



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIEROS  
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:



## RESUMEN

El presente Trabajo Final de Máster (TFM) surge como consecuencia de mi actual puesto de trabajo en una ingeniería valenciana que cuenta con diversos departamentos como el de Medio Ambiente, dedicado, entre otras cosas, a la Gestión Hidráulica Industrial, área de la que formo parte.

El **objetivo principal** del presente trabajo consiste en la redacción de un Proyecto de Ejecución de una Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales (EDARI) de una fábrica de salsas situada en Dos Hermanas (Sevilla).

El alcance de este TFM consta de:

- Memoria descriptiva y constructiva y anexos
- Presupuesto
- Planos de Diagrama de Proceso, Implantación, Ubicación
- Pliego de condiciones

El principal motivo por el que una compañía decide dotarse de una EDARI es la concienciación medioambiental, unido a una legislación cada vez más exigente sobre los efectos y el impacto de la actividad de una industria.

Tras adoptar la solución óptima, este proyecto permite la ejecución de una EDARI que garantizará el cumplimiento de la ordenanza municipal donde se ubicará la planta.

El contrato establecido entre la empresa redactora y ejecutora de la instalación depuradora y el cliente, el cual cuenta con una fábrica de salsas es de tipo **EPC** o **“llave en mano”**.

Con este tipo de modalidad de construcción desaparece la tradicional relación tripartita entre cliente (contratante), ingeniero y contratista, para quedar sustituida por una única relación entre cliente-contratista, en la que este último, junto a sus funciones tradicionales relacionadas con el suministro de equipos, la construcción y la puesta en marcha, asume la ingeniería del proyecto.

En el proyecto se pretende describir los datos de partida en cuanto a calidad del agua, situación y legislación aplicable, así como el tratamiento elegido, y la reducción de contaminación que supone cada una de las partes, la forma de ejecutarlo y los costes incurridos.

**Palabras clave:** Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales, Proyecto de Ejecución, Fábrica de salsas, Agua residual.



## RESUM

El present Treball Final de Màster (TFM) sorgix com a conseqüència del meu actual lloc de treball en una enginyeria valenciana que compta amb diversos departaments com el de Medi Ambient, dedicat, entre altres coses, a la Gestió Hidràulica Industrial, àrea de què forme part.

**L'objectiu principal** del present treball consistix en la redacció d'un Projecte d'Execució d'una Estació Depuradora d'Aigües Residuals Industrials (EDARI) d'una fàbrica de salses situada en Dos Hermanas (Sevilla).

L'abast d'este TFM consta de:

- Memòria descriptiva i constructiva i annexos
- Pressupost
- Plànols de Diagrama de Procés, Implantació, Ubicació
- Plec de condicions

El principal motiu pel qual una companyia decidix dotar-se d'una EDARI és la conscienciació mediambiental, unit a una legislació cada vegada més exigent sobre els efectes i l'impacte de l'activitat d'una indústria.

Després d'adoptar la solució òptima, aquest projecte permet l'execució d'una EDARI que garantirà el compliment de l'ordenança municipal on s'ubicarà la planta.

El contracte establert entre l'empresa redactora i executora de la instal·lació depuradora i el client, el qual compta amb una fàbrica de salses, és de tipus **EPC** o "**clau en mà**".

Amb aquest tipus de modalitat de construcció desapareix la tradicional relació tripartida entre client (contractant) , enginyer i contractista, per a quedar substituïda per una única relació entre client-contractista, en la que aquest últim, junt amb les seues funcions tradicionals relacionades amb el subministrament d'equips, la construcció i la posada en marxa, assumix l'enginyeria del projecte.

En el projecte es pretén descriure les dades de partida quant a qualitat de l'aigua, situació i legislació aplicable, així com el tractament triat, i la reducció de contaminació que suposa cada una de les parts, la forma d'executar-ho i els costos incorreguts.

**Paraules clau:** Estació Depuradora d'Aigües Residuals Industrials, Projecte d'Execució, Fàbrica de salses, Aigua residual.



## ABSTRACT

This Master's Final Project (TFM) arises as a result of my current work in a Valencian engineering that has various departments such as Environment, dedicated, among other things, to the Industrial Hydraulic Management, area of which I am working.

