros
Relación longitud/anchura de la balsa	1,4

Tabla 6.22 Datos de partida

Parámetros calculados a partir de los parámetros de partida.

Caudal de diseño por línea	83,5 m <sup>3</sup> /h
Consumo medio de cloro	12,1 kg / día
Volumen útil de la balsa	21 m <sup>3</sup>
Superficie unitaria de la balsa	10,5 m <sup>2</sup>
Longitud balsa	3,9 m
Anchura balsa	2,7 m

Tabla 6.23 Parámetros calculados

Por facilidades constructivas, la balsa de cloración será de 4x3x2 metros.

**La estación de cloración, solo se usará en caso de que se detecte alguna anomalía de carácter microbiano, bacteriano o infeccioso en el agua tratada. Es de emergencia. Por lo que si el proceso se lleva a cabo de forma adecuada, no se tendrá que usar nunca.**

*Cálculos detallados en el anexo 14.1.8 de la estación de cloración.*



# Capítulo 7

## Descripción de los equipos utilizados.

<b>7. Descripción de los equipos utilizados.</b> .....	<b>74</b>
<b>7.1. Rejas de Desbaste.</b> .....	<b>74</b>
<b>7.2. Tamiz.</b> .....	<b>75</b>
<b>7.3. Bombas.</b> .....	<b>76</b>
<b>7.4. Tanque Imhoff.</b> .....	<b>77</b>
<b>7.5. Sonda de nivel.</b> .....	<b>78</b>
<b>7.6. Motor reductor.</b> .....	<b>79</b>
<b>7.7. Biodiscos.</b> .....	<b>80</b>
<b>7.8. Depósito estación de cloración.</b> .....	<b>81</b>
<b>7.9. Bomba dosificadora.</b> .....	<b>82</b>
<b>7.10. Depósito de coagulante.</b> .....	<b>83</b>
<b>7.11. Dosificador de coagulante.</b> .....	<b>84</b>
<b>7.12. Depósito de floculante.</b> .....	<b>85</b>
<b>7.13. Bomba dosificadora.</b> .....	<b>86</b>
<b>7.14. Bombas de fangos.</b> .....	<b>87</b>

## 7. Descripción de los quipos utilizados.

### 7.1. Rejas de Desbaste.

#### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

---

**EQUIPO** : REJA GIRATORIA DE DESBASTE.

**SERVICIO** : DESBASTE DE GRUESOS.

**MARCA** : FILTRAMASSA O SIMILAR.

**MODELO** : RG/2.

#### Características

---

**Medidas** : 300 x 300 mm.  
**Altura de canal** : 700 mm.  
**Ángulo de instalación** : 60°  
**Luz entre barrotes** : 60 mm.  
**Barrotes** : 12 mm.  
**Anclaje** : Sobre muro, mediante tacos expansivos.  
**Limpieza** : Automática.

#### Material

---

**AISI 304**

**7.2. Tamiz.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO : TAMÍZ ROTATIVO AUTOLIMPIANTE.**

**SERVICIO : DESBASTE DE FINOS.**

**MARCA : COUTEX O SIMILAR.**

**MODELO : TC.**

**Características**

---

**Luz de malla : 1,5 mm.**  
**Capacidad : 150 m<sup>3</sup> / hora.**  
**Longitud total : 760 mm.**  
**Anchura total : 670 mm.**  
**Altura total : 800 mm.**

**Material**

---

**Cuerpo : AISI 304**

**Tubo limpieza : AISI 304**

**Malla : AISI 304**

**Bridas : Aluminio**

**7.3. Bombas.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO : BOMBA SUMERGIBLE.****SERVICIO : POZO DE BOMBEO.****MARCA : ABS O SIMILAR.****MODELO : AFP 0831 15/4 (6).****Características**

---

**Tipo** : Sumergible.  
**Paso de sólidos** : 80 mm.  
**Tensión nominal** : 400 Voltios (Trifásico)  
**Potencia absorbida** : 2,51 kW.  
**Potencia en el eje** : 1,95 kW.  
**Intensidad nominal** : 4,65 A.  
**Velocidad** : 1450 rpm.  
**Arranque** : Directo.  
**Tipo de cable** : Cable de neopreno 7G1.5  
**Peso** : 84 kg.

**Materiales**

---

**Alojamiento del motor** : **Fundición gris GG 25**  
**Eje del rotor** : **AISI 420**  
**Impulsor** : **Fundición gris GG 25**  
**Voluta** : **Fundición gris GG 25**  
**Tornillería exterior** : **AISI 316**

**7.4. Tanque Imhoff.****Coeficiente de seguridad:**

---

Nivel de control de ejecución: Normal  
 Situación de proyecto: Persistente o transitoria  
 Sobre las acciones: 1,50  
 Sobre el acero: 1,15  
 Sobre el hormigón: 1,50

**Materiales:**

---

**Tipo de Hormigón:** HA-30 / P / 20 / IV + Qb  
 Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>): 30  
 Tipo de consistencia: Plástica  
 Diámetro máximo del árido (mm): 20

**Ambiente:**

Tipo de Ambiente: IV + Qb  
 Ancho máximo de fisura (mm): 0,10  
 Recubrimiento nominal (mm): 50

**Tipo de Acero:** B500S

Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>): 500

**Terreno:**

---

**Características del Terreno de Cimentación:**

Naturaleza: Terrenos coherentes  
 Característica: Arcillosos semiduros  
 Presión admisible (N/mm<sup>2</sup>): 0,20

**Características del Terreno Lateral:**

Característica: Arcillosos semiduros  
 Clase: Arcilla  
 Peso Específico (kN/m<sup>3</sup>): 21,00  
 Ángulo de Rozamiento Interno (°): 20,0  
 Talud del Terreno (°): 0,0  
 Coeficiente de Empuje Activo: 0,49

**Características del contenido del depósito:**

---

Clasificación: Líquidos  
 Tipo: Agua  
 Peso Específico (kN/m<sup>3</sup>): 10,00  
 Ángulo de Rozamiento Interno (°): 0,0  
 Ángulo en Reposo (°): 0,0  
 Coeficiente de Empuje Activo: 1,00

**7.5. Sonda de nivel.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO** : **SONDA DE NIVEL.**  
**SERVICIO** : **CONTROL EN POZO DE BOMBEO.**  
**MARCA** : **FILSA O SIMILAR.**

**Características**

---

**Tipo** : **Boya**  
**Temperatura** : **0 – 60 °C**  
**Microruptor** : **Inversor de 10 A (250 V)**  
**Cubierta** : **Polipropileno**  
**Longitud cable** : **2 - 5 m**

**7.6. Motores reductores****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

<b><u>EQUIPO</u></b>	:	<b>MOTOR REDUCTOR</b>
<b><u>SERVICIO</u></b>	:	<b>ACCIONAMIENTO DE GIRO DE BIODISCOS</b>
<b><u>MARCA</u></b>	:	<b>WEG o Similar</b>
<b><u>MODELO</u></b>	:	<b>W21</b>

**Características**

---

<b>Tensión</b>	:	<b>460 V</b>
<b>Sistema de aislamiento</b>	:	<b>WISE</b>
<b>Potencia</b>	:	<b>Desde 0,12 hasta 11 Kw</b>
<b>Carga de conexiones</b>	:	<b>Regulable hasta 90°</b>

**Material**

---

**Carcasa:**     **Aluminio**

## 7.7. Biodiscos.

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

<b><u>EQUIPO</u></b>	:	<b>MODULO COMPACTO BIODISCOS</b>
<b><u>SERVICIO</u></b>	:	<b>ELIMINACIÓN DE DBO<sub>5</sub></b>
<b><u>MARCA</u></b>	:	<b>PMT</b>
<b><u>MODELO</u></b>	:	<b>BDE/DL-2600</b>

**Características**

---

<b>Longitud Biodiscos</b>	:	2,1 metros
<b>Diámetro Biodiscos</b>	:	2 metros
<b>Número de bloques</b>	:	5 Bloques
<b>Nº discos por bloque</b>	:	3 Discos por bloque
<b>Nº total discos</b>	:	15 Discos
<b>Superficie por disco</b>	:	4467 m <sup>2</sup>
<b>Superficie total</b>	:	22335 m <sup>2</sup>
<b>Distancia entre discos</b>	:	0,5 metros
<b>Porcentaje Sumergencia</b>	:	40 %

**Material**

---

<b>Eje diámetro 90 mm macizo</b>	:	<b>Inoxidable cromado DIN 316L</b>
<b>Tornillería</b>	:	<b>Inoxidable DIN 316 L</b>
<b>Estructura</b>	:	<b>Inoxidable DIN 316 L</b>
<b>Cuba</b>	:	<b>Polipropileno resistente UV</b>
<b>Biodiscos</b>	:	<b>Polipropileno (2 mm de grosor)</b>
<b>Superficie específica</b>	:	<b>1:1</b>
<b>Cubierta</b>	:	<b>Poliéster RAL 8001ó 6005</b>
<b>Rotor</b>	:	<b>SNR</b>



**7.8. Depósito estación de cloración.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO : DEPOSITO DE POLIETILENO.**

**SERVICIO : DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO.**

**MARCA : TIMSA O SIMILAR.**

**Características**

---

**Capacidad : 230 l**  
**Diámetro : 575 mm**  
**Altura : 940 mm**

**Materiales**

---

**Material conjunto depósito : Polietileno (PE)**

**Conexiones**

---

**Tapa de llenado : Roscada**

**Nivel visual gravado : Gravado**

**Válvula de vaciado : 1/2”G**

**Accesorios**

---

**Refuerzo PVC para la instalación de la bomba dosificadora.**

**7.9. Bomba dosificadora.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

<b><u>EQUIPO</u></b>	:	<b>BOMBA DOSIFICADORA.</b>
<b><u>SERVICIO</u></b>	:	<b>DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO</b>
<b><u>MARCA</u></b>	:	<b>LANG O SIMILAR.</b>
<b><u>MODELO</u></b>	:	<b>E10 014 PV 10 FPG</b>

**Características**

---

<b>Caudal máximo</b>	:	1,4 l/h
<b>Contrapresión máxima</b>	:	10 bares
<b>Regulación manual</b>	:	Caudal desde 0 – 100 %

**Materiales**

---

<b>Cabezal y válvulas</b>	:	PVDF
<b>Membrana</b>	:	PTFE

**Conexiones**

---

**Conexiones de aspiración e impulsión:** Para tubo flexible de 4\*6 mm

**Accionamiento**

---

<b>Motor</b>	:	Monofásico, 220 V
<b>Potencia instalada</b>	:	10 W
<b>Frecuencia</b>	:	50 Hz
<b>Resistencia</b>	:	IP-65

**7.10. Depósito de coagulante.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO : DEPOSITO DE POLIETILENO.**

**SERVICIO : DOSIFICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO.**

**MARCA : TIMSA O SIMILAR.**

**Características**

---

**Capacidad : 24600 litros**

**Diámetro : 2570 mm**

**Altura : 5450 mm**

**Materiales**

---

**Material conjunto depósito : Polietileno (PE)**

**Conexiones**

---

**Tapa de llenado : Roscada**

**Nivel visual gravado : Gravado**

**Válvula de vaciado : 1/2”G**

**Accesorios**

---

**Refuerzo PVC para la instalación de la bomba dosificadora.**

**7.11. Dosificador de coagulante.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

<b><u>EQUIPO</u></b>	:	<b>BOMBA DOSIFICADORA.</b>
<b><u>SERVICIO</u></b>	:	<b>DOSIFICACIÓN DE HIPOCLORITO SÓDICO</b>
<b><u>MARCA</u></b>	:	<b>LANG O SIMILAR.</b>
<b><u>MODELO</u></b>	:	<b>E10 014 PV 10 FPG</b>

**Características**

---

<b>Caudal máximo</b>	:	1,4 l/h
<b>Contrapresión máxima</b>	:	10 bares
<b>Regulación manual</b>	:	Caudal desde 0 – 100 %

**Materiales**

---

<b>Cabezal y válvulas</b>	:	PVDF
<b>Membrana</b>	:	PTFE

**Conexiones**

---

**Conexiones de aspiración e impulsión:** Para tubo flexible de 4\*6 mm

**Accionamiento**

---

<b>Motor</b>	:	Monofásico, 220 V
<b>Potencia instalada</b>	:	10 W
<b>Frecuencia</b>	:	50 Hz
<b>Resistencia</b>	:	IP-65

**7.12. Depósito de floculante.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO : DEPOSITO DE POLIETILENO.**

**SERVICIO : DOSIFICACIÓN DE POLIELECTROLITO.**

**MARCA : TIMSA O SIMILAR.**

**Características**

---

**Capacidad : 12500 l**  
**Diámetro : 2350 mm**  
**Altura : 3650mm**

**Materiales**

---

**Material conjunto deposito : Polietileno (PE)**

**Conexiones**

---

**Tapa de llenado : Roscada**

**Nivel visual gravado : Gravado**

**Válvula de vaciado : 1/2”G**

**Accesorios**

---

**Refuerzo PVC para la instalación de la bomba dosificadora.**

**7.13.Bomba dosificadora.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

<b><u>EQUIPO</u></b>	:	<b>BOMBA DOSIFICADORA.</b>
<b><u>SERVICIO</u></b>	:	<b>DOSIFICACIÓN DE POLIELECTROLITO</b>
<b><u>MARCA</u></b>	:	<b>LANG O SIMILAR.</b>
<b><u>MODELO</u></b>	:	<b>E10 014 PV 10 FPG</b>

**Características**

---

<b>Caudal máximo</b>	:	1,4 l/h
<b>Contrapresión máxima</b>	:	10 bares
<b>Regulación manual</b>	:	Caudal desde 0 – 100 %

**Materiales**

---

<b>Cabezal y válvulas</b>	:	PVDF
<b>Membrana</b>	:	PTFE

**Conexiones**

---

**Conexiones de aspiración e impulsión:** Para tubo flexible de 4\*6 mm

**Accionamiento**

---

<b>Motor</b>	:	Monofásico, 220 V
<b>Potencia instalada</b>	:	10 W
<b>Frecuencia</b>	:	50 Hz
<b>Resistencia</b>	:	IP-65

**7.14. Bombas de fangos.****ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

---

**EQUIPO** : BOMBA DE FANGOS  
**SERVICIO** : BOMBEO DE FANGOS  
**MARCA** : ABS o SIMILAR

**Características**

---

**Potencia** : 0,75 Kw.  
**Potencia absorbida máxima** : 1,02 Kw.  
**Velocidad** : 1355/835 r.p.m.  
**Protección** : IP 55

**Dimensiones Genenrales**

---

**Anchura total** : 2.300 mm  
**Altura total** : 2.284 mm  
**Longitud total** : 13.040 mm

# Capítulo 8

## Presupuesto y estudio de viabilidad económica.

<b>8. Presupuesto detallado de la EDAR.</b> .....	<b>89</b>
<b>8.1. Mediciones</b> .....	<b>90</b>
<b>8.1.1. Obra civil.</b> .....	<b>90</b>
<b>8.1.2. Equipamiento mecánico.</b> .....	<b>92</b>
<b>8.1.3 Equipamiento eléctrico.</b> .....	<b>93</b>
<b>8.1.4. Accesorios y recambios.</b> .....	<b>94</b>
<b>8.1.5. Reposiciones.</b> .....	<b>95</b>
<b>8.1.6. Seguridad y salud.</b> .....	<b>96</b>
<b>8.2. Cuadro de precios.</b> .....	<b>97</b>
<b>8.2.1. Obra civil.</b> .....	<b>97</b>
<b>8.2.2 Equipamiento mecánico.</b> .....	<b>103</b>
<b>8.2.3. Equipamiento eléctrico.</b> .....	<b>105</b>
<b>8.2.4. Accesorios y recambios.</b> .....	<b>106</b>
<b>8.2.5. Reposiciones.</b> .....	<b>107</b>
<b>8.2.6. Seguridad y salud.</b> .....	<b>108</b>
<b>8.3. Costes de explotación.</b> .....	<b>109</b>
<b>8.4. Precio metro cubico de agua tratada.</b> .....	<b>113</b>
<b>8.5. Ingresos de la EDAR por metro cubico de agua tratada.</b> .....	<b>114</b>
<b>8.6. Estudio de viabilidad económica.</b> .....	<b>115</b>



## **8. Presupuesto detallado de la EDAR.**

En el presente proyecto, se hace un estudio detallado de todos los cálculos necesarios para el diseño de una estación de depuración de aguas residuales para una población de diez mil habitantes equivalentes. En este proyecto se presentan los siguientes estudios y documentos:

1. Diseño básico de la línea de tratamiento.
2. Entrega de planos de los equipos.
3. Equipos tipo que se podrán utilizar.
4. Medición y previsión de los costes de construcción.
5. Previsión de los costes de explotación de la EDAR.
6. Estudio de viabilidad económica.
7. Estudio de Impacto Ambiental.
8. Mantenimiento de las instalaciones.
9. Seguridad laboral.
10. Documentos de los equipos.

**8.1. Mediciones****8.1.1. Obra civil.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Mejora del camino de acceso.	Metros.
2. Desbroce de la parcela.	Metros cuadrados.
3. Excavación de zanjas y pozos.	Metros cúbicos.
4. Terraplenado.	Metros cúbicos.
5. Transporte de tierras dentro de la obra.	Metros cúbicos.
6. Obra de llegada y pozo de bombeo.	1
7. Canal de Desbaste.	2
8. Desarenador – Desengrasador.	2
9. Tanques Imhoff.	5
10. Medidor de caudal.	1
11. Tratamiento biológico.	5
12. Decantador secundario.	1
13. Bombeo de fangos	10
14. Línea de agua (By-pass).	5
15. Canal de cloración	1
16. Obra de salida.	1
17. Edificación de pretratamiento.	1
18. Edificación de control.	1
19. Edificación del biológico.	1
20. Edificio de oficinas.	1
21. Edificación de cloración.	1
22. Aparcamiento.	1

23. Asfaltado, Jardines, Cerramiento, etc.	1
24. Medidas correctoras.	1

**8.1.2. Equipamiento mecánico.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Bombas de elevación de agua residual.	1
2. Desbaste.	1
3. Tamiz.	2
4. Desarenador – Desengrasador.	2
5. Aireación.	2
6. Bombas de elevación de agua residual.	6
7. Bombas de fangos.	12
8. Biodiscos.	15
9. Motores reductores.	16
10. Red de agua potable.	1
11. Red de agua industrial.	1
12. Instrumentación.	1
13. Sondas de nivel.	2
14. Depósito de cloración.	1
15. Depósito de floculante.	5
16. Depósito de coagulante.	5
17. Laboratorio.	1
18. Taller.	1
19. Repuestos.	1
20. Mobiliario y elementos de seguridad.	1

**8.1.3. Equipamiento eléctrico.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Derecho de enganche.	1
2. Línea acometida en Media Tensión.	1
3. Centro de transformación.	1
4. Cuadro eléctrico.	1
5. Líneas de fuerza y de control.	1
6. Alumbrado exterior e interior.	1
7. Sistemas de control y automatismos.	1
8. Red de tierras.	1
9. Centralita telefónica.	1

**8.1.4. Accesorios y recambios.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Accesorios y recambios	1

**8.1.5. Reposiciones.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Reposición de línea eléctrica.	1

**8.1.6. Seguridad y salud.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Cantidad.</u></b>
1. Seguridad y salud.	5.



**8.2. Cuadro de precios.**

Los precios a continuación presentados, han sido tomados de la base de datos de Degremont Iberia S.A.

**8.2.1. Obra civil.**

<u>.Descripción.</u>	<u>.Precio.</u>
1. Mejora del camino de acceso a la parcela.	2,12 € por metro.
	DOS con DOCE EUROS por metro.
2. Desbroce de la parcela.	0,81 € por m <sup>2</sup>
	CERO con OCHENTA Y UN EUROS por metro cuadrado.
3. Excavación de zanjas y pozos	20,98 € por m <sup>3</sup> .
	VEINTE con NOVENTA Y OCHO EUROS por metro cúbico.
4. Terraplenado	9,29 € por m <sup>3</sup>
	NUEVE con VEINTINUEVE EUROS por metro cúbico.
5. Transporte de tierras dentro de la obra.	0,84 € por m <sup>3</sup> .
	CERO con OCHENTA Y CUATRO EUROS por metro cúbico.
6. Obra de llegada y pozo de bombeo.	14199,00 €.
	CATORCE MIL CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS.
i. Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno	
ii. Relleno en cama de arena para asiento de tuberías	
iii. Relleno con material adecuado	
iv. Tuberías de PVC	
v. Pozo de registro cuadrado	
vi. Modulo base prefabricado cuadrado	
vii. Módulo base prefabricado sección rectangular	
viii. Losa de cierre prefabricada	
ix. Instalación rejas protectoras	

7. Canal de Desbaste. 6390,00 €.

SEIS MIL TRESCIENTO NOVENTA EUROS.

- i. Excavación en cielo abierto en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno localizado, en trasdós muros
- iii. Hormigón de limpieza HL-150/P/20
- iv. Hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto oculto
- vi. Encofrado recto visto
- vii. Cimbrado de elementos estructurales
- viii. Acero en barras B 500 S
- ix. Banda de PVC de junta de construcción
- x. Colocación pasamuros
- xi. Impermeabilización
- xii. Grava extendida

8. Desarenador – Desengrasador. 17097,20 €.

DIECISIETE MIL NOVENTA Y SIETE con VEINTE EUROS.

- i. Excavación en cielo abierto en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno localizado, en trasdós muros
- iii. Hormigón de limpieza HL-150/P/20
- iv. Hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto oculto
- vi. Encofrado recto visto
- vii. Cimbrado de elementos estructurales
- viii. Acero en barras B 500 S
- ix. Banda de PVC de junta de construcción
- x. Colocación pasamuros
- xi. Impermeabilización
- xii. Grava extendida
- xiii. Montaje puente extractor
- xiv. Barandilla de acero

9. Tanques Imhoff. 36326,95 €.

TREINTA Y SEIS MIL TRESCIENTOS VEINTISEIS con NOVENTA Y CINCO EUROS.

- i. Excavación en cielo abierto en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno localizado, en trasdós muros
- iii. Hormigón de limpieza HL-150/P/20
- iv. Hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto oculto
- vi. Encofrado recto visto
- vii. Cimbrado de elementos estructurales
- viii. Acero en barras B 500 S

- ix. Banda de PVC de junta de construcción
- x. Colocación pasamuros
- xi. Impermeabilización
- xii. Grava extendida
- xiii. Montaje sistema de vaciado y extracción de fangos
- xiv. Barandilla de acero

10. Medidor de caudal. 1812 ,00 €.

MIL OCHOCIENTOS DOCE EUROS.

- i. Suministro e instalación de los medidores de caudal
- ii. Puesta en marcha

11. Tratamiento biológico. 43478,45 €.

CUARENTATA Y TRES MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y OCHO con  
CUARENTA Y CINCO EUROS.

- i. Excavación en cielo abierto en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno localizado, en trasdós muros
- iii. Hormigón de limpieza HL-150/P/20
- iv. Hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto oculto
- vi. Encofrado recto visto
- vii. Cimbrado de elementos estructurales
- viii. Acero en barras B 500 S
- ix. Banda de PVC de junta de construcción
- x. Colocación pasamuros
- xi. Impermeabilización de los tanques
- xii. Grava extendida
- xiii. Montaje sistema de vaciado y extracción de fangos

12. Decantador secundario. 68673,29 €.

SESENTA Y OCHO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES con VEINTINUEVE  
EUROS.

- i. Excavación en cielo abierto en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno localizado, en trasdós muros
- iii. Hormigón de limpieza HL-150/P/20
- iv. Hormigón para armar HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto oculto
- vi. Encofrado recto visto
- vii. Cimbrado de elementos estructurales
- viii. Acero en barras B 500 S
- ix. Banda de PVC de junta de construcción
- x. Colocación pasamuros

- xi. Impermeabilización
- xii. Grava extendida
- xiii. Montaje puente giratorio.
- xiv. Creación de vertedero lateral.
- xv. Barandilla de acero

13. Bombeo de fangos. 23743,56 €.

VEINTITRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y TRES con CINCUENTA Y SEIS EUROS.

- i. Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno en cama de arena para asiento de tuberías
- iii. Relleno con material adecuado
- iv. Tuberías de PVC
- v. Pozo de registro cuadrado
- vi. Módulo base prefabricado sección rectangular
- vii. Losa de cierre prefabricada
- viii. Instalación bombas
- ix. Instalación rejillas de desbaste de fangos

14. Línea de agua (By-pass). 15783, 00 €.

QUINCE MIL SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS.

- i. Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno en cama de arena para asiento de tuberías
- iii. Relleno con material adecuado
- iv. Tuberías de PVC
- v. Pozo de registro cuadrado
- vi. Modulo base prefabricado cuadrado
- vii. Módulo base prefabricado sección rectangular
- viii. Losa de cierre prefabricada
- ix. Medidor de caudal de agua circulante por by-pass

15. Canal de cloración 14300,75 €.

CATORCE MIL TRESCIENTOS con SETENTA Y CINCO EUROS.

- i. Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno en cama de arena para asiento de tuberías
- iii. Relleno con material adecuado
- iv. Tuberías de PVC
- v. Pozo de registro cuadrado
- vi. Laberinto de cloración
- vii. Sistema de dosificación de cloro
- viii. Instalación bombas
- ix. Instalación rejillas protectoras

- x. Medidor de caudal de agua clorada

16. Obra de salida. 7689,95 €.

SIETE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y NUEVE con NOVENTA Y CINCO EUROS.

- i. Excavación en zanja en cualquier tipo de terreno
- ii. Relleno en cama de arena para asiento de tuberías
- iii. Relleno con material adecuado
- iv. Tuberías de PVC
- v. Pozo de registro cuadrado
- vi. Modulo base prefabricado cuadrado
- vii. Módulo base prefabricado sección rectangular
- viii. Losa de cierre prefabricada
- ix. Instalación de medidor de caudal agua tratada

17. Edificio de pretratamiento. 5534,72 €.

CINCO MIL QUINIENTOS TREINTA Y CUATRO con SETENTA Y DOS EUROS.

- i. Mortero sin retracción en nivelación de equipos
- ii. Pica de tierra
- iii. Colocación cobre desnudo 50 mm<sup>2</sup>
- iv. Hormigón armado HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto visto
- vi. Pintura antideslizante en suelo
- vii. Ayudas de obra civil en control
- viii. Mobiliario edificio
- ix. Acero S 275JR en perfilería laminada.

18. Edificio biológico. 7869,10 €.

SIETE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y NUEVE con DIEZ EUROS.

- i. Mortero sin retracción en nivelación de equipos
- ii. Pica de tierra
- iii. Colocación cobre desnudo 50 mm<sup>2</sup>
- iv. Hormigón armado HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto visto
- vi. Pintura antideslizante en suelo
- vii. Ayudas de obra civil en control
- viii. Mobiliario edificio
- ix. Acero S 275JR en perfilería laminada.

19. Edificio de oficinas. 39745,90 €.

TREINTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO con NOVENTA EUROS.

- i. Mortero sin retracción en nivelación de equipos
- ii. Pica de tierra
- iii. Colocación cobre desnudo 50 mm<sup>2</sup>
- iv. Hormigón armado HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto visto
- vi. Pintura antideslizante en suelo
- vii. Ayudas de obra civil en control
- viii. Mobiliario edificio
- ix. Acero S 275JR en perfilera laminada.

20. Edificio de cloración. 5405,40 €.

CINCO MIL CUATROCIENTOS CINCO con CUARENTA EUROS.

- i. Mortero sin retracción en nivelación de equipos
- ii. Pica de tierra
- iii. Colocación cobre desnudo 50 mm<sup>2</sup>
- iv. Hormigón armado HA-30/B/20/IV+Qb
- v. Encofrado recto visto
- vi. Pintura antideslizante en suelo
- vii. Acero S 275JR en perfilera laminada.

21. Aparcamiento. 1171,60 €.

MIL CIENTO SETENTA Y UNO con SESENTA EUROS.

22. Asfaltado, Jardines, Cerramiento, etc. 44829,95 €.

CUARENTA Y CUATOR MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE con NOVENTA Y CINCO EUROS.

23. Medidas correctoras. 21673,49 €.

VEINTIUN MIL SEISCIENTOS SETENTA Y TRES con CUARENTA Y NUEVE EUROS.

**SUMA TOTAL OBRA CIVIL**

**405724,31 €.**

CUATROCIENTOS CINCO MIL SETECIENTOS VEINTICUATRO con TREINTA Y UN EUROS

**8.2.2. Equipamiento mecánico.**

<u>.Descripción.</u>	<u>.Precio.</u>
1. Bombas de elevación de agua residual.	27481,95 €.
VEINTISIETE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y UNO con NOVENTA Y CINCO EUROS.	
2. Desbaste.	7457,99 €.
SIETE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SIETE con NOVENTA Y NUEVE EUROS.	
3. Tamiz.	34647,99 €.
TREINTA Y CUATRO MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SIETE con NOVENTA Y NUEVE EUROS.	
4. Desarenador – Desengrasador. Difusores de burbuja gruesa.	36012,34 €.
TREINTA Y SEIS MIL DOCE con TREINTA Y CUATRO EUROS.	
5. Máquinas de producción de polielectrolito.	28547,45 €.
VEINTIOCHO MIL QUINIENTOS CUARENTA Y SIETE con CUARENTA Y CINCO EUROS.	
6. Bombas de fangos.	32344, 81 €.
TREINTA Y DOS MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y CUATRO con OCHENTA Y UN EUROS.	
7. Biodiscos.	105022,92 €.
CIENTO CINCO MIL VEINTIDOS con NOVENTA Y DOS EUROS.	
8. Motores reductores.	7359,68 €.
SIETE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE con SESENTA Y OCHO EUROS.	
9. Red de agua potable.	8445,60 €.
OCHO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y CINCO con SESENTA EUROS.	
10. Red de agua industrial.	28839,81 €.
VEINTIOCHO MIL OCHOCIENTOS TREINTA Y NUEVE con OCHENTA Y UN EUROS.	

11. Instrumentación.	5706,04 €.
CINCO MIL SETECIENTOS SEIS con CUATRO EUROS.	
12. Sondas de nivel.	2035,45 €.
DOS MIL TREINTA Y CINCO con CUARENTA Y CINCO EUROS.	
13. Depósito de cloración.	154,00 €.
CIENTO CINCUETA Y CUATRO EUROS.	
14. Depósito de floculante.	3741,00 €.
TRES MIL SETECIENTOS CUARENTA Y UN EUROS.	
15. Depósito de coagulante.	11966,00 €.
ONCE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS.	
16. Taller.	6340,95 €.
SEIS MIL TRESCIENTOS CUARENTA con NOVENTA Y CINCO EUROS.	
17. Laboratorio.	4885,90 €.
CUATRO MIL OCHOCIENTO OCHENTA Y CINCO con NOVENTA EUROS.	
18. Repuestos.	7157,29 €.
SIETE MIL CIENTO CINCUENTA Y SIETE con VEINTINUEVE EUROS.	
19. Mobiliario y elementos de seguridad.	1930,63 €.
MIL NOVECIENTOS TREINTA con SESENTA Y TRES EUROS.	

<b>SUMA TOTAL EQUIPAMIENTO MECÁNICO</b>	<b>360077,80 €.</b>
---	---------------------

TRESCIENTO SESENTA MIL SETENTA Y SIETE con OCHENTA EUROS.



**8.2.3. Equipamiento eléctrico.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Precio.</u></b>
1. Derecho de enganche.	5302,45 €.
CINCO MIL TRESCIENTOS DOS con CUARENTA Y CINCO EUROS.	
2. Línea acometida en Media Tensión.	29131,29 €.
VEINTINUEVE MIL CIENTO TREINTA Y UNO con VEINTINUEVE EUROS.	
3. Centro de transformación.	40522,76 €.
CUARENTE MIL QUINIENTOS VEINTIDOS con SETENTA Y SEIS EUROS.	
4. Cuadro eléctrico.	115516,76 €.
CIENTO QUINCE MIL QUINIENTOS DIECISEIS con SETENTA Y SEIS EUROS.	
5. Líneas de fuerza y de control.	111960,90 €.
CIENTO ONCE MIL NOVECIENTOS SESENTA con NOVENTA EUROS.	
6. Alumbrado exterior e interior.	27182,24 €.
VEINTISIETE MIL CIENTO VEINTIOCHO con VEINTICUATRO EUROS.	
7. Sistemas de control y automatismos.	61258,34 €.
SESENTA Y UN MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO con TREINTA Y CUATRO EUROS.	
8. Red de tierras.	6243,78 €.
SEISMIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES con SETENTA Y OCHO EUROS.	
9. Centralita telefónica.	341,49 €.
TRESCIENTOS CUARENTA Y UNO con CUARENTA Y NUEVE EUROS.	

<b>SUMA TOTAL EQUIPAMIENTO ELECTRICO.</b>	<b>397460,01 €.</b>
---	---------------------

TRESCIENTOS NOVENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS SESENTA con UN EUROS.

**8.2.4. Accesorios y recambios.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Precio.</u></b>
1. Accesorios y recambios	35731,01 €.
TREINTA Y CINCO MIL SETECIENTOS TREINTA Y UNO con UN EUROS.	

<b>SUMA TOTAL VARIOS.</b>	<b>35731,01 €.</b>
---------------------------	--------------------

TREINTA Y CINCO MIL SETECIENTOS TREINTA Y UNO con UN EUROS.

**8.2.5. Reposiciones.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Precio.</u></b>
1. Reposición de línea eléctrica.	39827,99 €.
TREINTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTISIETE con NOVENTA Y NUEVE EUROS.	

<b>SUMA TOTAL REPOSICIONES</b>	<b>39827,99 €.</b>
--------------------------------	--------------------

TREINTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTISIETE con NOVENTA Y NUEVE EUROS.

**8.2.6. Seguridad y salud.**

<b><u>.Descripción.</u></b>	<b><u>.Precio.</u></b>
1. Seguridad y salud.	32259,32 €.
TREINTA Y DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE con TREINTA Y DOS EUROS.	

<b>SUMA SEGURIDAD Y SALUD.</b>	<b>32259,32 €.</b>
--------------------------------	--------------------

TREINTA Y DOS MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE con TREINTA Y DOS EUROS.

**8.3. Costes de explotación.**

:: Costes fijos de explotación ::
-----------------------------------

Personal.

Ud.	Categoría	Coste (€/año)	Coste total (€/año)
0,25	Jefe de planta	30000 €	7500 € / año
0,25	Licenciado	25000 €	6250 € / año
3,0	Operario	18000 €	54000 € / año
0,25	Limpiadora	16040 €	4010 € / año
Coste personal.			71760 € / año

Medios Materiales.

Ud.	Concepto	Coste (€/año)	Coste total (€/año)
8,0	Grasa y lubricante	150 €	1200 € / año
2,0	Herramientas	200 €	400 € / año
1,0	Material laboratorio	450 €	450 € / año
Total materiales			2050 € / año

Energía Eléctrica.

Ud.(kW/h/año)	Concepto	Coste (€/Kw/h)	Coste total (€/año)
35000	Estación depuración	0,074 €	2590 € / año
Total Energía Eléctrica			2590 € / año

Mantenimiento y Conservación.

Ud.	Concepto	Coste (€/año)	Coste total (€/año)
1,0	Mantenimiento obra civil	2000 €	2000 € / año
1,0	Trabajos de mantenimiento y conservación	1300 €	1300 € / año
1,0	Mantenimiento preventivo y correctivo de la EDAR.	2500 €	2500 € / año
Total Mantenimiento y Conservación			5800 € / año

Administración y Varios.

Ud.	Concepto	Coste (€/año)	Coste total (€/año)
1,0	Jardinería	500 €	500 € / año
1,0	Vestuario de personal	400 €	400 € / año
1,0	Teléfonos y oficina	600 €	600 € / año
1,0	Gastos de administración	350 €	350 € / año
Total Administración y Varios			1850 € / año

## Análisis Químico.

Ud.	Categoría	Coste (€/año)	Coste total (€/año)
24	Análisis mensual agua tratada	150 €	3600 € / año
4	Análisis semestral de lodos	200 €	800 € / año
Coste personal.			4400 € / año

<b>TOTAL GASTOS FIJOS</b>	<b>88450 € / año</b>
---------------------------	----------------------

:: Costes variables ::
------------------------

Energía Eléctrica.

Ud.(kW/h/año)	Categoría	Coste (€/Kw/h)	Coste total (€/año)
70000	Estación de depuración	0,074 €	5100 € / año
Coste Energía Eléctrica.			5100 € / año

Reactivos.

Ud./año	Concepto	Coste (€)	Coste total (€/año)
124000 litro	Sulfato de aluminio (Coagulación)	0,1 €/kg	12400 €/año
12000 litros	Polielectrolito (Floculante)	0,90 €/litro	10800 €/año
230 litros	Hipoclorito sódico	0,66 €/litro	151,80 €/año
Total Reactivos			19351,80 €/año

Transporte y Gestión de Lodos.

m <sup>3</sup> /año	Concepto	Coste (€/m <sup>3</sup> )	Coste total (€/año)
750	Transporte y gestión de Lodos	50 €	37500 €/año
Total Transporte y Gestión de Lodos			37500 €/año

Residuos pretratamiento.

m <sup>3</sup> /año	Concepto	Coste (€/m <sup>3</sup> )	Coste total (€/año)
45 m <sup>3</sup>	Residuos de Desbaste	50 €	2250 €/año
40 m <sup>3</sup>	Residuos de Desarenador	30 €	1200 €/año
190 m <sup>3</sup>	Residuos Desengrasador	70 €	13300 €/año
Total Residuos Pretratamiento			16750 €/año

<b>Total Gastos Variables</b>	<b>81801,80 €/año.</b>
-------------------------------	------------------------

<b>Total Gastos Fijos más Gastos Variables</b>	<b>170251 €/año.</b>
--	----------------------

:: Resumen ::	
---------------	--

GATOS FIJOS DE EXPLOTACIÓN (€ / año):	88450 €/año
GASTOS VARIABLES DE EXPLOTACIÓN (€ / año):	81802€/año
SUMA:	170252 €/año

TOTAL GASTOS FIJOS	88450 €/año
--------------------	-------------

TOTAL GASTOS VARIABLES	81802 €/año
------------------------	-------------

TARIFA DE EXPLOTACIÓN FIJA	0,12 €/m <sup>3</sup>
----------------------------	-----------------------

TARIFA DE EXPLOTACIÓN VARIABLE	0,111 €/m <sup>3</sup>
--------------------------------	------------------------

TOTAL GASTOS EXPLOTACIÓN ANUALES	170252 €/año.
----------------------------------	---------------

TARIFA DE EXPLOTACIÓN	0,232 €/m <sup>3</sup>
-----------------------	------------------------

TOTAL GASTOS DEL PERIODO DE EXPLOTACIÓN (25AÑOS)	4256300 €
--	-----------



**8.4. Precio metro cubico de agua tratada.**

En la E.D.A.R. se tratan  $83,5 \text{ m}^3/\text{hora}$  de aguas residuales urbanas. Lo que equivale a  $731460 \text{ m}^3/\text{anuales}$ . Ya que la planta de tratamiento de aguas funciona 24 horas al día durante 365 días al año.

El precio de un  $\text{m}^3$  de agua tratada se obtiene de la siguiente forma.

$$C_e = Q_{\text{tratado}} \cdot P_{\text{tratado}} \cdot T$$

Donde,

$C_e$ , son los costes durante el periodo de explotación.

$Q_{\text{tratado}}$ , es el caudal anual de agua tratada.

$P_{\text{tratado}}$ , es el precio de venta del  $\text{m}^3$  de agua tratada.

$T$ , es el periodo de explotación.

$C_e = 4256300 \text{ €}$  de gastos de explotación durante el periodo.

$Q_{\text{tratar}} = 730000 \text{ m}^3/\text{año}$ .

$T = 25 \text{ años}$ .

$$P_{\text{tratada}} = C_e / (Q_{\text{tratada}} \cdot T)$$

$$P_{\text{tratada}} = 0,232 \text{ €} / \text{m}^3 \text{ tratado.}$$

### 8.5. Ingresos de la EDAR por metro cubico de agua tratada.

El metro cubico de agua tratada, es una porcentaje del precio total del metro cubico de agua suministrada a una vivienda, este se cobra junto con la factura del agua de cada ciudad, este pago es bimestral.