The **main objective** of this work is the drafting of an Execution Project of an Industrial Wastewater Treatment Plant (EDARI) of a sauces factory located in Dos Hermanas (Sevilla).

The scope of this TFM is:

- Descriptive and constructive report and annexes
- Budget
- Drawings of Process Diagram, Implementation, Location
- Specification

The main reason why a company decides to endow itself with an EDARI is the environmental awareness, together with an increasingly demanding legislation on the effects and the impact of the activity of an industry.

After adopting the optimal solution, this project allows the execution of an EDARI that will guarantee compliance with the municipal ordinance where the plant will be located.

The contract established between the drafting and executing company of the purification plant the client, which has a sauces factory is **EPC** or "**turnkey**".

With this type of construction, the traditional tripartite relationship between client (contractor), engineer and builder disappears, to be replaced by a single relationship between client-builder, in which the latter, together with its traditional functions related to the supply of equipment, construction and commissioning, assumes the engineering of the project.

The project intends to describe the baseline data regarding water quality, situation and applicable legislation, as well as the chosen treatment, and the reduction of pollution that each of the parties supposes, the way of executing it and the costs incurred.

**Keywords:** Industrial Wastewater Treatment Plant, Execution Project, Sauces factory, Wastewater.



# ÍNDICE

## DOCUMENTO I: MEMORIA

1. OBJETIVOS, ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO .....	3
1.1. Objetivos .....	3
1.2. Alcance.....	3
1.3. Justificación.....	4
2. INTRODUCCIÓN.....	6
2.1. Aguas Residuales en la Industria .....	6
2.2. Contrato establecido .....	7
2.3. Contrato de un proyecto de ejecución .....	8
2.4. Legislación aplicable .....	9
2.5. Conceptos previos .....	12
3. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	17
3.1. Situación actual y emplazamiento.....	17
3.2. Parámetros de diseño.....	17
3.3. Solución adoptada .....	20
3.4. Línea de aguas .....	20
3.4.1. Pozo de bombeo .....	20
3.4.2. Tamizado .....	21
3.4.3. Separación de grasas (acidificación) .....	22
3.4.4. Dosificación de químicos.....	22
3.4.5. Flotador .....	23
3.4.6. Depósito de homogeneización y regulación .....	25
3.4.7. Arqueta de agua depurada .....	26
3.5. LÍNEA DE FANGOS.....	26
3.5.1. Depósito de fangos valorizables.....	26
3.5.2. Depósito de fangos no valorizables .....	26
3.6. SERVICIOS AUXILIARES.....	26
3.6.1. Compresor.....	26
3.6.2. Aireador superficial .....	26
3.6.3. Red de reboses y vaciados .....	27
3.6.4. By-pass .....	27

4. MEMORIA CONSTRUCTIVA .....	28
4.1. Movimiento de tierras .....	28
4.2. Depósito prefabricado .....	28
4.3. Cimentación y estructura de equipos.....	29
4.4. Cimentación y estructura de la cubierta.....	29
4.5. Pasarelas y escaleras metálicas .....	29
4.6. Pozo de bombeo, arqueta de válvulas y arqueta de aguas depuradas .....	30
4.7. Solera .....	30
4.8. Caseta de control .....	30
5. INSTALACIONES.....	31
5.1. Instalación eléctrica .....	31
5.2. Conducciones hidráulicas .....	31
5.3. Protección contra incendios .....	38
6. INSTRUMENTACIÓN .....	38
7. PLANIFICACIÓN .....	41
8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	42
9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	43
10. CONCLUSIONES .....	44
11. BIBLIOGRAFÍA.....	45

ANEXO I. CÁLCULOS DE DISEÑO

ANEXO II. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## DOCUMENTO II: PRESUPUESTO

1. OBRA CIVIL .....	2
2. ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	8
3. EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS.....	9
4. INSTALACIONES.....	10
5. INSTRUMENTACIÓN .....	13
6. CONTROL DE CALIDAD .....	14
7. SEGURIDAD Y SALUD.....	15
8. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	16

### DOCUMENTO III: PLANOS

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. IMPLANTACIÓN GENERAL EDARI
3. ALZADOS GENERALES EDARI
4. DIAGRAMA DE PROCESO
5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