Para todos los usos	
CONSUMO	PRECIO DEL METRO CÚBICO
Hasta 25 m <sup>3</sup>	0,2861 euros/m <sup>3</sup>
De 25 a 50 m <sup>3</sup>	0,3268 euros/m <sup>3</sup>
Más de 50 m <sup>3</sup>	0,4989 euros/m <sup>3</sup>

Figura 5. Canon de m<sup>3</sup> de agua a tratar. [Canal de Isabel II, www.cyii.es]

De las tres franjas de precios, haremos una media de las tres:

$$\text{Precio } m^3 = \frac{0,2861 + 0,3268 + 0,4989}{3} = 0,3706 \frac{\text{€}}{m^3} \text{ agua tratada}$$

Por lo que la cantidad ingresada por la estación de depuración el primer año será de:

$$\text{Ingresos} = 0,3706 \cdot 731460 = 271079,07 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Gastos} = 0,232 \cdot 731460 = 169698,72 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

$$\text{Beneficios} = 271079,07 - 169698,72 = 101380,35 \text{ €}$$

**8.6. Estudio de viabilidad económica.**

La inversión inicial que habrá que hacer para la puesta en marcha de la EDAR, será, la suma de todas las obras que habrá que acometer, más todos los equipos necesarios que habrá que comprar.

<b>OBRA CIVIL</b>	<b>405724,31</b>
<b>EQUIPAMIENTO MECÁNICO</b>	<b>360077,80</b>
<b>EQUIPAMIENTO ELECTRICO.</b>	<b>397460,01</b>
<b>VARIOS.</b>	<b>35731,01</b>
<b>REPOSICIONES</b>	<b>39827,99</b>
<b>SEGURIDAD Y SALUD.</b>	<b>32259,32</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN INICIAL</b>	<b>1271080,44 €</b>

Por otro lado tendremos que tener en cuenta los gastos anuales de explotación:

<b>TOTAL GASTOS FIJOS</b>	<b>88450 €/año</b>
<b>TOTAL GASTOS VARIABLES</b>	<b>81802 €/año</b>
<b>TARIFA DE EXPLOTACIÓN FIJA</b>	<b>0,121 €/m<sup>3</sup></b>
<b>TARIFA DE EXPLOTACIÓN VARIABLE</b>	<b>0,111 €/m<sup>3</sup></b>
<b>TOTAL GASTOS EXPLOTACIÓN ANUALES</b>	<b>170252 €/año.</b>
<b>TARIFA DE EXPLOTACIÓN</b>	<b>0,232 €/m<sup>3</sup></b>

AÑOS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AMORTIZACIÓN	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22
GASTOS FIJOS	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00
GASTOS VARIABLES	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00
Ingresos	271080,00	280567,80	290387,67	300551,24	311070,54	321958,00	333226,53	344889,46	356960,59	369454,21
BENEFICIOS	49984,78	59472,58	69292,46	79456,02	89975,32	100862,79	112131,32	123794,24	135865,38	148359,00
IMPUESTOS	14995,43	17841,77	20787,74	23836,81	26992,60	30258,84	33639,39	37138,27	40759,61	44507,70
BENEFICIOS D.I.	34989,35	41630,81	48504,72	55619,22	62982,72	70603,95	78491,92	86655,97	95105,76	103851,30
CASH FLOW	85832,57	92474,03	99347,94	106462,43	113825,94	121447,17	129335,14	137499,19	145948,98	154694,52

AÑOS	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
AMORTIZACIÓN	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22
GASTOS FIJOS	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00
GASTOS VARIABLES	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00
Ingresos	382385,11	395768,59	409620,49	423957,21	438795,71	454153,56	470048,94	486500,65	503528,17	521151,66
BENEFICIOS	161289,89	174673,37	188525,27	202861,99	217700,49	233058,34	248953,72	265405,43	282432,95	300056,44
IMPUESTOS	48386,97	52402,01	56557,58	60858,60	65310,15	69917,50	74686,12	79621,63	84729,89	90016,93
BENEFICIOS D.I.	112902,93	122271,36	131967,69	142003,39	152390,35	163140,84	174267,60	185783,80	197703,07	210039,51
CASH FLOW	163746,14	173114,58	182810,91	192846,61	203233,56	213984,06	225110,82	236627,02	248546,29	260882,73

AÑOS	21	22	23	24	25
AMORTIZACIÓN	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22	50843,22
GASTOS FIJOS	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00	88450,00
GASTOS VARIABLES	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00	81802,00
Ingresos	539391,97	558270,68	577810,16	598033,51	618964,69
BENEFICIOS	318296,75	337175,47	356714,94	376938,30	397869,47
IMPUESTOS	95489,02	101152,64	107014,48	113081,49	119360,84
BENEFICIOS D.I.	222807,72	236022,83	249700,46	263856,81	278508,63
CASH FLOW	273650,94	286866,04	300543,68	314700,02	329351,85

Tabla 8.1 Estudio de Viabilidad económica

<b>RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN</b>	<b>Diez años y Siete meses 10,583 años</b>
<b>VAN</b>	<b>578734 € con un riesgo del 7% por ser necesario depurar</b>
<b>TIR</b>	<b>10,53 %</b>

**Con los valores obtenidos, se puede deducir, que la ejecución y puesta en marcha de la depuradora es viable.**

Para los cálculos realizados se han tenido en cuenta las siguientes variaciones.

- Impuesto de sociedades. Se aplica en todo el territorio español, a excepción de País Vasco y Navarra, que comprende, además del territorio peninsular, Islas Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla, aquellas zonas adyacentes a las aguas territoriales sobre las que España puede ejercer los derechos que le correspondan referentes al suelo y subsuelo marino, aguas suprayacentes y a sus recursos naturales, de acuerdo con la legislación española y el Derecho internacional. El Impuesto de Sociedades en España es del 30% excepto en el País Vasco y Navarra, que disponen de autonomía fiscal, que es del 28%.
- Riesgo de operación para el cálculo del Valor Actual Neto del 7% ya que la depuración de agua para poblaciones de más de 2000 HE es obligatoria.
- Se ha calculado un aumento en la tasa de depuración del 3,5% anual, debido tanto a la Inflación como a la trasposición de la directiva marco del agua.

# Capítulo 9:

## Matriz de Impacto Ambiental.

<b>9. Introducción y justificación del Estudio. Razones del proyecto</b> .....	119
<b>9.1. Descripción del Proyecto y sus Acciones sobre el medio</b> .....	120
<b>9.1.1. Fase de Construcción</b> .....	120
9.1.1.1. Acometidas de luz y agua.....	120
9.1.1.2. Nivelado del terreno .....	120
9.1.1.3. Colocación de la valla .....	120
9.1.1.4. Fase de construcción de las instalaciones.....	121
9.1.1.5. Mallazo y asfaltado.....	121
9.1.1.6. Instalación de la maquinaria .....	121
<b>9.1.2. Fase de Explotación</b> .....	121
<b>9.2. Examen de alternativas</b> .....	122
<b>9.3. Identificación de impactos y Valoración de impactos</b> .....	122
<b>9.4. Medidas protectoras y Correctoras</b> .....	124
9.4.1. Polvo en el ambiente .....	124
9.4.2. Ruido.....	124
<b>9.5. Plan de vigilancia ambiental</b> .....	124
<b>9.6. Polvo en la atmósfera durante la construcción</b> .....	125
<b>9.7. Ruido en la fase de explotación</b> .....	125
<b>9.8. Malos olores</b> .....	125
<b>9.9. Documento de síntesis</b> .....	125

## **9. Introducción y justificación del Estudio. Razones del proyecto**

La evaluación de impacto ambiental de proyectos constituye el instrumento más adecuado para la preservación de los recursos naturales y la defensa del medio ambiente. Gracias a este trabajo se puede disminuir considerablemente el impacto medioambiental de un proyecto.

Es, por lo tanto, un método muy útil para la toma de decisiones sobre los proyectos con incidencia importante en el medio ambiente proporcionando una mayor fiabilidad y confianza a las decisiones que deban adoptarse. De ese modo, en el caso de tener distintas optativas para el proyecto, una de las razones que podrían hacer decantar por uno o por otro sería que el impacto medioambiental sea mínimo.

En consecuencia, hoy en día se ha hecho de obligado cumplimiento por ley la inclusión de este estudio en todos los proyectos para salvaguardar en la mejor medida posible, el impacto sobre el medio ambiente. No obstante, últimamente la presión que ejerce la sociedad contra la contaminación es tal, que no vendría mal tener este estudio muy en cuenta, ya que para la mayoría de los proyectos la opinión pública es muy importante.

En este proyecto, consistente en una estación de tratamiento de aguas residuales, hemos intentado minimizar este impacto utilizando distintas técnicas. Se tratará de diseñar la EDAR de tal manera que se tengan que realizar un número mínimo de bombeos, para así tener un menor gasto energético. Se tratará de localizar, en una ubicación lo más próxima posible al cauce receptor y lo más alejada posible de la población para no molestar con los olores y ruidos en ella producidos.

Estas y otras elecciones, que explicaremos en el estudio, son las que se tomarán con objeto de que la huella del hombre sea la mínima, para preservar la Tierra en la medida de lo posible, así como para proteger tanto a los habitantes como a los obreros y trabajadores de la fábrica.

## **9.1. Descripción del Proyecto y sus Acciones sobre el medio**

Para esta parte, así como para las que siguen, dividiremos el proyecto en dos partes para que sea más sencillo de leer, además de llevar un orden cronológico. Estas dos partes son:

### **- Fase de construcción**

En esta fase se incluirá tanto la adquisición de terreno como la construcción de las naves y edificios, y la compra de la maquinaria y su instalación.

### **- Fase de explotación**

Justo después de la fase de construcción comenzará el empleo de la EDAR como tal. Por supuesto esta parte tendrá gran peso en nuestro estudio, ya que estimamos la vida de la planta en muchos años, que en caso de ser perjudicial para el medio ambiente, constituiría en suma un gran agravante para la contaminación.

### **9.1.1. Fase de Construcción**

#### **9.1.1.1. Acometidas de luz y agua**

Lo primero que se ha de hacer, y que causa un impacto visible, es la introducción de las conducciones de luz y agua. Estas irán bajo tierra, de modo que el procedimiento a seguir será el levantamiento del terreno por los lugares por donde pasarán las canalizaciones, seguido de la introducción de las mismas. Una vez hayan sido conectadas, se volverá a rellenar los huecos sobre las canalizaciones para pasar al siguiente paso, el nivelado del terreno. Durante esta primera fase necesitaremos una excavadora (maquinaria pesada) que se convertirá en un foco importante de ruido. Además del polvo levantado se ha de añadir el barro, suma de la tierra y el agua, que podría quedar sobre el firme. Desde luego no se puede olvidar la destrucción total de la capa edáfica del terreno y la vegetación existente en la parcela.

#### **9.1.1.2. Nivelado del terreno**

El siguiente punto es el nivelado del terreno, esto es, hacer que toda la superficie se encuentre a la misma altura. Para ello también se necesitará hacer uso de una máquina pesada, en este caso una apisonadora, que volverá a introducir el problema del ruido y polvo visto en el punto anterior.

#### **9.1.1.3. Colocación de la valla**

El impacto visual será lo siguiente en verse afectado debido a la colocación de la valla que rodeará toda la parcela. Este impacto podemos considerarlo prácticamente nulo, ya que una valla no supone impacto apenas en comparación con la construcción de las instalaciones, así como las acciones realizadas ya en la parcela.



#### **9.1.1.4. Fase de construcción de las instalaciones.**

Es durante esta fase donde se refleja uno de los mayores impactos. Esto es debido a que tenemos impactos tanto visuales como acústicos, además de estar permanentemente generando una cantidad de polvo muy superior a las anteriores. Hay que contar con que esta parte del proyecto conlleva el montaje de cubas, canales, pozos, tanques así como las respectivas edificaciones.

Es además la parte de la fase de construcción que cuenta con más personal, fuente y a su vez objeto del impacto.

Es por tanto la fase de mayor importancia en el estudio de impacto ambiental, y en la que hemos de focalizar nuestro interés.

#### **9.1.1.5. Mallazo y asfaltado**

Una vez hemos acabado la fase de construcción propiamente dicha pasamos a colocar el mallazo y asfaltar todo el suelo. Se puede considerar este impacto como uno prácticamente irreversible, dada la durabilidad del material.

#### **9.1.1.6. Instalación de la maquinaria**

El último punto de esta fase consiste en la colocación e instalación de la maquinaria necesaria para el funcionamiento de la EDAR, y que ya ha sido definida antes.

Destacamos las partículas en suspensión (polvo) que se genera durante toda la obra, y que viene dado por cualquiera de las siguientes acciones:

- Movimiento de tierras.
- Manipulación, uso y desecho de cemento, yeso, cal, áridos, así como otros tipos de materiales que también producen polvo.
- Mecanizado, corte, pulido, triturado, etc, de materiales de naturaleza orgánica o inorgánica, tales como piedra, ladrillo, azulejos, pladur, tuberías metálicas y de PVC, madera de diferentes clases, etc.
- Circulación de vehículos y personas por lugares muy secos y con alto contenido en arena y grava.

#### **9.1.2. Fase de Explotación**

Una vez realizada la construcción de la EDAR pasamos a la puesta en marcha de la misma. En esta fase se realizarán las distintas pruebas para que la estación opere en las condiciones para las que fue diseñada.

Una vez en este estado, la fábrica vuelve a presentar impactos sobre el medio ambiente. Podemos destacar los siguientes:

- ruido de la maquinaria en funcionamiento
- contaminación en forma de malos olores
- gestión de las aguas residuales

- gestión de los fangos y otros residuos producidos.

Destacamos ahora el último impacto considerado, único positivo de todos los que recopilamos en el estudio. Debido al funcionamiento de la planta, habrá una creación de puestos de trabajo, que serán ocupados por los habitantes de la zona.

### 9.2. Examen de alternativas

Para la ubicación de la EDAR, bastará con situarla en un punto bajo con respecto a la población cuyas aguas se tratarán en dicha planta, y cercano al cauce donde se verterán las aguas tratadas, ya que así no habrá que realizar bombeos intermedios. El agua residual llegará por gravedad con lo que el consumo de energía eléctrica será mucho más bajo que en el caso de tener que realizar dicho bombeo.




### 9.3. Identificación de impactos y Valoración de impactos

Procederemos ahora a la enumeración de los impactos generados por el proyecto en la siguiente tabla, donde se ven enfrentados los impactos (izquierda y en vertical) con las distintas partes afectadas del entorno (arriba en horizontal).

La tabla es llamada “matriz de impactos”, y es un útil muy efectivo para efectuar una correcta valoración de impactos.

En la matriz hay dos tipos de impactos:

- los impactos negativos para el entorno:

- canela  Moderado
- oro  Medio
- naranja  Alto

- los impactos positivos para el entorno:

- verde claro  Moderado
- verde oscuro  Medio
- verde vivo  Alto

IR	Irreversible
R	Reversible
Cp	Corto Plazo
Lp	Largo Plazo
0	Nada
10	Muy alta

Leyenda matriz impactos.

	Medio Físico			Medio Biológico		Medio Perceptivo	Economía y Población		Sumatorio
	Agua	Aire	Suelo	Flora	Fauna		Paisaje	Economía Local	
	Aguas Superficiales	Niveles Sonoros	Erosión	Vegetación Existente	Fauna Existente				
<b>Etapa de construcción</b>									
Pistas Acceso	0	4 R Cp	0	2 IR Lp	2 IR LP	0	0	-4 R Cp	4
Desmote Terraplenes	4 R Cp	4 R Cp	5 IR Lp	0	0	0	0	-4 R Cp	9
Limpieza Vegetación	0	0	5 IR Lp	10 IR Lp	10 IR Lp	6 IR Lp	0	-4 R Cp	27
Preparado Hormigón	3 R Cp	6 R Cp	0	0	0	0	0	-6 R Cp	3
Pavimentado Suelo	5 IR Lp	6 R Cp	-4 IR Lp	0	0	0	0	-4 R Cp	3
Construcción Instalaciones	0	8 R Cp	0	0	0	6 IR Lp	0	-8 R Cp	6
Transito Maquinaria	0	7 R Cp	0	0	0	0	0	-2 R Cp	5
Montaje Maquinaria	0	5 R Cp	0	0	0	0	0	0	5
Creación Vertedero	0	0	0	2 R Cp	2 R Cp	5 R Cp	0	0	9
Red Drenaje	-5 IR Lp	7 R Cp	-3 IR Lp	0	0	0	0	0	-1
Polvareda	0	0	0	0	0	7 R Cp	0	0	7
<b>Fase de explotación</b>									
Transito Camiones	0	3 R Cp	0	0	0	0	-1 R Lp	0	2
Funcionamiento Planta	-4 R Lp	2 R Lp	0	0	0	0	-3 R Lp	-3 R Lp	-8
Gestión Aguas Residuales	-10 R Lp	0	0	0	0	0	-5 R Lp	-3 R Lp	-18
Gestión Olores						5 R Cp			5

Figura 6. Matriz de impactos ambientales

## **9.4. Medidas protectoras y Correctoras**

En este apartado del proyecto se observan los impactos y las posibles medidas a tener en cuenta para minimizar este impacto.

### **9.4.1. Polvo en el ambiente**

Observando la matriz de impactos nos damos cuenta de que uno de los factores más graves que pueden ser corregidos de algún modo es el polvo levantado durante toda la etapa de construcción.

En función del nivel que alcance el polvo en el ambiente, habrá que humedecer, sin encharcar, las zonas de tránsito de los vehículos. Esto se realizará con camiones cisterna.

Para prevenir riesgos dentro de la parcela por el polvo se humedecerá la tierra antes de ser levantada en actividades como las acometidas y todas las fases previas al asfaltado de la parcela.

### **9.4.2. Ruido**

Otro de los aspectos molestos de la construcción es el ruido. Éste no puede exceder los 90 dB a cinco metros de distancia. Dada que las fuentes de ruido estarán dentro de la parcela, podemos asegurar cumplir los requisitos. El personal contratado deberá llevar orejeras para alguna fase de la construcción en la que el ruido pueda llegar a ser molesto.

Con respecto al ruido generado por los equipos durante el trabajo de la misma en la fase de explotación de la planta, se sugiere la imposición de unas normas de seguridad, en este caso sería el uso de orejeras.

## **9.5. Plan de vigilancia ambiental**

De acuerdo con la legislación ambiental española (Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del Real Decreto legislativo 1302/1986, de 28 de junio de evaluación de impacto ambiental), el programa de vigilancia ambiental es el sistema que garantiza el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras establecidas en el estudio de impacto ambiental.

Sus objetivos son velar para que la actividad se realice según el proyecto y las condiciones en que se han autorizado en relación con el medio ambiente. Así como comprobar que las medidas preventivas y correctoras propuestas en el Estudio de Impacto Ambiental y contenidas en la Declaración de Impacto se han realizado y son eficaces.

Este plan no sólo recoge los impactos previstos sino también los imprevistos durante la ejecución del proyecto. Así como advertir sobre los valores alcanzados por los indicadores de impacto seleccionados.

Durante la fase de construcción y explotación, en ningún caso se superaran los límites sonoros máximos.

#### **9.6. Polvo en la atmósfera durante la construcción**

Previo al inicio de las obras, se medirán la proporción de polvo y partículas suspendidas en el aire en la zona, con objeto de hacer comparativas una vez obtengamos los datos pertenecientes a nuestro estudio.

El método para valorar la exposición al polvo o es el MTA/MA- 014/A88. Es denominado “Método gravimétrico”.

La prueba consiste en, utilizando una bomba de alto caudal, hacer pasar una cantidad conocida de aire por un filtro de PVC e 37 mm de diámetro y 5 µm de tamaño en el cual se quedan retenidas las partículas. Este filtro se pesa antes y después de la toma de muestras. La diferencia entre las dos pesadas constituye el total de materia retenida en el filtro, desde la que fácilmente se puede calcular las partículas de polvo por metro cúbico de aire.

#### **9.7. Ruido en la fase de explotación**

Durante la fase de explotación de la EDAR será necesario un control semanal del nivel de ruido de la planta.

El tipo de sensor utilizado para esta medición será un medidor de ruido PCE-355. Es un dispositivo móvil, de modo que no requerirá instalación, y sólo necesitará de un operario designado por la empresa para el seguimiento del ruido.

#### **9.8. Malos olores**

Para reducir los malos olores que se pueden generar en la fase de explotación. Estos malos olores, sobre todo se pueden producir en los tanques Imhoff, ya que al ser procesos anaerobios, en ellos se producirán derivados del azufre, nitrógeno y fósforo mayoritariamente.