### DOCUMENTO IV: PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS .....	2
1.1. Disposiciones generales.....	2
1.2. Disposiciones facultativas.....	2
1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas.....	2
1.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	8
1.2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación.....	10
1.2.4. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares .....	12
1.2.5. De las recepciones de edificios y obras anejas .....	15
1.3. Disposiciones económicas .....	18
1.3.1. Principio general .....	18
1.3.2. Fianzas.....	18
1.3.3. De los precios .....	18
1.3.4. Valoración y abono de los trabajos.....	20
1.3.5. Indemnizaciones mutuas .....	21
1.3.6. Seguro de las obras .....	22
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	23
2.1. Prescripciones sobre los materiales .....	23
2.1.1. Condiciones generales .....	23
2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado .....	25



## **DOCUMENTO I: MEMORIA**



## ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. OBJETIVOS, ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.....	3
1.1. Objetivos .....	3
1.2. Alcance.....	3
1.3. Justificación.....	4
2. INTRODUCCIÓN .....	6
2.1. Aguas residuales en la industria .....	6
2.2. Contrato establecido.....	7
2.3. Contrato de un proyecto de ejecución .....	8
2.4. Legislación aplicable .....	9
2.5. Conceptos previos.....	12
3. MEMORIA DESCRIPTIVA .....	17
3.1. Situación actual y emplazamiento .....	17
3.2. Parámetros de diseño .....	17
3.3. Solución adoptada .....	20
3.4. Línea de aguas.....	20
3.4.1. Pozo de bombeo.....	20
3.4.2. Tamizado .....	21
3.4.3. Separación de grasas (acidificación).....	22
3.4.4. Dosificación de químicos .....	22
3.4.5. Flotador .....	23
3.4.6. Depósito de homogeneización y regulación .....	25
3.4.7. Arqueta de agua depurada.....	26
3.5. Línea de fangos .....	26
3.5.1. Depósito de fangos valorizables .....	26
3.5.2. Depósito de fangos no valorizables.....	26
3.6. Servicios auxiliares .....	26
3.6.1. Compresor .....	26

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES  
(EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

3.6.2.	Aireador superficial .....	26
3.6.3.	Red de reboses y vaciados.....	27
3.6.4.	By-pass.....	27
4.	MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	28
4.1.	Movimiento de tierras .....	28
4.2.	Depósito prefabricado .....	28
4.3.	Cimentación y estructura de equipos.....	29
4.4.	Cimentación y estructura de la cubierta.....	29
4.5.	Pasarelas y escaleras metálicas .....	29
4.6.	Pozo de bombeo, arqueta de válvulas y arqueta de aguas depuradas .....	30
4.7.	Solera .....	30
4.8.	Caseta de control .....	30
5.	INSTALACIONES .....	31
5.1.	Instalación eléctrica .....	31
5.2.	Conducciones hidráulicas.....	31
5.3.	Protección contra incendios .....	38
6.	INSTRUMENTACIÓN .....	39
7.	PLANIFICACIÓN.....	41
8.	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD. ....	43
9.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	44
10.	CONCLUSIONES .....	45
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	46

**ANEXO I. CÁLCULOS DE DISEÑO**

**ANEXO II. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 1. OBJETIVOS, ALCANCE Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

El presente Trabajo Final de Máster (TFM) surge como consecuencia de mi actual puesto de trabajo en una ingeniería valenciana, Grupotec Servicios de Ingeniería, que cuenta con diversos departamentos como el de Medio Ambiente, dedicado, entre otras cosas, a la Gestión Hidráulica Industrial, área de la que formo parte.

### 1.1. Objetivos

El **objetivo principal** del presente trabajo consiste en la redacción de un Proyecto de Ejecución de una Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales (EDARI) para una fábrica de salsas situada en Dos Hermanas (Sevilla).

Previo a su redacción se deben conocer una serie de premisas, planteándose así los siguientes **objetivos secundarios**:

- Conocer el tipo de contrato establecido con la empresa en cuestión.
- Conocer la calidad del agua residual producida por la empresa y su caudal mediante analíticas anteriores y bibliografía.
- Situar la planta en su ubicación exacta y conocer el terreno en el que se van a ejecutar las obras.
- Determinar el punto de vertido y conocer los límites de los parámetros de vertido.
- Estudiar y desarrollar el tratamiento de depuración óptimo (englobando los equipos y depósitos necesarios, así como la obra civil a realizar).
- Realizar la memoria descriptiva de la EDARI a ejecutar definiendo las etapas/tratamientos/equipos de los que consta con los anexos que se requieran para su justificación.
- Elaborar los planos necesarios.
- Determinar los cuadros de precios y el presupuesto final.
- Elaborar un Pliego de Condiciones.

### 1.2. Alcance

El alcance de este TFM consta de:

- Memoria descriptiva y constructiva y anexos.
- Presupuesto: Cuadro de Precios número 1, Cuadro de Precios número 2 y Presupuesto Final.
- Planos de Diagrama de Proceso, Implantación, Ubicación.
- Pliego de condiciones.

Debido al carácter académico del trabajo y a la extensión de redacción máxima a cumplir, los documentos anteriormente citados serán reducidos para poder ser expuestos y sólo se describirán las partes más relevantes de cada uno de ellos.

### 1.3. Justificación

La realización de este TFM se puede justificar desde distintas perspectivas:

- Justificación académica.
- Justificación medioambiental/legal/económica.

El presente trabajo académico corresponde al Trabajo Final de Máster del Máster en Ingeniería Química, el cual tiene como objetivo evaluar los conocimientos y habilidades adquiridos por el alumno durante dicha titulación universitaria.

Además, es evidencia también de la consecución de distintas competencias transversales como pueden ser: análisis y resolución de problemas, aplicación y pensamiento práctico, y responsabilidad ética, medioambiental y profesional, entre otras.

Para ello, este trabajo muestra tanto los conocimientos científicos y técnicos adquiridos durante el grado y el máster, como la capacidad de trabajo en un entorno empresarial real.

Por otro lado, el principal motivo por el que una compañía decide dotarse de una EDARI es la concienciación medioambiental, unido a una legislación nacional e internacional cada vez más exigente sobre los efectos y el impacto de la actividad de una industria en su entorno inmediato. Es por ello que las empresas agroalimentarias tienen en cuenta indicaciones como la huella hídrica.

Otra razón de peso para la inversión en una EDARI es el ahorro de costes asociado a la gestión optimizada del agua (captación o suministro de red, acondicionado, depuración, tasas, etc.). La correcta operación de las EDARI permite el incremento de la productividad y la reducción de costes, por lo cual los clientes demandan cada vez más servicios relacionados con la gestión y operación de las plantas, auditorías y consultorías para la optimización de las instalaciones.

Así pues, la inversión llevada a cabo por la empresa que pretende ejecutar la EDARI como tratamiento a sus aguas residuales industriales se justifica con una ética medioambiental (no contamina el medio ambiente ya que está tratando los residuos generados), legal (cumple los parámetros de vertido) y, en última instancia, económica (ya que podría ser sancionada si sobrepasa los límites).

En el caso de la industria agroalimentaria (tipo de industria para la que se elabora el proyecto de la EDARI), que consume de forma intensiva agua y recursos energéticos (según Aqualogy, representa aproximadamente el 1,8% del consumo total de agua en Europa, siendo el sector que más agua consume), es más importante si cabe la gestión correcta de los residuos que genera y la atención a las repercusiones medioambientales. Las aguas residuales que provienen de fábricas de alimentación y bebidas se distinguen por sus altas concentraciones en DQO (Demanda Química de Oxígeno), sólidos disueltos y en suspensión, amoníaco, minerales, etc... si bien el tipo de residuo depende de la actividad concreta de cada industria [1].

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

En resumen, los principales retos relacionados con el agua a los que se enfrenta la industria alimentaria son: la racionalización de los costes de gestión del ciclo del agua, la mejora del balance energético asociado al tratamiento del agua y las nuevas restricciones en la calidad de los vertidos. Para dar respuesta a todas estas necesidades, las compañías especializadas en la instalación de EDARI tienden a ocuparse de la solución integral: estudio de las necesidades, diseño, construcción y gestión de las depuradoras con la tecnología más adecuada para cada caso y posterior mantenimiento de las mismas.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Aguas residuales en la industria

Una Estación Depuradora de Agua Residual de uso Industrial (EDARI), tiene como objetivo el tratamiento de agua contaminada por el uso en los diferentes procesos llevados a cabo en el desarrollo de la actividad fabril.