Otro punto en el que se puede producir mal olor, sobre todo en épocas de calor, es el reactor biológico, es decir, en los biodiscos. Para ello se procederá a taparlos con unas tapas hechas de plástico, abatibles.

#### **9.9. Documento de síntesis**

En este apartado comentaremos brevemente los puntos a tener más en cuenta en el estudio de impacto ambiental, y por consiguiente, a tener en cuenta en la realización del proyecto.

Teniendo en cuenta todos los impactos sobre el medio ambiente que el presente proyecto puede ocasionar, enumeramos abajo los más importantes, así como el modo de minimizarlos:

- el polvo generado durante la construcción, que se eliminara en parte gracias a un camión cisterna, que regará los accesos y la parcela.

Este punto será, por tanto, mucho más vigilado que el resto. Los motivos son tanto por su polución como su duración en el tiempo. El polvo se levantará durante toda la fase de obras.

Dado que es una tarea sencilla de realizar, se humedecerá periódicamente el suelo de la parcela, para así tener controlado el principal problema en toda la fase de construcción de la EDAR.

# Capítulo 10:

## Mantenimiento de las instalaciones.

<b>10. Mantenimiento de las instalaciones.....</b>	<b>128</b>
<b>10.1. Mantenimiento de la planta.....</b>	<b>128</b>
<b>10.2. Mantenimiento de la obra civil.....</b>	<b>129</b>
<b>10.3. Mantenimiento de las instalaciones y equipos.....</b>	<b>130</b>
<b>10.3.1. Rejas de desbaste.....</b>	<b>130</b>
<b>10.3.2. Tamiz.....</b>	<b>130</b>
<b>10.3.3. Desarenador – Desengrasador.....</b>	<b>130</b>
<b>10.3.4. Tanque Imhoff.....</b>	<b>132</b>
<b>10.3.5. Biodiscos.....</b>	<b>132</b>
<b>10.3.6. Bombas.....</b>	<b>133</b>
<b>10.3.7. Motores.....</b>	<b>134</b>

## 10. Mantenimiento de las instalaciones.

### 10.1. Mantenimiento de la planta.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, tienen una fuerte componente de obra civil que no se da en otras plantas. Así como en muchas plantas industriales todo el proceso de circunscribe a naves industriales o bien son equipos de calderería soportados por estructuras e interconectados por tuberías vistas, en el caso de las EDAR, las principales unidades de proceso son recintos de obra civil de grandes dimensiones.

En particular, los recintos hidráulicos son casi en la totalidad de los casos, de hormigón armado, siendo muy importante que mantengan siempre su estanqueidad.

Dichos recintos hidráulicos (reactores, decantadores, canales, etc.) suelen tener un gran tamaño. Esto hace que las EDAR ocupen, en general, un espacio considerable y que las plantas tengan que combinar los recintos hidráulicos de gran tamaño con otros edificios industriales, todo ello dentro de una parcela en la que se articulan viales de circulación y zonas de maniobra de vehículos. Dado el tamaño de las parcelas y para minimizar su impacto, también suele haber zonas ajardinadas para integrar la EDAR en el paisaje (las EDAR se suelen ubicar fuera de los núcleos urbanos).

Una bomba, un motor, un transformador eléctrico,....., de una EDAR, tienen un mantenimiento igual que el de una bomba, motor o transformador de cualquier otra planta industrial. El mantenimiento se gestiona prácticamente igual y los problemas son los mismos. Sin embargo, hay ciertos aspectos propios de las EDAR que hacen que haya que matizar la teoría y práctica general del mantenimiento. Pasamos a comentar dichos aspectos:

1. Una EDAR, tanto a efectos de construcción como a efectos de mantenimiento, tiene dos aspectos o vertientes: la parte de obra civil y la parte de equipos. La parte de obra civil cobra especial preponderancia en la fase de construcción. Una vez ejecutada la planta, el mantenimiento de la parte de obra civil es mínimo. La obra civil se ha caracterizado siempre por su durabilidad y bajas necesidades de mantenimiento. Puesto que la obra civil representa (hablando siempre en términos generales y simplistas) del orden de un 50% de la planta (para plantas con un nivel de equipamiento electromecánico medio), tenemos que una buena parte de la inversión inicial requiere unos costes de mantenimiento mínimos.

2. Respecto a la utilización del mantenimiento predictivo, ligado a lo que se indica en el punto A, al no ser, en general, excesivamente costosos los equipos que intervienen en las instalaciones, salvo casos muy concretos y para plantas muy grandes en las que sí pueden ser rentables, las técnicas de mantenimiento predictivo son (por el momento) poco utilizadas en EDAR. En las EDAR de tamaño pequeño y mediano, hoy por hoy resulta imposible su aplicación salvo que se haga un mantenimiento mancomunado (muchas plantas mantenidas por una misma empresa u organismo).

3. Respecto al enfoque general del mantenimiento, dado que las EDAR no pueden dejar de funcionar en ningún momento (ni aún en caso de remodelación o ampliación de la planta), no queda más remedio que diseñar las plantas con elementos de reserva (redundancia), modulación en más de una línea de proceso. En definitiva, el



mantenimiento correctivo y el predictivo suelen ser perfectamente aplicables debido a que las plantas se diseñan así para ello.

En particular, el tipo de mantenimiento que se usa con profusión en las EDAR es el mantenimiento preventivo.

Téngase en cuenta que una EDAR es una fábrica en la que continuamente está entrando materia prima, pero además, con la particularidad de que dicha materia prima no se puede rechazar, aunque la calidad de la misma sea muy mala. Es decir, en la EDAR va a estar llegando siempre agua por los colectores de entrada y ese agua tiene que entrar y ser tratada, venga como venga. Por ello, se opta por la redundancia y los equipos de reserva.

4. Aunque este aspecto es común a otro tipo de plantas, no podemos dejar de mencionar que, con frecuencia, en el diseño de EDAR no intervienen expertos en mantenimiento, lo cual se traduce en el riesgo de errores de diseño en cuanto a mantenibilidad de las instalaciones.

Relacionado con lo anterior, está el hecho de que dado el interés público de este tipo de plantas, muchas veces (al menos hasta ahora), el organismo que promueve la construcción de la planta (el que hace la inversión inicial), es distinto del organismo que explotará y mantendrá la misma. Esto se traduce en que no se tiene una visión integral del ciclo de vida de la planta y por intentar minimizar los costes de inversión, se aumentan los costes de explotación y mantenimiento.

5. En cuanto al tema de la prevención de riesgos laborales, en una EDAR existen los riesgos que pueda haber inherentes a los equipos que hemos mencionado y que como hemos dicho, son comunes a otras plantas industriales (riesgo eléctrico, golpes, atrapamientos, etc.) y además, tres riesgos específicos adicionales que hay que tener en cuenta a la hora de ejecutar los trabajos de mantenimiento:

- Riesgo de caída a los recintos hidráulicos (cuya profundidad es considerable)
- Riesgo biológico (bacterias, virus y todo tipo de patógenos), por lo que hay que extremar las precauciones (vacunación, evitar heridas y cortes, protección de la piel mediante barreras.....)
- Riesgo de atmósferas pobres en oxígeno/espacios confinados en ciertas partes de la EDAR

## **10.2. Mantenimiento de la obra civil.**

Como se ha dicho antes, el mantenimiento de la obra civil es prácticamente nulo. Bastara con mantener las paredes, los accesos, así como las vallas de cierre de la parcela adecuadamente pintadas y limpias, para ofrecer una buena imagen.

El deterioro que se produce, en este tipo de plantas es principalmente, debido a la alta humedad ambiental que hay, los fenómenos de corrosión que se producen sobre los materiales de construcción son elevados.

Cortar, regar y cuidar el césped de las zonas ajardinadas para dar una mayor imagen de limpieza.

### **10.3. Mantenimiento de las instalaciones y equipos.**

#### **10.3.1. Rejas de desbaste.**

Las rejas mecánicas disponen de peines que se mueven de abajo a arriba arrastrando los residuos, el peine a su vez dispone de dientes que entran entre los barrotes.

Las rejas mecánicas se construyen con dos configuraciones, con limpieza frontal y con limpieza trasera. Elegiremos la limpieza trasera, ya que tiene la ventaja de que impide el atascamiento de residuos entre los barrotes dado que los propios dientes del peine son los que los expulsan.

Si se produce un atasco, un limitador electrónico de par, deberá proteger los mecanismos, reductor y motor, independientemente de la protección térmica del motor. Los problemas más frecuentes están relacionados con el bloqueo en su desplazamiento de los peines de limpieza, este viene motivado generalmente por el acúñamiento de sólidos entre los barrotes o por deposición de arena en la parte baja del canal.

#### **10.3.2. Tamiz.**

Los tamices están pensados y desarrollados para una larga duración y un mínimo mantenimiento. Son máquinas de funcionamiento sencillo y fiable. Los mecanismos están diseñados para que tengan un mínimo contacto con el fluido con el fin de evitar averías y además tenga un fácil acceso para su mantenimiento.

#### **Limpieza de la malla.**

- ✓ Se efectúa mediante dos cepillos uno extractor y otro barredor.
- ✓ Chorro de agua a presión para ayudar la acción de cepillos. El agua utilizada será de la propia depuradora.

#### **Limpieza y mantenimiento de los motores.**

Detallada en el apartado 10.3.7.

#### **10.3.3. Desarenador – Desengrasador.**

El mantenimiento de los desarenadores incluye actividades periódicas que consisten principalmente en el drenaje y evacuación de sedimentos acumulados en el fondo de la unidad.

La evacuación de los sedimentos que se depositan en el fondo de la unidad será cada 6 u 8 semanas dependiendo de la calidad del agua cruda y del volumen del tanque. Si el agua es muy turbia la remoción de sedimentos se debe realizar con mayor frecuencia.

#### Lavado de la unidad

- a. Cortar el flujo de agua hacia el desarenador.
- b. Limpieza de la entrada, desprender el material adherido en el fondo y en las paredes de la cámara, utilizando escobilla con cerdas de material sintético.
- c. Limpieza de la cámara de sedimentación.
  - ✓ Abrir la válvula de drenaje para la evacuación de los lodos y dejar evacuar toda el agua y sedimentos.
  - ✓ Con palas, cubetas, baldes, tablas y carretillas, sacar los sedimentos del tanque, empujandolos hacia el drenaje y llevandolos fuera. Raspar el fondo del tanque con agua a presión para dejarlo completamente limpio.
  - ✓ Enjuagar completamente el tanque antes de restaurar su funcionamiento.
- d. Limpieza de la salida, se procedera de la misma manera que en la limpieza de la entrada.
- e. Lavado de los insufladores de aire.
  - ✓ Se lavaran con un chorro de agua a presión, el cual sera suficiente por si alguna particula hubiera quedado depositada sobre ellos, y arrancando asi posible fango adherido sobre estos.
- f. Puesta en funcionamiento.
  - ✓ Cerrar los drenajes y abrir el paso para que el agua llene de nuevo el tanque.
  - ✓ Una vez limpio, el tanque vuelve a ponerse en funcionamiento en cuanto se llene.

Otros mantenimientos que deben realizarse con periodicidad son:

- ✓ Engrasado de los dispositivos de apertura de compuertas (mensualmente).
- ✓ Pintado de elementos metálicos con pintura anticorrosiva (semestralmente).
- ✓ Inspección minuciosa de la unidad, resane de deterioros en la estructura, reparación o cambio de válvulas y compuertas (anualmente).

### 10.3.4. Tanque Imhoff.

#### Puesta en funcionamiento.

Al entrar en operación el tanque Imhoff debe sembrarse lodo anaerobio para poner en marcha el proceso de digestión. Esto se hace utilizando lodos digeridos de otras EDAR, o a falta de éstos, materia nutritiva, tal como unas cuantas paladas de abono, estiércol o sangre.

#### Limpieza periódica.

Un correcto mantenimiento del tanque Imhoff implica una serie de operaciones periódicas que a continuación se indican:

- ❖ Mensualmente se retiraran las grasas acumuladas en la superficie del tanque.
- ❖ En función del diseño realizado se retiraran parte de los lodos del fondo, dejando un porcentaje con el fin de favorecer la digestión y que actúe como siembra a los futuros sólidos que vayan llegando al digestor, sin necesidad de sacar el tanque de operación. Esto se realizara cada 6 meses.
- ❖ Periódicamente se interrumpirá la entrada al tanque para vaciarlo de agua y fangos reparando los desperfectos que puedan aparecer. Para ello se abrirá el tanque dejándolo ventilar durante un tiempo suficiente, nunca menos de una hora.
- ❖ La limpieza se puede realizar con agua a presión sobre las paredes, entradas, salidas, etc.
- ❖ Será necesaria una inspección frecuente de las ranuras de salida de fangos del decantador al digestor que deben estar libres de obstrucciones. Se puede utilizar una pértiga o una cadena para limpiarla.
- ❖ En la zona de salida de gases conviene mantener la capa flotante cuarteada e intentar mezclarla con fase líquida, para que sedimenten en el fondo con los fangos. Facilitando de esta manera la salida de los gases.

Por otra parte, una dosificación de 0,5 kilos de Hidróxido de Calcio  $\text{Ca(OH)}_2$  por cada 100 habitantes y día permite disminuir los malos olores por la salida de gases y también mejora el pH de la digestión favoreciéndola.

### 10.3.5. Biodiscos.

Uno de los principales argumentos a favor de las Plantas basadas en Biodiscos es el poco mantenimiento que éstas requieren. Del mismo modo, las tareas de gestión que posibilitan el buen funcionamiento de las instalaciones son también muy pocas gracias a la sencillez de su funcionamiento y a la capacidad de autorregulación y adaptación a los cambios (tanto hidráulicos como de carga contaminante) que son capaces de soportar.

En cualquier caso, es muy importante para asegurar el buen funcionamiento de la EDAR el llevar a cabo las pocas tareas de **Mantenimiento Preventivo** y de **Conservación de Planta** (y con la periodicidad establecida) que requieren las instalaciones.

El mantenimiento de los biodiscos es escaso, lo único que hay que vigilar son las entradas y las salidas de la cuba, para que no se obstruyan.

Periódicamente enviar los lodos que se forman y se depositan en el fondo, de la cuba por medio de un sistema de recirculación, al tanque Imhoff.

Hacer las inspecciones periódicas necesarias de los motores y los dispositivos mecánicos del eje.

Para evitar por un lado, la proliferación de malos olores y proteger los biodiscos de la incidencia del sol, estos se cubren con una cubierta de plástico y se dispone una puerta de acceso para el control y mantenimiento del sistema.

### **10.3.6. Bombas.**

#### **Puesta en marcha.**

Durante la puesta en marcha de la bomba deben inspeccionarse los siguientes puntos:

Comprobar los puntos de trabajo midiendo la presión y posiblemente el caudal, utilizando el método volumétrico para compararlos con los valores proyectados y confirmar que el punto de trabajo real esté dentro de los límites permitidos de la curva Q/H de la bomba.

- ✓ Puede llevar algún tiempo estabilizar la situación real en tuberías de impulsión largas con varios puntos altos y bajos hasta el punto de descarga. Por lo tanto las mediciones deben repetirse algún tiempo después de la puesta en marcha para confirmar el punto de trabajo.

- ✓ Comprobar si la bomba vibra o hace ruido al funcionar. Comprobar si hay señales de cavitación.

- ✓ Comparar los niveles de arranque y parada con los valores proyectados y ajustarlos, si es necesario. El nivel de parada más bajo posible de bombas instaladas en seco debe encontrarse mediante pruebas, observando la aspiración de aire en la tubería de entrada.

- ✓ Para bombas sumergibles en combinación con grandes volúmenes de caudal, comprobar los remolinos en la superficie a nivel bajo. Ajustar el nivel de parada donde sea necesario.

#### **Funcionamiento y servicio.**

Las bombas sumergibles de aguas residuales deben someterse a inspección y mantenimiento rutinarios cada año. El mantenimiento previsto debe realizarse in situ e incluye:

- ✓ Comprobación del aceite y cambio en caso necesario. Inspección y ajuste de la holgura de la aspiración (impulsor/voluta), si la holgura se ha ensanchado hasta 2 mm o más por el desgaste. Para bombas sin posibilidad de ajuste, la recuperación del espacio de la aspiración y el funcionamiento de la bomba requiere la instalación de nuevas

piezas.

- ✓ Medición de la resistencia del aislamiento del motor en el panel de control.
- ✓ Comprobación de la cadena de elevación, así como cáncamos y asas.
- ✓ Inspección general de la bomba y control del funcionamiento.

✓ El manual de la bomba contiene información completa respecto al mantenimiento. El propietario o una compañía de servicios contratada puede realizar el mantenimiento rutinario. El cambio de impulsor debe poder realizarse in situ durante el mantenimiento, si fuera necesario. El cambio de cierre y otros trabajos en la protección hermética del motor deben siempre encargarse a un taller oficial.

✓ La disponibilidad de repuestos no es problema para bombas sumergibles de un fabricante reconocido. Las series de fabricación de bombas son largas y se tienen piezas en stock, tanto para el montaje de bombas nuevas como para repuestos. Normalmente no es necesario mantener un stock de repuestos.

### **10.3.7. Motores.**

Para un mantenimiento de motores eléctricos, adecuadamente aplicado, se debe inspeccionar periódicamente los niveles de aislamiento, la elevación de temperatura (bobinas y soportes), desgastes, lubricación de los rodamientos, vida útil de los soportes, examinar eventualmente el ventilador, cuanto al correcto flujo de aire, niveles de vibraciones, desgastes de escobas y anillas colectoras.

El no mantener los parámetros anteriores controlados, puede significar paradas no deseadas del equipo. La frecuencia con que deben ser hechas las inspecciones, depende del tipo del motor y de las condiciones locales de aplicación.

La carcasa debe mantenerse limpia, sin acumulo de aceite o polvo en su parte externa para facilitar el intercambio de calor con el medio.

### **Limpieza.**

Los motores deben mantenerse limpios, exentos de polvo, detritos y aceites. Para limpiarlos, se debe utilizar escobas o trapos de algodón, los cuales serán gestionados como residuos tóxicos y peligrosos (RTP's). Si el polvo no es abrasivo, se debe emplear un soplete de aire comprimido, soplando la suciedad de la tapa deflectora y eliminando todo el polvo acumulado en las aletas del ventilador y en las aletas de refrigeración.

Los tubos de los intercambiadores de calor deben mantenerse limpios y desobstruidos para garantizar un perfecto intercambio de calor. Para la limpieza de los tubos, puede utilizarse una baqueta con una escoba redonda, que al ser introducida en los tubos, retire la suciedad acumulada.

### **Revisión Periódica.**

- ✓ Drenaje del agua condensada.

- ✓ Limpieza del interior de la caja de conexión.
- ✓ Inspección visual del aislamiento de las bobinas.
- ✓ Limpieza de las anillas colectoras.
- ✓ Verificación de las condiciones de la escoba.
- ✓ Limpieza del intercambiador de calor.

**Revisión completa.**

- ✓ Limpieza de las bobinas sucias utilizando un pincel o escobilla. Usar un trapo humedecido con alcohol o con un disolvente adecuado para eliminar grasa, aceite y otras suciedades que estén adheridas sobre las bobinas. Secar posteriormente con aire seco.
- ✓ Pasar aire comprimido por entre los canales de ventilación en el paquete de chapas del estator, rotor y soportes.
- ✓ Drenar el agua condensada, limpiar el interior de las cajas de conexión y de las anillas colectoras.
- ✓ Medir la resistencia del aislamiento.
- ✓ Limpiar el conjunto escobas/porta-escobas.
- ✓ Limpiar completamente el intercambiador de calor.

# Capítulo 11:

## Construcción y explotación de la EDAR.

<b>11. Construcción y explotación de la EDAR.</b> .....	<b>137</b>
<b>I. CONCEPTOS GENERALES. MARCO LEGISLATIVO.</b> .....	<b>137</b>
<b>II. Régimen de utilización y construcción de la EDAR.</b> .....	<b>138</b>



## 11. Construcción y explotación de la EDAR.

### I. CONCEPTOS GENERALES. MARCO LEGISLATIVO.

La modalidad de contratación prevista para la *“Construcción y explotación de la estación de depuración de aguas residuales”* es el de **CONCESIÓN DE OBRA PÚBLICA**.