Para realizar una correcta gestión del agua es necesario tener un conocimiento exhaustivo de todo el ciclo industrial, con el fin de valorar las diferentes alternativas para la gestión sostenible de los recursos hídricos (ahorro, uso eficiente y diversificación de las fuentes), el abastecimiento de las aguas de proceso, los métodos de tratamiento apropiados para las aguas residuales (que incluye la identificación de las formas de optimización del proceso y el mantenimiento de las instalaciones en condiciones óptimas) y soluciones inteligentes para la reducción de la producción de fangos y la valorización de los subproductos generados en el proceso de elaboración.

En el caso de la industria agroalimentaria, que consume de forma intensiva agua y recursos energéticos, es más importante si cabe la gestión correcta de los residuos que genera y la atención a las repercusiones medioambientales.

Según AINIA, la industria alimentaria consume grandes volúmenes de agua ya sea como ingrediente, agente de limpieza, medio de transporte, refrigeración, calor para tratamientos térmicos, etc. Este gran consumo lleva asociada la producción de grandes cantidades de aguas residuales ya que, salvo cuando se incorpora al producto o se evapora, la mayor parte se vierte tras ser aprovechada en alguno de los usos mencionados anteriormente. Se trata, por tanto, de uno de los aspectos medioambientales más importantes de este sector [2].

Los efluentes de la industria alimentaria pueden clasificarse por su origen en los siguientes grupos:

- **Aguas de proceso**, son aguas que intervienen en el proceso de fabricación y suelen estar en contacto con la materia prima, el producto o los semiproductos. En las industrias agroalimentarias se emplea habitualmente el agua tanto en operaciones de acondicionamiento de materias primas (lavados, escaldados, etc.), como en tratamientos térmicos de conservación en forma de vapor o agua caliente, transporte de productos semiterminados, etc.
- **Aguas de limpieza** de equipos e instalaciones (estas operaciones son muy importantes en la industria alimentaria, pues son necesarias para garantizar la salubridad de los alimentos elaborados). Es uno de los principales focos de consumo y generación de aguas residuales de las industrias agroalimentarias.
- **Aguas de servicio** (aguas de refrigeración, purgas de calderas, regeneración de intercambiadores, etc.). Suelen estar menos cargadas que las anteriores y debe ser optimizado su consumo mediante un buen mantenimiento de las instalaciones y la reutilización de las aguas hasta que sea posible.

- Aguas **sanitarias** (utilizadas en los servicios de los empleados, duchas, aseos, lavabos, etc.). Son similares a las aguas domésticas.

Las aguas de proceso y las de limpieza son las más importantes en las industrias agroalimentarias y suelen caracterizarse por su contenido en materia orgánica y sólidos en suspensión, con la aportación, según el tipo de industria, de otros contaminantes procedentes de la materia prima (sales disueltas, aceites y grasas, fenoles, nitratos, fosfatos, potasio, etc.), de productos químicos que intervienen en los procesos de fabricación (ácidos, álcalis, salmueras, etc.) o de productos de limpieza.

Las aguas residuales generadas por industrias del sector alimentario contienen, entre otros contaminantes, altas concentraciones en DQO (demanda química de oxígeno), DBO (demanda biológica de oxígeno), sólidos en suspensión y sólidos disueltos, que superan los límites establecidos en la legislación para el vertido de dichas aguas a colectores municipales y, en consecuencia, al dominio público hidráulico. Ahora bien, el tipo de residuo depende de la actividad concreta que lleva a cabo cada industria.

En general, los tratamientos más habituales de estas aguas residuales, se dividen en:

- Tratamientos **primarios**: para la separación de sólidos en suspensión.
- Tratamientos **secundarios**: para la reducción de la materia orgánica presente en el agua mediante procesos biológicos que convierten las sustancias solubles en sólidos sedimentables.
- Tratamientos **terciarios**: para la eliminación de fósforo, y nitrógeno del agua y otros contaminantes (mejora de la calidad del efluente con la eliminación de contaminantes y microorganismos).

## 2.2. Contrato establecido

El Proyecto de Ejecución que a continuación se expone fue redactado por la necesidad de una empresa agroalimentaria, que se dedica a la producción de salsas, de solucionar el problema de las aguas residuales industriales generadas en su proceso de producción.

Tras adoptar la solución óptima, este proyecto permite la ejecución de una EDARI que garantizará el cumplimiento de la ordenanza municipal donde se ubicará la planta, en primera estancia, así como la legislación de la cuenca de vertido y la legislación estatal.

El contrato establecido entre la ingeniería, Grupotec, y la fábrica de salsas es de tipo **EPC** o **“llave en mano”**.

EPC es el acrónimo de Engineering, Procurement and Construction, haciendo clara referencia a todo lo que incluye el contrato: el diseño, los suministros necesarios y la construcción [3].

Con este tipo de modalidad de construcción desaparece la tradicional relación tripartita entre cliente (contratante), ingeniero y contratista, para quedar sustituida por una única relación entre cliente-contratista, en la que este último, junto a sus funciones tradicionales relacionadas con el suministro de equipos, la construcción y la puesta en marcha, asume la ingeniería del proyecto.

El contrato "llave en mano" o EPC es aquel en que el contratista se obliga frente al cliente o contratante, a cambio de un precio generalmente fijo, a diseñar, construir y poner en funcionamiento una instalación determinada que él mismo previamente ha proyectado. En este tipo de contrato el énfasis ha de ponerse en la responsabilidad global que asume el contratista frente al cliente.

### 2.3. Contrato de un proyecto de ejecución

Según el Código Técnico de la Edificación (CTE) se define **Proyecto de Ejecución** como: *fase del trabajo en la que se desarrolla el proyecto básico, con la determinación completa de detalles y especificaciones de todos los materiales, elementos, sistemas constructivos y equipos, definiendo la obra en su totalidad. Su contenido será el necesario para la realización de las obras contando con el preceptivo visado colegial y la licencia correspondiente [4].*

El Código Técnico de la Edificación determina el contenido del proyecto, que se distribuye, a modo de resumen, en los siguientes documentos:

- **Memoria** (parte descriptiva y parte constructiva).
- **Anexos:** el proyecto contendrá tantos anexos como sean necesarios para la definición y justificación de las obras (Información geotécnica, Cálculo de la estructura, Protección contra incendios, Instalaciones del edificio, Eficiencia energética, Estudio de impacto ambiental, Plan de control de calidad, Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico, en su caso).
- **Planos:** El proyecto contendrá tantos planos como sean necesarios para la definición en detalle de las obras (Plano de situación, Plano de emplazamiento, Plantas generales, Alzados y secciones, Planos de estructura, Planos de instalaciones, Planos de definición constructiva, Memorias gráficas, otros).
- **Pliego de condiciones** (pliego de cláusulas administrativas, Disposiciones generales, Disposiciones facultativas, Disposiciones económicas, Pliego de condiciones técnicas particulares, Prescripciones sobre los materiales, Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado).
- **Presupuesto** (valoración aproximada de la ejecución material de la obra proyectada por capítulos; Cuadro de precios agrupado por capítulos; Resumen por capítulos, con expresión del valor final de ejecución y contrata, Presupuesto del control de calidad; Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud).

## 2.4. Legislación aplicable

Habida cuenta del tipo de instalación a ejecutar, se ha considerado la siguiente normativa:

### **NORMATIVA DE CARÁCTER GENERAL**

- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de la Jefatura del Estado de Ordenación de la Edificación. Texto consolidado.
- Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, del Ministerio de Vivienda.

### **RECEPCIÓN DE MATERIALES**

- Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.
- Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Reglamento (UE) Nº 305/2011, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo.

### **ESTRUCTURAS**

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

### **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

### **GESTIÓN DE RESIDUOS**

- Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto.
- Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

### **CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS**

- Real Decreto 410/2010, de 31 de marzo, por el que se desarrollan los requisitos exigibles a las entidades de control de calidad de la edificación y a los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación, para el ejercicio de su actividad.

### **SEGURIDAD Y SALUD**

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### **AGUA**

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV,V,VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental
- Orden AAA/2056/2014, de 27 de octubre, por la que se aprueban los modelos oficiales de solicitud de autorización y de declaración de vertido
- Orden ARM/1312/2009, de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.
- Ordenanza fiscal reguladora de la tasa por prestación del servicio de saneamiento (vertido y depuración)
- Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía
- Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía.