Los contratos de Concesión de Obra Pública se regulan en el Título V del Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, de ahora en adelante LCAP.

Según el apartado 1 del artículo 220 de la LCAP, *“Se entiende por contrato de concesión de obras públicas aquél en cuya virtud la Administración Pública o Entidad de Derecho público concedente otorga a un concesionario, durante un plazo, la construcción y explotación, o solamente la explotación, de obras relacionadas en el artículo 120 o, en general, de aquellas que siendo susceptibles de explotación, sean necesarias para la prestación de servicios públicos de naturaleza económica o para el desarrollo de actividades o servicios económicos de interés general, reconociendo al concesionario el derecho a percibir una retribución consistente en la explotación de la propia obra, en dicho derecho acompañado del de percibir un precio o en cualquier otra modalidad establecida en este Título”*.

En el apartado 2 del mismo artículo de la LCAP se determina que *“La construcción y la explotación de las obras públicas objeto de concesión se efectuarán a riesgo y ventura del concesionario, quien asumirá los riesgos económicos derivados de su ejecución y explotación en los términos y con el alcance establecidos por esta Ley, lo que será en todo caso compatible con los distintos sistemas de financiación de las obras que en ella se regulan y con las aportaciones a que pudiera obligarse la Administración concedente”*.

En relación al sistema de financiación de la obra y retribución del concesionario nos dice el apartado 4 del artículo 220 de la LCAP que *“se determinarán por la Administración concedente con respeto a los objetivos de estabilidad presupuestaria y atendiendo a criterios de racionalización en la inversión de los recursos económicos, a la naturaleza de las obras y a la significación de éstas para el interés público”*.

El artículo 227 de la LCAP establece para este tipo de contratos que es preceptivo la redacción de un **Estudio De Viabilidad** en el que entran análisis financieros y económicos que ayudan a decidir si el régimen financiación es o no viable, estudio que se someterá a información pública durante el plazo de un mes.

Por último, el artículo 228 de la LCAP hace referencia a la necesidad del **Anteproyecto de construcción y explotación de la obra** señalando que *“En función de la complejidad de la obra y del grado de definición de sus características, la Administración concedente, aprobado el estudio de viabilidad, podrá acordar la redacción del correspondiente anteproyecto”*.

## II. Régimen de utilización y construcción de la EDAR.

El **régimen de utilización y explotación de la EDAR** abarcará las siguientes obligaciones:

Mantener el funcionamiento normal de la Estación, de forma ininterrumpida y consiguiendo en todo momento los resultados siguientes:

### - Agua depurada

Como mínimo el agua depurada analizada tendrá las siguientes características:

	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción
DBO <sub>5</sub>	25 mg/l	70 – 90 %
DQO	125 mg/l	75 %
SST	35 mg/l	90%
Nitrificación - Desnitrificación	15 mg/l	70 – 80 %
Eliminación de fósforo	2 mg/l	80 %

Tabla 11.1 Características del agua tratada. [Directiva 91/271/CEE].

### - Fangos.

Como mínimo, el fango procedente de la depuración después de tratado y analizado, tendrá las siguientes características:

- Sequedad (% de peso de sólidos secos)  $\geq 20\%$
- Estabilidad: reducción de sólidos volátiles en el proceso  $\geq 40\%$

### - Determinación de índices de depuración.

La buena marcha de la depuración, se comprobará por determinación de los índices que a continuación se indican y que en todo momento deben alcanzar los valores que se citan:

- Partículas de tamaño superior a 0,80mm, se separarán en su totalidad.
- Separación de grasas: el efluente de la depuradora, presentará como máximo un 30% del contenido en grasas o aceites de cualquier naturaleza, que tuviera el efluente.
- La reducción de la demanda biológica de oxígeno en cinco días a 20 grados (DBO5) en el efluente de la planta será la que permita alcanzar al efluente el valor máximo expresado en el Proyecto.

- Respecto a la eliminación de N y P cumplirán como mínimo lo exigido en el Proyecto.
- Para la toma de muestras en las que se realizarán los análisis diarios, se dispondrá a la entrada y salida de la línea de agua de un dispositivo de toma de muestras compuestas y ponderadas. La planta dispondrá de lugares de fácil accesibilidad para la toma de muestras tanto de entrada como de salida.
  - Retirar en las debidas condiciones higiénicas, transportar y verter las grasas, arenas y residuos de las rejillas y tamices recogidos en la planta, a vertedero autorizado.
  - Desechar los lodos producidos, hasta alcanzar los contenidos de humedad, y retirada y vertido a vertedero autorizado.
  - Se realizará, dentro de los tres primeros meses del contrato, los Programas de Mantenimiento, Conservación y Explotación por los que regirán los trabajos a efectuar, los cuales deberán ser aprobados por la Administración Hidráulica.
  - Conservar en perfecto estado todos los elementos de la planta
  - Mantener adecuadamente todas las instalaciones y equipos de la planta.
  - Reparar dentro del programa de mantenimiento los elementos deteriorados de las instalaciones.
  - Adquirir todos los materiales, productos y suministros precisos para el debido mantenimiento, conservación y explotación. En todo momento se dispondrá de un mínimo de repuestos que garantice la reparación inmediata de los equipos e instalaciones
  - Conservar y mantener en perfecto estado todas las instalaciones existentes de control, automatismos e información de la planta.
  - Mantener en perfecto estado de limpieza y pintura todos los elementos y obras de la instalación.
  - Conservar en las debidas condiciones todos los elementos ajenos a la planta como caminos, jardines, edificaciones, redes, etc., procurando que su aspecto sea siempre el mejor posible.
  - Mantener un sistema permanente de vigilancia que garantice la seguridad del personal y de las instalaciones. También se deberá suscribir una póliza de responsabilidad civil con cobertura para el personal que de manera temporal o permanente se encuentre en las instalaciones.
  - Registrar y analizar las características de los parámetros que definen el proceso de las líneas de agua, gas y fangos, para el debido control y funcionamiento.
  - Retirar rápidamente las arenas, grasas y residuos de rejillas recogidas en la

planta, así como su transporte y depósito en vertedero autorizado sin que se produzcan olores en ninguna de las operaciones.

➤ En el caso de que aparezcan en las aguas residuales sustancias o materiales perturbadoras de los procesos de tratamiento o digestión, se comunicará inmediatamente su presencia al organismo responsable de la Administración Hidráulica, el cual determinará si está en caso de suspender temporalmente las sanciones que en su caso estuvieran previstas en el Pliego

➤ Tratamiento de las aguas, fangos, arenas, gruesos, etc... que resulte necesario para el normal funcionamiento de la planta libre de olores, moscas y mosquitos. A tal efecto deberá cuidar la realización de todos los procesos de depuración con la mayor exactitud y limpieza y utilizar, cuando sea preciso, productos químicos para combatirlos, previa consulta al organismo responsable de la Administración Hidráulica.

➤ Comunicar inmediatamente al organismo responsable de la Administración Hidráulica cualquier incidencia que afecta a las instalaciones o a la depuración.

➤ Enviar diariamente al organismo responsable de la Administración Hidráulica la información sobre la marcha de la planta que aquel solicite.

➤ En general, cuantas operaciones y cuidados sean necesarios para cumplir con los objetivos de depuración antes señalados.

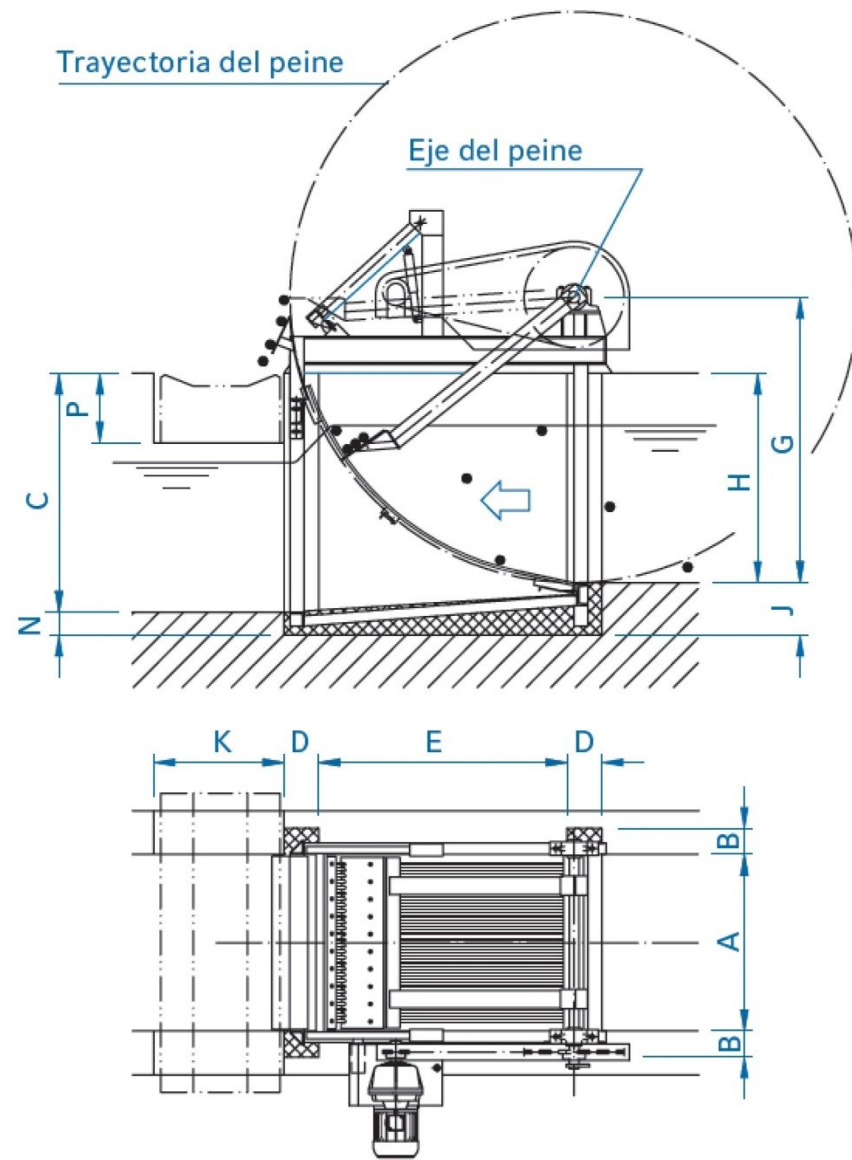
➤ Suscribir los respectivos contratos de Mantenimiento y Seguridad para la red de gas si la tienen los edificios de calderas y calefacción, transformadores y red de alta tensión, extinción de incendios, así como las respectivas revisiones de homologación para los depósitos de presión.

➤ Realizar los servicios de limpieza de los edificios de oficinas y personal, así como los correspondientes a la ropa de trabajo. Para ello se preverá el personal correspondiente o bien se contratará.

# Capítulo 12:

## Planos Acotados.

12.1. Rejas de desbaste .....	142
12.2. Tamiz .....	143
12.3. Desarenador-Desengrasador. ....	144
12.4. Tanque Imhoff .....	145
12.5. Biodiscos. ....	146
12.6. Decantador secundario. ....	147
12.7. Esquema general de la planta.....	148

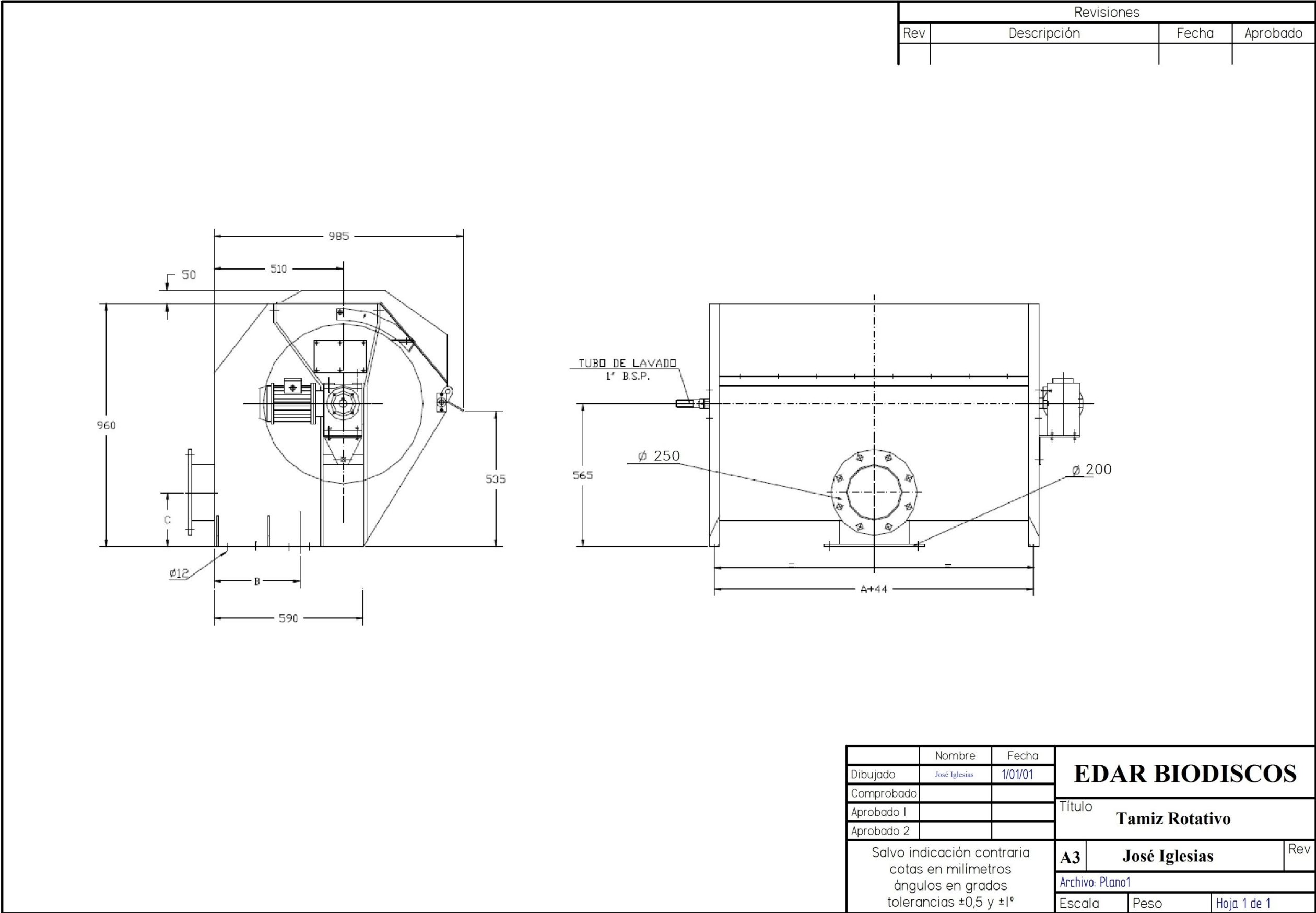


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

**Dimensiones**

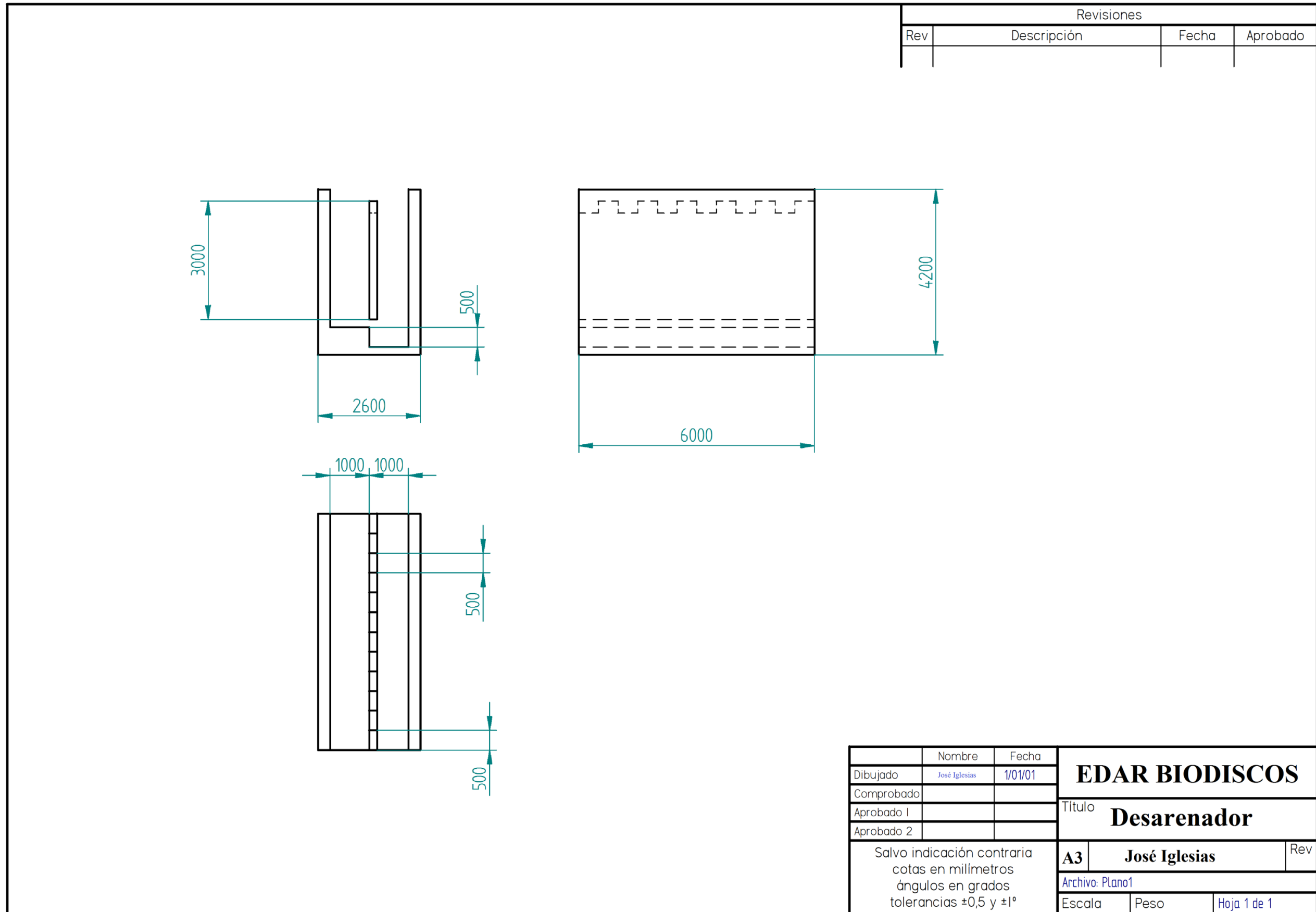
	900
A	300 ÷ 1000
B	100
C	700
D	150
E	750
G	930
H	500
J	310
K	750
M	A+400
N	110
P	230

	Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b>	
Dibujado	José Iglesias	1/01/01		
Comprobado			Título <b>Rejas de Gruesos</b>	
Aprobado 1				
Aprobado 2			<b>A3</b> <b>José Iglesias</b> Rev	
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1°				

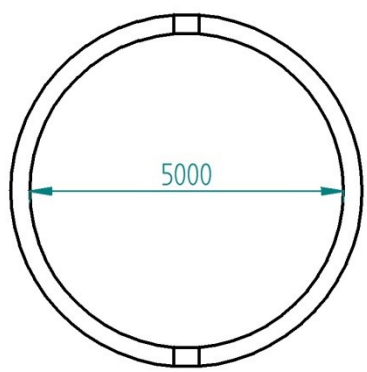
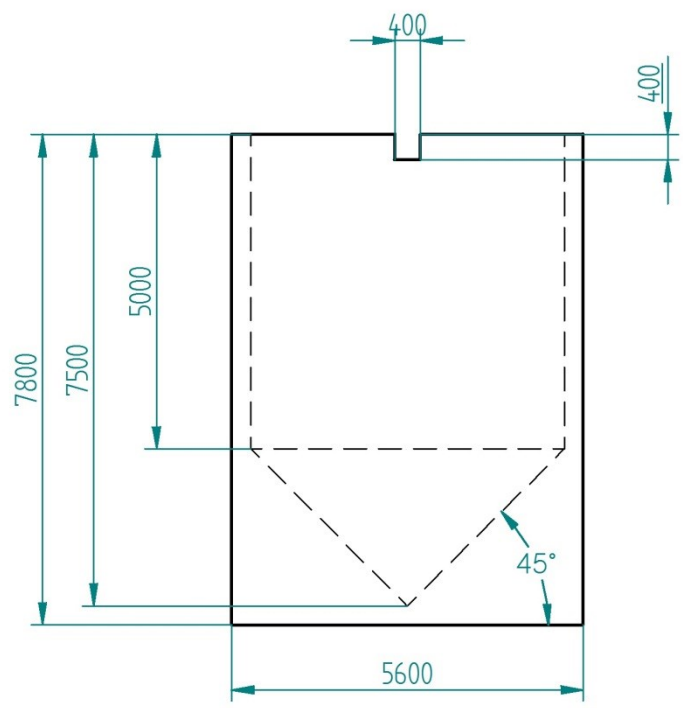


Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b>		
Dibujado José Iglesias	1/01/01			
Comprobado		Título <b>Tamiz Rotativo</b>		
Aprobado 1		A3 <b>José Iglesias</b> Rev		
Aprobado 2		Archivo: Plano1		
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1º		Escala	Peso	Hoja 1 de 1

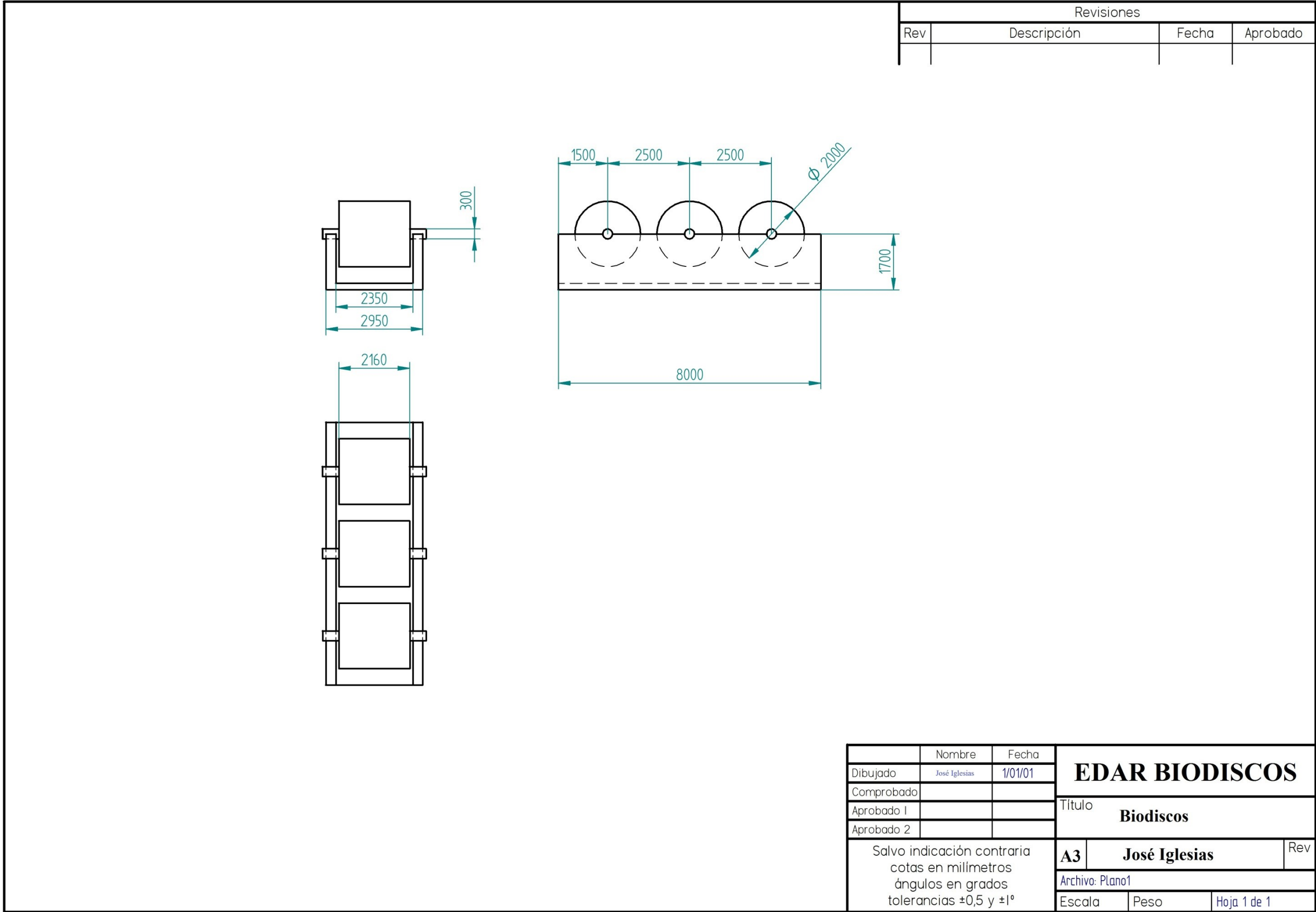






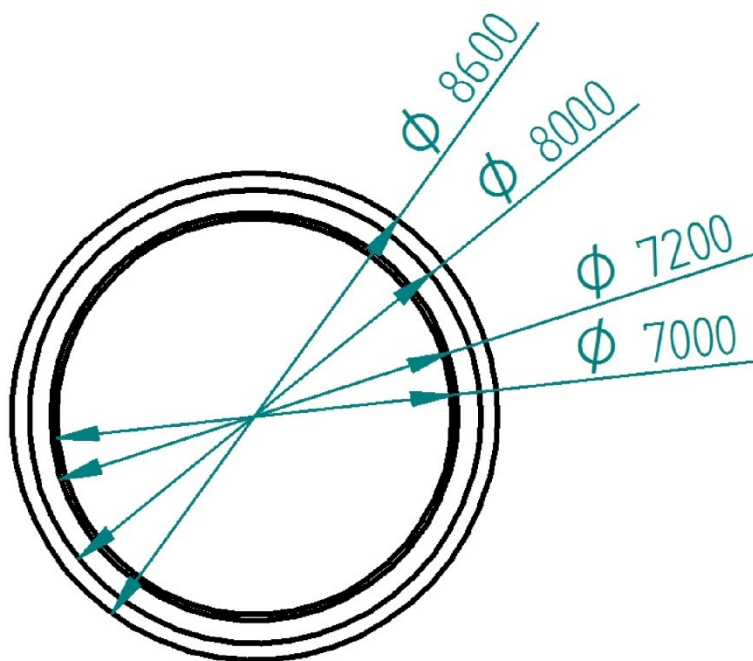
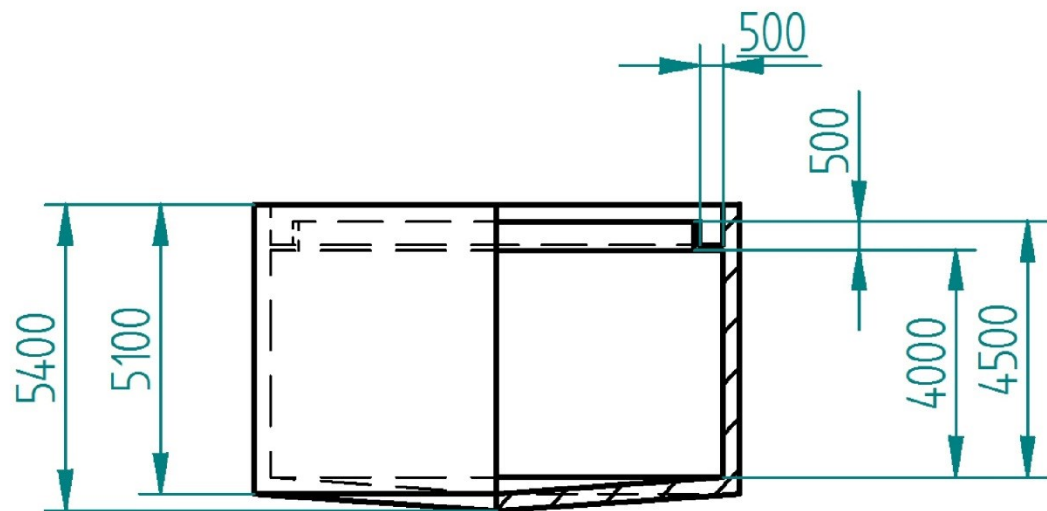
Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b>		
Dibujado José Iglesias	1/01/01			
Comprobado		Título <b>Tanque Imhoff</b>		
Aprobado 1		<b>A3</b>	<b>José Iglesias</b>	Rev
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1º		Archivo: Plano1		
		Escala	Peso	Hoja 1 de 1



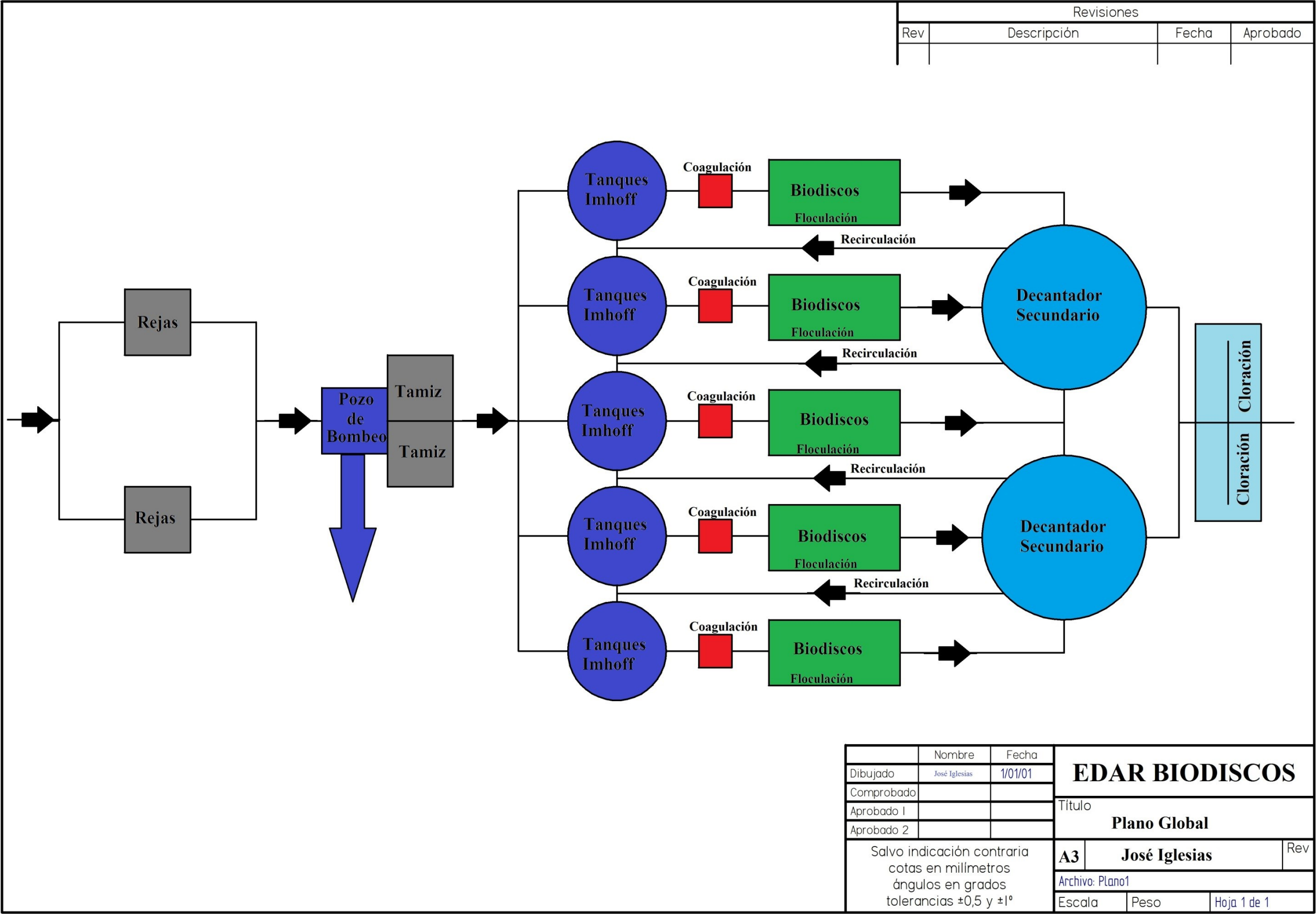
Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b>	
Dibujado José Iglesias	1/01/01	Título <b>Biodiscos</b>	
Comprobado			
Aprobado 1			
Aprobado 2			
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1°		<b>A3</b>	Rev
		Archivo: Plano1	
		Escala	Peso
		Hoja 1 de 1	



Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b>		
Dibujado José Iglesias	1/01/01			
Comprobado		Título <b>Decantador Secundario</b>		
Aprobado 1				
Aprobado 2				
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1º		<b>A3</b>	<b>José Iglesias</b>	Rev
		Archivo: Plano1		
		Escala	Peso	Hoja 1 de 1



Revisiones			
Rev	Descripción	Fecha	Aprobado

Nombre	Fecha	<b>EDAR BIODISCOS</b> Título <b>Plano Global</b>
Dibujado	José Iglesias 1/01/01	
Comprobado		
Aprobado 1		
Aprobado 2		
Salvo indicación contraria cotas en milímetros ángulos en grados tolerancias ±0,5 y ±1º		A3    José Iglesias    Rev
		Archivo: Plano1
Escala	Peso	Hoja 1 de 1

# Capítulo 13:

## Seguridad laboral.

<b>13. Prevención de riesgos laborales.....</b>	<b>150</b>
<b>13.1. Condiciones de trabajo.....</b>	<b>150</b>
<b>13.2. Riesgos laborales y daños derivados del trabajo. ....</b>	<b>150</b>
<b>13.3. Prevención de riesgos laborales.....</b>	<b>151</b>
<b>13.4. Lugares de trabajo y principales riesgos en la EDAR. ....</b>	<b>152</b>
<b>13.5. Riesgo biológico NTP 473. ....</b>	<b>154</b>
<b>13.6. Medidas preventivas.....</b>	<b>156</b>

### 13. Prevención de riesgos laborales.

#### 13.1. Condiciones de trabajo.

En el ámbito de la seguridad laboral, la referencia a *las condiciones de trabajo* se efectúa con la consideración de que se debe controlar tales *condiciones* para que no supongan una amenaza para la seguridad y la salud del trabajador y, al mismo tiempo, se alcance una calidad de trabajo.

En este sentido, se trata de aquellas características del trabajo que pueden influir significativamente en la generación de riesgos laborales. Se incluye en ellas:

- Condiciones de seguridad:
  - Características generales de los lugares de trabajo (espacios, pasillos, escaleras, etc.)
  - Instalaciones (eléctricas, de gases, de vapor, etc.)
  - Equipos de trabajo (máquinas, herramientas, aparatos a presión, de elevación, de manutención, etc.)
  - Almacenamiento y manipulación de cargas, de materiales y de productos.
  - Existencia o utilización de materiales o productos inflamables.
  - Existencia o utilización de productos químicos peligrosos en general.
  
- Condiciones Ambientales:
  - Exposición a agentes físicos (ruidos, vibraciones, radiaciones, ondas de radio, etc.)
  - Exposición a agentes químicos y ventilación industrial.
  - Exposición a agentes biológicos.
  - Calor y frío.
  - Calidad del aire.
  - Iluminación.
  
- Carga de trabajo: física y mental.
  
- Organización y ordenación del trabajo (monotonía, repetitividad, posibilidad de iniciativa, aislamiento, participación, turnicidad, descansos...)

En la medida en que estas condiciones de trabajo puedan ser origen de daños para la salud, incluidas las lesiones tipo accidentes, patologías o enfermedades, o influyan significativamente en la magnitud de los riesgos, se las suele denominar factores de riesgo o también como dice la Ley de prevención: procesos, actividades, operaciones, equipos o productos potencialmente peligrosos.

#### 13.2. Riesgos laborales y daños derivados del trabajo.

En el contexto de la seguridad y salud en el trabajo, se define riesgo laboral como la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Se completa esta definición señalando que para calificar un riesgo, según su gravedad, se valorará conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y su severidad o magnitud.

Se consideran daños derivados del trabajo a las enfermedades, patologías o lesiones producidas con motivo u ocasión del trabajo. Se trata de lo que en términos más comunes o tradicionalmente se habla como enfermedades o patologías laborales o accidentes laborales, aunque con un sentido más amplio y menos estricto. Es decir, cualquier alteración de la salud, incluidas las posibles lesiones, debidas al trabajo realizado bajo unas determinadas condiciones.

La salud es un término que todo el mundo asocia al estado o condiciones en que se encuentra el organismo de la persona con relación a su capacidad o ejercicio de las funciones que le corresponden normalmente. Cuando se utiliza este término como ese estado o condiciones cuando permiten el desarrollo pleno, normal, de las funciones o potencialidades del organismo, se habla de la salud plena, de la buena salud, se piensa en la ausencia de enfermedades. Sin embargo, para entendernos hace falta una referencia o fijar qué se entiende por normalidad. Quizás sirva la definición de la OMS: La salud no es una mera ausencia de afecciones y enfermedad, sino el estado de plena satisfacción física, psíquica y social.

Dentro de este punto se pueden nombrar los riesgos a los que están expuestos los trabajadores:

- Riesgos de accidente: es una combinación probabilística en la cual se tiene en cuenta, la probabilidad de que se produzca un accidente, y la probabilidad de que dicho accidente provoque daños más o menos graves.
- Riesgos ambientales: en el caso de los factores de riesgo ambientales, la probabilidad de que se produzca el daño viene representada por la dosis del agente contaminante recibida por el organismo. Esta dosis puede medirse como energía recibida por unidad de tiempo, si se trata de un agente físico, o como cantidad de sustancia que penetra en el organismo por unidad de tiempo, si se trata de un agente químico.
- Riesgos psicosociales: La dificultad de su evaluación estriba en que las posibles alteraciones de la salud suelen ser inespecíficas siendo también muy difícil discernir en qué medida se deben a factores de riesgo laborales y a factores extralaborales. Por lo que su prevención es muy complicada, pero si se deben de tener en cuenta para que la productividad no se vea alterada.

### **13.3. Prevención de riesgos laborales.**

Se trata del conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas, en todas las fases de actividad de la empresa (incluida la concepción, diseño y proyecto de procesos, lugares de trabajo, instalaciones, dispositivos, procedimientos, etc.) dirigidas a evitar o minimizar los riesgos, en este caso, *laborales o derivados del trabajo*.

- a) Prevención *primaria*, dirigida a evitar los riesgos o la aparición de los daños mediante el control eficaz de los riesgos que no pueden evitarse. Esta prevención, obviamente es la más eficaz, incluso, atendiendo a lo expuesto con anterioridad, es la más eficiente. A su vez puede implicar distintos tipos de acciones, que se describen a continuación por orden decreciente de eficacia:

- Prevención en el diseño, lo más eficaz. A la hora de la concepción y diseño de instalaciones, equipos, herramientas, centros y puestos de trabajo, procesos, métodos, organización del trabajo, etc. hay que tener en cuenta los principios de prevención, y en primer término, tratar de evitar los riesgos.
  - Prevención en el origen, trata de evitar la aparición de riesgos como resultado de defectos en la fabricación, construcción, implantación e instalación, referido tanto a equipos, procesos, etc., como procedimientos, capacitación, etc., y, en los casos de riesgos inevitables, combatirlos en el origen o foco, mediante técnicas o medidas adecuadas, por ejemplo, mediante el aislamiento o enclaustramiento.
  - Prevención en el medio de transmisión, trata de evitar la exposición al riesgo por interposición de barreras entre el origen y las personas, actuando sobre el medio mismo absorbiendo o anulando el agente o situación de riesgo, e incluso, actuando sobre la misma organización del trabajo, por ejemplo, mediante el alejamiento o sistemas de alarma.
  - Prevención sobre la propia persona, mediante la utilización de medios de protección individual, la educación, la información, la formación, la vigilancia de la salud, la vacunación, la disminución del tiempo de exposición, etc.
- b) Prevención **secundaria**. Cuando ha comenzado el proceso de alteración de la salud, aunque no se manifieste de una manera clara; en general puede tratarse de una fase inicial, subclínica, muchas veces reversible. Las actuaciones preventivas en estos casos son principalmente la adecuada vigilancia de la salud para un diagnóstico precoz y un tratamiento eficaz.
- c) Prevención **terciaria**. Hay que aplicarla cuando, existe una alteración patológica de la salud o durante la convalecencia de la enfermedad o posteriormente a la misma. Se trata de prevenir la reincidencia o las recaídas, o las posibles "complicaciones" o secuelas, mediante el adecuado tratamiento y rehabilitación, como principales medidas.

#### 13.4. Lugares de trabajo y principales riesgos en la EDAR.

##### 1. Edificios de control.

- Caída del personal a distinto nivel. Debe haber orden y limpieza en el puesto de trabajo, mientras que los cables deben estar fuera de las zonas de paso.
- Incendios. Mantener el material factible de incendiarse lejos de los focos calientes así como, mantener despejados los lugares de acceso a los medios de extinción.

##### 2. Pretratamiento.

- Caída del personal. Se señalizara el peligro de caída cuando se realice el mantenimiento de la instalación.
- Caída de objetos por manipulación. Se realizara un mantenimiento preventivo con el rastrillo de limpieza de las rejillas de desbaste, nunca sobrepasando la carga máxima admisible.



- Golpes contra objetos inmóviles. Todos los objetos que se encuentren en las zonas de paso, se señalizan para que sean más visibles para los operarios.
- Atrapamiento por/entre objetos. La zona de tamices y el canal Desarenador - Desengrasador se encontrarán protegidos. Ninguna parte del cuerpo podrá acceder a ninguna de las partes de los tamices.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas. Se utilizarán mascarillas.

### **3. Manipulación de reactivos.**

- Todas las cubas de reactivos se encontrarán etiquetadas convenientemente, y se dispondrá de la ficha de seguridad de los mismos.
- Los depósitos de capacidad >1000L dispondrán de cubetos de retención.
- Se dispondrán de duchas y lavaojos a menos de 10m del lugar de trabajo, y cuyo acceso se encontrará despejado.

### **4. Tanque Imhoff.**

- Caída de personas a distinto nivel. En el descenso a los tanques, siempre habrá dos trabajadores. Se vaciará el tanque y se mantendrá vacío 15 min. Se seguirá el procedimiento de espacios confinados. El descenso a los tanques se realizará mediante arnés y con la ayuda de un trípode recuperador, exclusivamente por personal especialmente formado y autorizado.
- Golpes contra objetos inmóviles. Todos los objetos que se encuentren en las zonas de paso, se señalizan para que sean más visibles para los operarios.
- Al hacer la purga de fangos, exposición a sustancias nocivas o tóxicas. Se utilizarán mascarillas.
- Exposición a sustancias nocivas/tóxicas. Comprobar que el nivel de oxígeno no desciende nunca por debajo del 19.5%
- Ahogamientos. La limpieza de los tanques se realizará siempre por el exterior, y nunca subidos al muro de los mismos. Se realizará con un equipo de agua a presión.

### **5. Biodiscos.**

- Caída del personal. Se señalizara el peligro de caída cuando se realice el mantenimiento de la instalación.
- Peligro de atrapamiento con la tapa de la cuba de biodiscos, al realizar la limpieza de dicha cuba, tendrán que estar dos operarios.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas. Se utilizarán mascarillas.
- Golpes contra objetos inmóviles. Todos los objetos que se encuentren en las zonas de paso, se señalizan para que sean más visibles para los operarios.

### **6. Decantadores.**

- Caída de personas a distinto nivel. En el descenso al decantador, siempre habrá dos trabajadores. Se vaciará el decantador y se mantendrá vacío durante 15 min. Se seguirá el procedimiento de espacios confinados. El descenso al decantador se realizará mediante arnés y con la ayuda de un trípode recuperador.
- Atrapamiento por/entre objetos. Se dispondrán de paros de emergencia.

- Exposición a sustancias nocivas/tóxicas. Comprobar que el nivel de oxígeno no desciende nunca por debajo del 19.5%
- Ahogamientos. La limpieza de los decantadores se realizará siempre por el exterior, y nunca subidos al muro de los mismos. Se realizará con un equipo de agua a presión.

#### **7. Sala de Reactivos.**

- Contacto con sustancias corrosivas. Se identificarán las sustancias corrosivas mediante etiquetas y fichas de seguridad. Se dispondrán y utilizarán correctamente los equipos de protección individual.

#### **8. Ruido.**

- Los trabajadores dispondrán de protección auditiva a partir de 85dB. (A partir de 80dB ya es aconsejable, y 87dB es obligatorio).

#### **9. Taller.**

- Caída de personas al mismo nivel. Orden y limpieza. Se recogerán los vertidos de aceites. Las zonas de paso se mantendrán despejadas. Los bidones vacíos se separarán de los que están llenos, y se señalizarán. Los bidones llenos se colocarán sobre cubetos de retención.
- Golpes/cortes por objetos o herramientas. Se utilizarán las herramientas adecuadas para cada uso específico.
- Proyección de fragmentos o partículas. Se utilizará gafas o pantallas de protección durante la utilización de tornos y amoladoras, así como guantes de protección.
- Atrapamiento por/entre objetos. El taladro se encontrará protegido mediante protección fija.
- Contactos térmicos. Utilizar máscara de soldadura, guantes, delantal y ropa de manga larga durante las tareas de soldadura.
- Contactos con sustancias corrosivas. Los productos de jardinería, se almacenarán a parte de las herramientas del taller, y en lugares ventilados y despejados.
- Incendios. Las gasolinas se transportarán y almacenarán en envases seguros.

#### **13.5. Riesgo biológico NTP 473.**

- Está ligado a los agentes patógenos transportados por las aguas.
- Su naturaleza depende de:
  - o Las condiciones climáticas.
  - o Nivel de higiene de la planta y de los trabajadores.
  - o Enfermedades endémicas.
- El riesgo de contaminación biológica dependerá de:
  - o El microorganismo esté presente en el agua en cantidades significativas.
  - o El nivel de supervivencia dentro del entorno.
  - o Grados de exposición.
- El riesgo de infección existe si:
  - o El trabajador es receptivo.

- El microorganismo encuentra una vía de entrada:
    - Cutánea-mucosa.
    - Respiratoria.
    - Digestiva
  - Tipos de microorganismos:
    - Bacterias
    - Virus.
    - Hongos.
    - Parásitos
- 
- Agentes biológicos más comunes en una EDAR:

## I. BACTERIAS

- Klebsiellae pneumoniae
- Escherichia coli
- Salmonella spp
- Shigella spp
- Vibrio cholerae
- Mycobacterium tuberculosis
- Bacillus anthracis
- Actinomyces
- Leptospira interrogans
- Legionella spp
- Yersinia enterocolitica
- Pseudomonas aeruginosa
- Clostridium tetani
- Clostridium perfringens
- Clostridium botulinum

## II. VIRUS

- Influenzavirus
- Enterovirus:
  - Coxsackie A y B
  - Echovirus
  - Poliovirus
- Virus de la hepatitis A
- Rotavirus
- Adenovirus
- Reovirus
- Parvovirus
- Coronavirus

### III. HONGOS

- *Candida albicans*
- *Cryptococcus neoformans*
- *Aspergillus* spp
- *Trichophyton* spp
- *Epidermophyton* spp

### IV. PARÁSITOS

- Protozoos
  - *Entamoeba histolytica*
  - *Giardia lamblia*
  - *Balantidium coli*
- Helmintos
  - *Ascaris lumbricoide*
  - *Ankylostoma duodenale*
  - *Anguillula intestinalis*
  - *Toxocara canis*
  - *Toxocara catis*
  - *Trichiuris tricgiura*
  - *Fasciola hepatica*
  - *Taenia saginata*
  - *Taenia solium*
  - *Hymenolepis nana*
  - *Toxoplasma gondii*
  - *Echinococcus* spp

Tabla 12.1: Agentes biológicos habituales en aguas residuales [Real Decreto 664/1997.]

#### 13.6. Medidas preventivas.

##### i. Medidas higiénicas

- Higiene personal.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Prohibido comer, beber y fumar dentro de las EDAR, siendo indispensable un lavado de manos a conciencia y un cepillado de las uñas antes de las comidas, así como una ducha después del trabajo.
- Limpieza y mantenimiento de los locales y de las instalaciones.

##### ii. Medidas de protección

- Se definirán las reglas de utilización de los equipos de protección individual y especialmente los de protección respiratoria, prestando especial atención a la gestión de los mismos.
- El uso correcto de guantes es indispensable, asegurando su impermeabilidad y evitando que se manche el interior de los mismos.
- Es necesario usar botas impermeables y adecuadas.

- La limpieza y la desinfección de las botas, guantes y ropa debe de ser meticulosa.

### iii. Vacunas

- Gripe
  - Su justificación sería doble; por un lado, la elevada incidencia de la misma (es la segunda causa de incapacidad transitoria por enfermedad común) y el gran número de horas de trabajo perdidas por esta causa y, por otro, la exposición de los trabajadores con aguas residuales a niveles de humedad elevados.
- Tétanos
  - Al revés de lo que pasa con la gripe, el tétanos tiene una incidencia muy baja en España; sin embargo, su alta tasa de letalidad aconseja la vacunación, sobre todo en estos trabajadores donde se pueden producir heridas y soluciones de continuidad en la piel y contacto con material contaminado. Se adquiere generalmente por cortaduras o penetración de algún objeto de preferencia tales como clavos, anzuelos, cuchillas herrumbradas etc.
- Difteria
  - Esta vacuna tiene la ventaja de poder ser suministrada con la vacuna del tétanos. Se administrará al menos una vez cada 10 años.
  - Existen dos tipos de difteria, una en nariz y garganta, y la otra en la piel. Los síntomas incluyen dolor de garganta, temperatura leve, y glándulas linfáticas aumentadas o inflamadas en el cuello. Se puede formar una membrana en la garganta. Las lesiones de la piel pueden ser dolorosas, hinchadas y enrojecidas. Una persona con difteria también puede no tener síntomas.
  - Los síntomas usualmente aparecen de dos a cinco días después del contagio, con margen de uno a seis.
- Poliomielitis
  - Por un lado, en el uno por ciento de los casos de polio, se produce una lesión del sistema nervioso apareciendo parálisis e incluso llevando a la muerte. Por otro lado, su presencia en las aguas residuales no es del todo infrecuente ya que el único reservorio del virus (el hombre) lo elimina por las heces. Además, la supervivencia del virus en medios hídricos es ciertamente elevada. Todas estas razones llevan a la comunidad científica a recomendar la vacunación de los trabajadores con aguas residuales.
  - El poliovirus puede atacar el sistema nervioso y destruir las células nerviosas encargadas del control de los músculos. Como consecuencia, los músculos afectados dejan de cumplir su función y se puede llegar a una parálisis irreversible. En casos severos, la enfermedad puede conducir a la muerte. La poliomielitis afecta principalmente a niños menores de tres años, pero puede darse en niños más mayores e incluso en adultos.
- Hepatitis A
  - La hepatitis A (HAV) es la menos severa ya que no causa una enfermedad de duración prolongada, esta se puede contraer al beber agua o ingerir comidas contaminadas con el virus y actualmente existe una vacuna contra esta enfermedad.

- Leptospirosis:
  - La enfermedad causa una fuerte ictericia, dolor de cabeza, escalofríos, anemia y a veces erupción; el periodo de incubación de la enfermedad es de 10 días, pudiendo ser de 4 a 19 días. Sus síntomas son similares a los de la gripe.
- Fiebre tifoidea
  - La eficacia de la vacuna contra la fiebre tifoidea no es muy elevada existiendo tratamiento antibiótico eficaz. La decisión de proceder a la inmunización de los trabajadores de aguas residuales de una empresa o zona determinada debería estar ligada a patologías observadas en años anteriores o a un aumento de la incidencia de la misma.
- Hepatitis B
  - La vacunación de los trabajadores es aconsejable, no en virtud de la presencia del virus en las aguas residuales sino por la existencia del riesgo de contacto con objetos potencialmente contaminados como jeringas abandonadas, preservativos o compresas.
  - La **hepatitis B** (HBV) puede ser peligrosa ya que puede causar una enfermedad crónica o de larga duración y transmitirse a otras personas. Si no se le trata de manera oportuna puede causar **cirrosis** (la degeneración del hígado). Es importante realizar análisis de sangre específicos para hepatitis B para determinar la gravedad, la posibilidad contagio a terceros y la posible inmunidad. Actualmente existen varios medicamentos para combatir la hepatitis HBV.

# Capítulo 14:

## Anejos.

<b>14. ANEJOS.</b> .....	<b>160</b>
<b>14.1. Cálculos detallados.</b> .....	<b>160</b>
14.1.1. Cálculos Rejas de Desbaste. ....	160
14.1.2. Cálculos detallados Tamiz. ....	162
14.1.3. Cálculos del Desarenador – Desengrasador. ....	163
14.1.4. Cálculos detallados Tanque Imhoff. ....	165
14.1.5. Cálculos detallados de la cámara de Coagulación. ....	166
14.1.6. Cálculos detallados cámara de Flocculación. ....	167
14.1.7. Cálculos detallados Decantador Secundario. ....	168
14.1.8. Cálculos detallados Estación de Cloración. ....	170
<b>14.2. Gráficas para dimensionamiento de Biodiscos.</b> .....	<b>171</b>
<b>14.3. Dimensiones y superficies desarrolladas.</b> .....	<b>173</b>

## 14. ANEJOS.

## 14.1. Cálculos detallados.

## 14.1.1. Cálculos Rejas de Desbaste.

Parámetros de partida.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Caudal máximo	166,67 m <sup>3</sup> /h
Caudal mínimo	25 m <sup>3</sup> /h
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia	0,90 m/s
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotes	12,00 mm
Distancia entre barrotes (Luz)	60,00 mm
Resguardo del canal	0,30 m
Angulo de inclinación de los barrotes	60°
Máxima colmatación entre dos limpiezas	30 %
Relación profundidad útil/anchura del canal	1,00

Tabla 14.1 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

Cálculos realizados:

$$\text{Caudal de diseño por línea} = \frac{\text{Caudal de diseño}}{n^{\circ} \text{ de líneas}} = \frac{83,3}{1} = 83,3 \frac{m^3}{h}$$

$$\text{Caudal máximo por línea} = \frac{\text{Caudal máximo}}{n^{\circ} \text{ de líneas}} = \frac{166,67}{1} = 166,67 \frac{m^3}{h}$$

$$\begin{aligned} \text{Superficie útil del canal} &= \left( \frac{83,5}{\frac{3600}{0,9}} \right) \cdot \left( \frac{60 + 12}{60} \right) \cdot \left( \frac{1}{1 - 0,3} \right) \cdot \text{seno} \left( \frac{60 \cdot 2 \cdot \pi}{360} \right) \\ &= 0,04 m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con la reja limpia} \\ = 0,9 \cdot \left( \frac{100 - 30}{100} \right) = 0,63 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia} \\ = \left( 0,63 \cdot \frac{166,67}{83,5} \right) = 1,26 \frac{m}{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja colmatada} \\ = \left( 0,9 \cdot \frac{166,67}{83,5} \right) = 1,80 \frac{m}{s} \end{aligned}$$



$$\text{Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño} = \frac{\left(\frac{83,5}{3600}\right)}{83,5} = 0,61 \frac{m}{s}$$

$$\text{Velocidad de aproximación por el canal a caudal mínimo} = \frac{\frac{25}{1}}{\frac{3600}{0,04}} = 0,19 \frac{m}{s}$$

$$\text{Anchura del canal} = \frac{0,04^{1/2}}{1} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad útil del canal} = \frac{0,04}{0,2} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total del canal} = \frac{0,04}{0,2} + 0,3 = 0,5 \text{ m}$$

- ✓ El canal se creará de un ancho y una profundidad de 0,3 m para facilitar las tareas de limpieza.
- ✓ Adicionalmente se creará un canal de reserva de entrada, con las mismas características

$$\text{Anchura del canal} = 0,2 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad útil del canal} = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{Profundidad total del canal} = 0,3 + 0,3 = 0,6 \text{ m}$$

**14.1.2. Cálculos detallados Tamiz.**

Parámetros de partida.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Número de líneas en paralelo	2
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (SST)	775 mg/l
Eliminación de sólidos en suspensión	15 %
Distancia entre barras (Luz)	1,50 mm
Porcentaje eliminado de DBO <sub>5</sub>	5 %

Tabla 14.2 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

Cálculos realizados:

$$\text{Caudal de diseño por línea} = \frac{83,5}{1} = 83,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\begin{aligned} \text{Carga hidraulica máxima a caudal de diseño} &= (85,47 \cdot 1,5^{0,7736}) \cdot 1,04 \\ &= 121,7 \text{ m}^3/\text{m ancho} \cdot \text{h} \end{aligned}$$

$$\text{Anchura útil del tamiz filtrante} = \frac{\frac{83,5^{1/2}}{250}}{\frac{775}{121,7}} = 1,21 \text{ m}$$

$$\text{Superficie en planta aproximada ocupada por un tamiz} = 1,21 \cdot 1,7 = 2,1 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso aproximado del tamiz en vacio} = 150 \cdot 1,21 + 130,5 = 312 \text{ kg}$$

$$\text{Producción de fangos en el tamiz} = \frac{83,5 \cdot 775 \cdot 24}{1000} \cdot \frac{15}{100} = 14 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Carga hidráulica a caudal de diseño} = \frac{83,5}{1,21} = 70 \frac{\text{m}^3}{\text{m de ancho} \cdot \text{h}}$$

$$\text{Sólidos en suspensión a la salida del tamiz (SS)} = 775 - (775 \cdot 0,15) = 658 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\text{Concentración de DBO}_5 \text{ en el efluente} = 250 - (250 \cdot 0,05) = 237,5 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

**14.1.3. Cálculos del Desarenador – Desengrasador.**

Parámetros de partida

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Velocidad ascensional a caudal de diseño	15 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Velocidad de paso a caudal de diseño	50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño	20 minutos
Número de líneas	2
Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h.
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño	0,02
Metros cúbicos de arena por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	2,5
Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual a caudal de diseño	0,15
Metros cúbicos de grasa por 1000 metros cúbicos de agua residual con tormenta	0,4

Tabla 14.3 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

$$\text{Caudal de diseño} = \frac{83,5}{2} = 41,75 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

$$\text{Caudal de diseño} = \frac{166,67}{2} = 83,34 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

$$\text{Superficie horizontal} = \frac{41,75}{15} = 2,78 \text{ m}^2$$

$$\text{Sección transversal} = \frac{41,75}{50} = 0,835 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen util unitario} = 41,75 \cdot \frac{20}{60} = 13,91 \text{ m}^3$$

$$\text{Longitud} = \frac{13,91}{0,835} = 16,66 \text{ m}^3$$

$$\text{Profundidad útil} = \frac{13,91}{2,78} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Anchura} = \frac{13,91}{16 * 5} = 0,17 \text{ m}$$

Por características de diseño de los fabricantes de desarenadores-desengrasadores, las dimensiones de este serán:

4 metros de profundidad.

6 metros de largo.

2 metros de ancho.

$$\text{Cauda total medio de aire} = 2,78 \cdot 8 \cdot 2 = 44,48 \text{ m}^3$$

$$\text{Producción normal de arena seca} = 83,5 \cdot 0,02 \cdot \frac{24}{1000} = 0,04 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Producción máxima de arena con tormenta} = 83,5 \cdot 2,5 \cdot \frac{1}{1000} = 0,21 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\text{Producción normal de grasas y natas} = 83,5 \cdot 0,15 \cdot \frac{24}{1000} = 0,30 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Concentración de SS en el efluente} = 658 - (658 \cdot 0,4) = 394,8 \text{ ppm}$$

## 14.1.4. Cálculos detallados Tanque Imhoff.

Número de Habitantes equivalentes	10000
Dotación	200
Número de líneas	5
Caudal de agua recirculado para desnitrificación	13,3 m <sup>3</sup> /hora
Producción de fangos	80 l/hab. · año
Meses transcurridos entre cada limpieza	6
Velocidad ascensional	1,5 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo de retención	5 horas
Porcentaje de fangos eliminados en cada limpieza	66,66 %
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada al tanque	237,5 mg/l
Porcentaje de DBO <sub>5</sub> eliminado	30 %
Porcentaje de SS eliminados en el tanque	55 %

Tabla 14.4 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

$$Caudal\ de\ diseño = \frac{10000 \cdot 200}{1000 \cdot 24 \cdot 5} + 13,3 = 30 \frac{m^3}{h}$$

$$Superficie\ Tanque = \frac{30}{1,5} = 20\ m^2$$

$$Diametro\ del\ tanque = \sqrt{\frac{4 \cdot 20}{\pi}} = 5\ m$$

$$Altura\ del\ cilindro\ util\ de\ decantación = \frac{4}{2} = 2\ m$$

$$Altura\ útil\ de\ la\ camara\ de\ digestión = 5 \cdot 1,5 = 3,33 \approx 3,5\ m$$

$$Altura\ util\ del\ tanque = 2 + 2 + 3,5 = 7,5\ m$$

$$Volumen\ tanque = 30 \cdot 5 = 150\ m^3$$

Dado que los cálculos representados son los de la recirculación, tomaremos como datos de entrada la concentración de DBO<sub>5</sub>, la de SS y de nitrógeno, correspondientes.

$$DBO_5\ en\ el\ efluente = 142,4 - (142,4 \cdot 0,3) = 99,75 \frac{mg}{l}$$

$$SS\ en\ el\ efluente = 380 - (380 \cdot 0,55) = 171 \frac{mg}{l}$$

El agua del efluente, saldrá desnitrificada, por lo que habrá parte de N-NH<sub>4</sub> y el N-NO<sub>3</sub> se eliminará por completo.