### **PROTECCIÓN AMBIENTAL**

- Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental

- Decreto 5/2012, de 17 de enero, por el que se regula la autorización ambiental integrada y se modifica el decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la contaminación acústica de Andalucía.
- Decreto 239/2011, de 12 de julio, por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el Registro de Evaluación de Calidad del Aire de Andalucía.

## 2.5. Conceptos previos

A continuación se van a definir una serie de conceptos, relativos a parámetros de contaminación de aguas residuales, que se utilizarán en apartados posteriores [5].

- **pH.**

El pH es una medida de la concentración de iones hidrógeno en el agua. Para agua pura, el pH vale siete. Los valores de pH inferiores a siete indican que el agua tiene carácter ácido, y los superiores que el agua tiene carácter básico. La escala completa de pH va de 0 a 14. La medida del pH por sí misma no indica si el agua posee impurezas, ya que un agua residual puede estar muy cargada y tener un pH neutro (que es como se llama al  $\text{pH} = 7$ ). Sin embargo, el pH es muy importante para determinar la tratabilidad biológica del agua, ya que los microorganismos presentan una tolerancia muy pequeña para los cambios de pH. Normalmente, el margen de pH adecuado para el tratamiento biológico es de 6-9. Por encima y por debajo de estos límites hay dificultades para la adaptación de los microorganismos.

- **Materia orgánica.**

El objetivo más importante del tratamiento de aguas residuales es la eliminación de la materia orgánica. Cuando se vierte directamente al medio ambiente el agua residual sin depurar, la materia orgánica que ésta contiene es responsable de la degradación que se aprecia en las corrientes de agua receptoras. Los microorganismos utilizan la materia orgánica biodegradable como alimento, para lo cual necesitan consumir oxígeno. Este gas es moderadamente soluble en agua y, cuando se consume rápidamente en esta degradación de la materia orgánica, su concentración disminuye hasta alcanzar niveles de anaerobiosis, es decir, ausencia de oxígeno disuelto. En estas condiciones aparecen olores desagradables, las aguas toman una coloración gris o negra y no hay posibilidad de supervivencia para organismos superiores como los peces.

La materia orgánica puede tener origen vegetal o animal, y normalmente se aporta al agua como productos de desecho de la actividad humana. Dentro de la materia orgánica se puede distinguir entre distintos tipos de compuestos, más o menos complejos, y cuya degradación biológica requiere un tiempo más o menos largo. Sin embargo, desde el punto de vista de la depuración se suele evitar

el estudio pormenorizado de los componentes de la materia orgánica y se utiliza, en lugar de éste, unas medidas que dan una idea acerca del oxígeno necesario para su estabilización. Las medidas más extendidas de materia orgánica son la demanda bioquímica de oxígeno y la demanda química de oxígeno, que se van a definir a continuación.

- **Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días (DBO<sub>5</sub>).**

Esta medida representa la cantidad de oxígeno necesaria para estabilizar biológicamente la materia orgánica contenida en una muestra de agua, incubada durante cinco días a 20°C. Con esta medida se pretende reproducir el consumo de oxígeno en un medio natural, como podría ser un río, ocasionado por el vertido de agua residual. La temperatura del ensayo es de 20° C, y su duración corresponde a una estabilización del 60-70% de la materia orgánica.

Aunque la DBO<sub>5</sub> es, sin duda, la medida más extendida para la estimación de la contaminación por materia orgánica, tiene una serie de problemas que conviene tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados obtenidos en los análisis de aguas residuales. Los problemas más importantes son los siguientes:

- Puesto que el consumo de oxígeno se lleva a cabo por bacterias, si el agua residual contiene cualquier tipo de tóxico que inhiba su actividad o provoque su muerte, los resultados del ensayo de la DBO no serán correctos.

- En ocasiones, es necesario un tiempo de aclimatación de las bacterias al agua residual antes de que comience la estabilización de la materia orgánica y, por tanto, el consumo de oxígeno. Si esto ocurre, el consumo medido al cabo de cinco días dará valores inferiores a los reales para la necesidad de oxígeno disuelto en la estabilización de la muestra.