**14.1.5. Cálculos detallados de la cámara de Coagulación.**

En la cámara de coagulación, se producirá una agitación vigorosa, para favorecer la disolución de los reactivos y mezcla de los mismos, y así romper las cargas coloidales del agua y producir las reacciones químicas buscadas, para posteriormente producir en la floculación la formación de flóculos de forma más propicia.

Para el cálculo de la cámara de coagulación, se tendrá en cuenta el tiempo de contacto del coagulante con el influente de agua.

$$\text{Volumen cámara} = 30 \cdot \frac{3}{60} = 1,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen aplicando el coeficiente de seguridad} = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Altura} = \sqrt[3]{1,8} = 1,2 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt[3]{1,8} = 1,2 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$$

$$\text{Largo} = \sqrt[3]{1,8} = 1,2 \text{ m} \approx 1,5 \text{ m}$$

En la cámara de coagulación, se usará un resguardo de 0,5 m para evitar salpicaduras, ya que se produce una agitación rápida.

**14.1.6. Cálculos detallados cámara de Floculación.**

Lo que se pretende en la cámara de floculación es mediante una agitación lenta, producir una formación uniforme de coágulos, para que así posteriormente estos sean decantados de forma sencilla en el decantador secundario.

Aprovechando que los biodiscos giran de forma continuada y lenta, se puede dosificar el polielectrolito en la parte final de la cuba, para así, posteriormente pasar al decantador secundario, donde se decantan y se retiran en forma de fangos.

**14.1.7. Cálculos detallados Decantador Secundario.**

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Velocidad ascensional a caudal de diseño	0,8 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ·h
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño	5 horas
Número de líneas	2
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba	0,5 m

Tabla 14.5 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

$$\text{Caudal de diseño por línea} = \frac{83,5}{2} = 41,75 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\text{Superficie del decantador} = \frac{41,75}{0,8} = 52,18 \text{ m}^2$$

$$\text{Diámetro interno} = \sqrt{4 \cdot \frac{52,18}{\pi}} = 8,15 \approx 8,5 \text{ m}$$

$$\text{Volumen cilíndrico útil} = 41,75 \cdot 5 = 208,75 \text{ m}^3$$

$$\text{Profundidad útil} = \frac{208,75}{52,18} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de vertedero} = \pi \cdot 8,5 = 26,70 \text{ m}$$

$$\text{Carga sobre vertedero} = \frac{41,75}{26,7} = 1,56 \frac{\text{m}^3}{\text{m} \cdot \text{h}}$$

Eliminación de sólidos en suspensión	85 %
Eliminación de DBO <sub>5</sub>	2 %
Concentración de sólidos en suspensión en la entrada del decantador	205 mg/l
Concentración de DBO <sub>5</sub> en la entrada del decantador	25 mg/l
Concentración del fango decantado	20 kg/m <sup>3</sup>

$$\text{Producción de fangos} = 41,75 \cdot 205 \cdot \frac{0,85}{1000} \cdot 24 = 175 \frac{\text{Kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Producción media} = \frac{175}{24} = 7,24 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$



$$\text{Caudal medio de fangos} = \frac{175}{24 \cdot 20} = 0,36 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

$$\text{Concentración SS en la salida} = 205 - (205 \cdot 0,85) = 30,75 \text{ ppm}$$

$$\text{Concentración DBO salida} = 25 - (25 \cdot 0,02) = 24,5 \text{ ppm}$$

### **Características del agua que sale del decantador secundario:**

Caudal:	83,5 m <sup>3</sup> /h
Carga en DBO <sub>5</sub> :	24,5 mg/l
Carga de SS:	30,75 mg/l
Nitrógeno total:	15 mg/l
Fosforo:	2 mg/l
Temperatura mínima del agua:	13°C

**14.1.8. Cálculos detallados Estación de Cloración.**

Parámetros de partida descritos anteriormente.

Caudal de diseño	83,5 m <sup>3</sup> /h
Dosis de cloro	6 mg/l
Número de líneas	1
Tiempo de contacto a caudal máximo	15 minutos
Profundidad útil	2 metros
Relación longitud/anchura de la balsa	1,4

Tabla 14.6 Datos de partida [Ricardo Isla de Juana]

$$\text{Caudal de diseño por línea} = 83,5 \frac{\text{m}^3}{\text{hora}}$$

$$\text{Consumo medio de Cloro} = \frac{83,5}{1000} \cdot 6 \cdot 24 = 12,1 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen útil de la balsa} = \frac{83,5}{60} \cdot 15 = 21 \text{ m}^3$$

$$\text{Superficie unitaria de la balsa} = \frac{21}{2} = 10,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la balsa} = \sqrt{1,4 \cdot 10,5} = 3,9 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de la balsa} = \frac{10,5}{3,9} = 2,7 \text{ m}$$

Por lo que la balsa, tendrá las siguientes características, por facilidades constructivas:

- 2 Metros de profundidad.
- 4 Metros de largo.
- 3 Metros de ancho.

Caudal de diseño por línea	83,5 m <sup>3</sup> /h
Consumo medio de cloro	12,1 kg / día
Volumen útil de la balsa	21 m <sup>3</sup>
Superficie unitaria de la balsa	10,5 m <sup>2</sup>
Longitud balsa	3,9 m
Anchura balsa	2,7 m

**La estación de cloración, solo se usará en caso de que se detecte alguna anomalía de carácter microbiano, bacteriano o infeccioso en el agua tratada. Es de emergencia. Por lo que si el proceso se lleva a cabo de forma adecuada, no se tendrá que usar nunca.**

14.2. Gráficas para dimensionamiento de Biodiscos.

a) DIMENSIONAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CARGA ORGÁNICA.

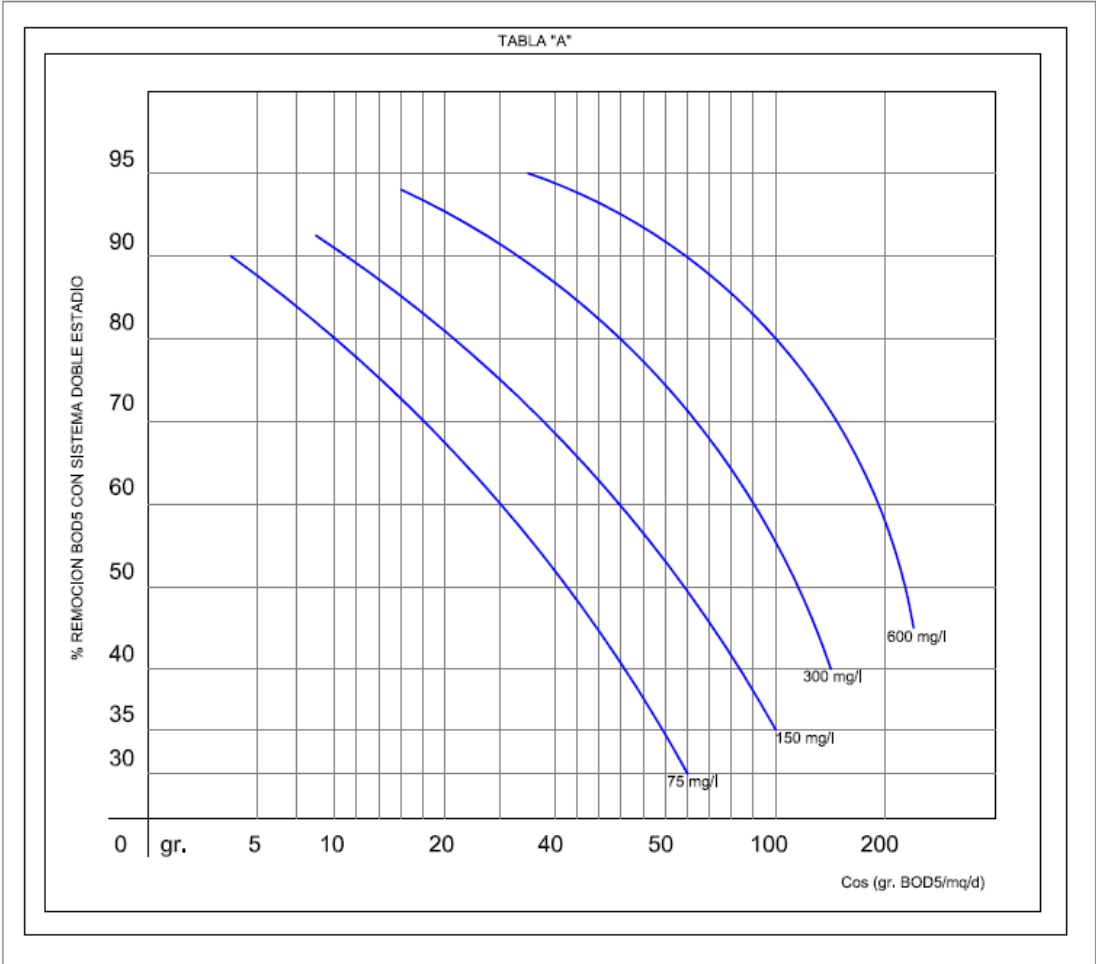


Figura 7. Dimensionamiento En Función De La Carga Orgánica.

**b) DIMENSIONAMIENTO EN FUNCIÓN DE LA CARGA HIDRÁULICA.**

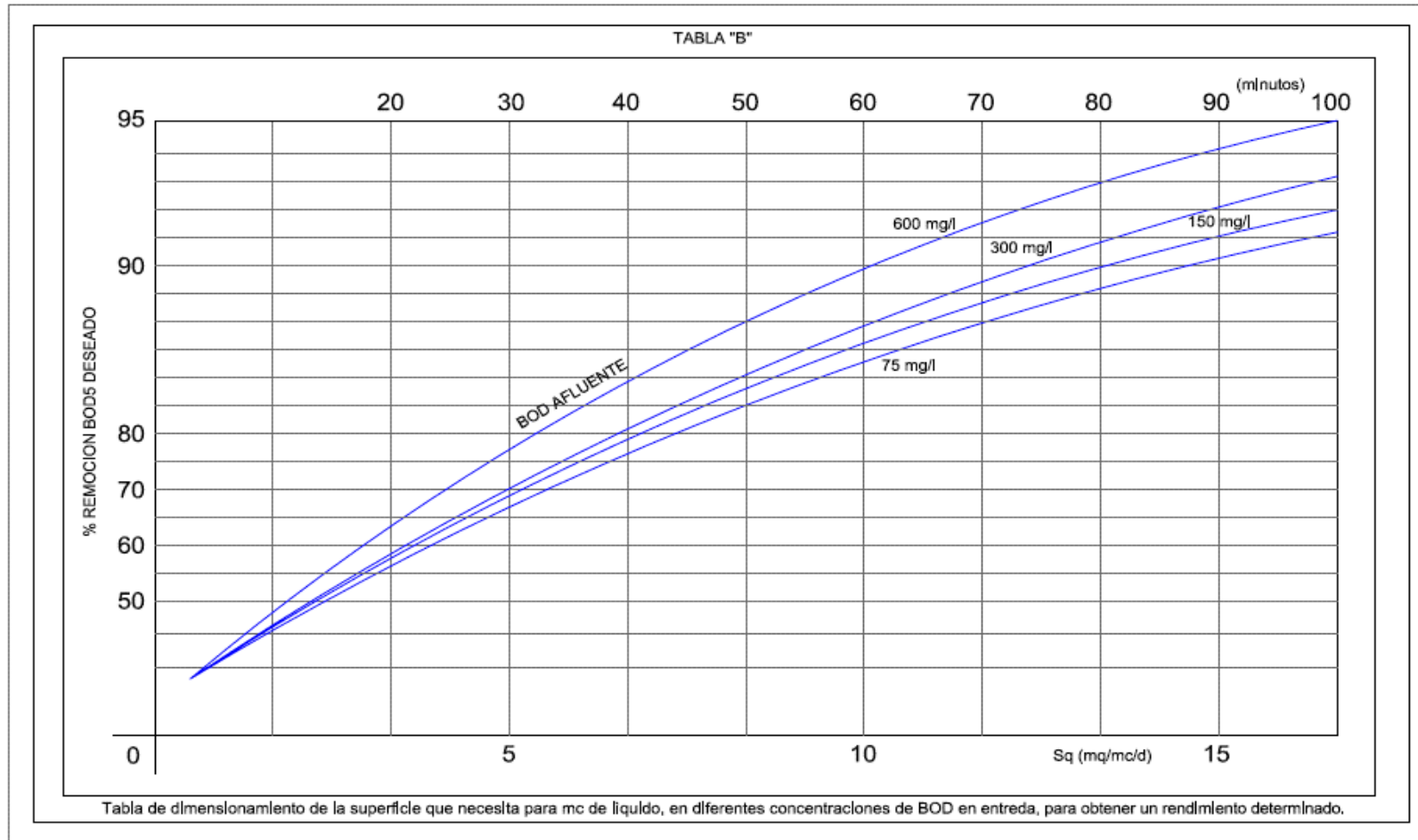


Figura 8. Dimensionamiento En Función De La Carga Hidráulica

### 14.3. Dimensiones y superficies desarrolladas.



- **Diámetro 1,50 m.:**
  - **18 = 255 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  - **18P = 406 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  
- **Diámetro 2,00 m.:**
  - **18 = 446 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  - **18P = 709 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  
- **Diámetro 2,50 m.:**
  - **18 = 727 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  - **18P = 1.155 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  
- **Diámetro 3,00 m.:**
  - **18 = 1.021 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  - **18P = 1.623 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  
- **Diámetro 3,60 m.:**
  - **18 = 1.460 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**
  - **18P = 2.321 m<sup>2</sup> / ml. de superficie biológica**

Figura 9. Biodiscos RBD

Nota: m<sup>2</sup> / ml. Metros cuadrados/ metros lineales.

# **Capítulo 15:**

## **Bibliografía.**

**B**

- ABS GROUP, ***Bombas de agua.*** Bombas para bombeo de agua de la casa ABS [http://www.absgroup.com.es/default.asp?iAreaId=2802]  
Última Visita: 05/05/2012
- Coydo “***Bombas Dosificadoras de reactivos.***” Bombas dosificadoras de la marca Coydo.  
[http://www.controlydosificacion.com/pdfs/Catalogo\_Bomba\_Dosificadora\_Maxi  
ma\_Coydo\_v09.1.pdf]  
Última visita: 07/07/2013
- ABS GROUP, ***Biodiscos.*** Catálogo de biodiscos de la casa ABS.  
[http://www.absgroup.com.es/productDetails.asp?iProductId=95&iAreaID=2792]  
Última visita: 05/05/2012

**C**

- ***Canal de Isabel II*** [www.cyii.es]  
Última visita: 23/06/2013

**D**

- Unión Europea, ***Directiva 91/271/CEE: sobre tratamiento de aguas residuales urbanas***  
[http://www.magrama.gob.es/en/agua/publicaciones/03\_Manual\_Directiva\_91\_271\_CEE\_tcm11-28959.pdf]  
Última visita: 07/07/2013
- Unión Europea, ***Directiva 2000/60/CE: Directiva Marco del Agua*** [http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:327:0001:0072:es:PDF]  
Última visita: 07/07/2013
- Cotragua, ***Desarenador-Desengrasador.*** Desarenador – Desengrasador con obra civil. [http://www.cotragua-sl.es/Equipos/equipos/Desareador/Desareador.htm]  
Última visita: 30/01/2013

**E**

- Nora C. Bertola<sup>1,2</sup> ***Efectos de las condiciones ambientales sobre la velocidad de respiración de microorganismos nitrificantes.*** Nora C. Bertola<sup>1,2</sup>, Fabricio Ruiz<sup>1</sup>, Edgardo M. Contreras<sup>2</sup>.  
1 Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional de La Plata.  
2 Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos (CIDCA) - CONICET – Facultad de ciencias Exactas - UNLP. 47 y 116 (1900) La Plata, Argentina

**M**

- WEG, ***Motores reductores.*** Motores reductores de la marca WEG. [<http://pdf.directindustry.es/pdf/weg/media-tension/12491-25462.html>]  
Última visita: 05/07/2013
- Degremont, ***Manual Técnico del Agua*** (2009) 4ª Edición 1979. Urmo S.A. De Ediciones

**N**

- Pere Sabaté Carreras, ***NTP 128*** Estaciones depuradoras de aguas residuales. Riesgos específicos. [[http://www.jmcprl.net/ntp/@datos/ntp\\_128.htm](http://www.jmcprl.net/ntp/@datos/ntp_128.htm)]  
Última visita: 05/07/2013
- Ángel Luis González Borrego, ***NTP 202*** Sobre el riesgo de caída de personas a distinto nivel. [[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp\\_202.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_202.pdf)]  
Última visita: 06/07/2013
- Adolfo Pérez Guerrero, ***NTP 339*** Divulgación de planes de emergencia interior a los trabajadores de la industria química. [[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_339.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_339.pdf)]  
Última visita: 09/07/2013
- Angelina Constans Aubert, Rosa María Alonso Espadalé, M<sup>a</sup> Carme Martí Solé, ***NTP 473*** Estaciones depuradoras de aguas residuales riesgo biológico. [<http://www.zerbitzu-orokorrak.ehu.es/p258->



shprevct/es/contenidos/informacion/agentes\_biológicos/es\_exp/adjuntos/ntp\_473.pdf]

## P

- Juan Antonio Sainz Sastre, **Procesos y operaciones unitarias en depuración de aguas residuales**. (2007). Fundación EOI. Colección EOI Medio Ambiente.
- Ricardo Isla de Juana. **Proyectos de plantas de tratamiento de aguas**, (2005) Bellisco Ediciones.

## R

- Jefatura del Estado, **Real decreto 11/95: Por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento del agua residual urbana**.  
[[http://www.mediterranea.org/cae/real\\_decreto-ley\\_11\\_1995\\_aguas\\_residuales.htm](http://www.mediterranea.org/cae/real_decreto-ley_11_1995_aguas_residuales.htm)]  
Última visita: 09/07/2013
- Ministerio de la presidencia, **Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo**.  
[[http://noticias.juridicas.com/base\\_datos/Laboral/rd664-1997.html](http://noticias.juridicas.com/base_datos/Laboral/rd664-1997.html)]  
Última visita: 09/07/2013
- Coutex, **Rejas de Desbaste**. Hoja de característica de rejas de desbaste giratorias autolimpiantes. Coutex [[http://www.coutex.es/equipos/02\\_Rejas.pdf](http://www.coutex.es/equipos/02_Rejas.pdf)]  
Última visita: 24/04/2012

## S

- Filsa, **Sonda de nivel**. Sondas de nivel, para bombeo.  
[<http://www.filsa.es/pdfs/9.interruptorautom.pdf>]  
Última visita: 24/04/2012

## T

- Carrera, F.J. la Fuente y T. Vicent, **Tratamiento biológico de aguas residuales industriales con alta carga de nitrógeno**. Dpto. d'Enginyeria Química. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Filtramas S.A., **Tamiz Rotativo** Hoja de características de Tamiz Filtrarotor GF. (<http://www.filtramas.com/Esp/Equipos/GF/1%20GF.htm>)  
Última visita: 04/07/2012