- El tiempo de incubación de cinco días se justifica en base a la estabilización de la materia orgánica soluble en este tiempo. Sin embargo, ésta varía profundamente entre distintos tipos de vertidos. De hecho, el período de incubación de cinco días se fijó inicialmente por el organismo que introdujo el ensayo de la DBO<sub>5</sub> (British Royal Commission of Sewage Disposal) debido a que el tiempo de recorrido del agua en los ríos británicos es menor de cinco días [6].

Por tanto, conviene interpretar cuidadosamente los resultados de la DBO<sub>5</sub> y, sobre todo, complementarlos con otra medida más fiable y reproducible como puede ser la demanda química de oxígeno.

- **Demanda química de oxígeno (DQO).**

Con esta medida se estima el oxígeno necesario para oxidar químicamente la materia orgánica contenida en el agua. Puesto que por medios químicos la oxidación de la materia orgánica es más completa, el valor de la DQO es mayor que el de la DBO<sub>5</sub>. Es posible establecer relaciones entre DBO<sub>5</sub> y DQO para distintos tipos de aguas residuales, por lo que a veces se sustituye una medida por la otra.

Las mayores ventajas de la DQO en relación con la DBO5 son la rapidez del ensayo (dos horas en lugar de cinco días) y la mayor fiabilidad y reproducibilidad de la técnica de medida.

- **Materia inorgánica.**

Además de la materia orgánica, el agua residual urbana contiene especies inorgánicas que también tienen gran repercusión en su tratabilidad por métodos biológicos. Muchas de las medidas de estas especies se manejan frecuentemente en las plantas depuradoras porque dan una buena idea sobre la marcha del proceso, o porque conviene eliminarlas durante el tratamiento para evitar problemas de contaminación en los cursos de agua receptores.

- **Oxígeno disuelto.**

El oxígeno disuelto es crucial para la buena marcha de una planta de tratamiento de aguas residuales. Los microorganismos responsables de la depuración son diferentes según el medio contenga o no oxígeno disuelto. La estabilización de la materia orgánica requiere un aporte de oxígeno disuelto. Cuando el consumo excede al aporte de oxígeno, el agua está en condiciones anaerobias y se pueden producir problemas de olores, el proceso de depuración transcurre más lentamente y, en definitiva, la depuradora deja de funcionar correctamente.

- **Sólidos.**

Uno de los objetivos fundamentales de las depuradoras es la eliminación de gran parte de los sólidos contenidos en el agua residual. Estos sólidos son de varios tipos:

- **Sólidos totales (SST).** Si se toma una muestra de agua residual, se evapora toda el agua y se pesa el residuo seco resultante, se obtienen los sólidos totales contenidos en el agua de partida. Por tanto, esta medida proporciona la cantidad total de sólidos presentes, independientemente de su naturaleza y de la forma en la que se encuentren en el agua. Para hacer estas distinciones necesitamos introducir otras definiciones.
- **Sólidos disueltos.** Son aquellos que atraviesan los filtros cuando se toma una muestra de agua residual y se hace pasar a través de un filtro muy fino.
- **Sólidos en suspensión o filtrables.** Son los sólidos que quedan retenidos por el filtro.
- **Sólidos sedimentables.** Es la fracción de sólidos en suspensión capaz de separarse del agua residual por sedimentación. Esta medida tiene interés en el diseño de decantadores.
- **Sólidos no sedimentables.** Es el resto de los sólidos en suspensión, que no se separan por sedimentación. La diferencia entre el comportamiento de los sólidos sedimentables y no sedimentables se debe al tamaño, forma y peso de las partículas sólidas.

Por tanto, la suma de sólidos sedimentables y no sedimentables proporciona el total de sólidos en suspensión. La suma de sólidos en suspensión y sólidos disueltos proporciona los sólidos totales presentes en un agua residual. Estas relaciones se explican en la Figura 1.

Además de esta clasificación, es importante la distinción entre sólidos inorgánicos y orgánicos. Los sólidos orgánicos pueden ser utilizados como alimento por las bacterias, que de esta forma los estabilizan durante el proceso de depuración. Por consiguiente, la medida de los sólidos orgánicos da una idea de la tratabilidad biológica del agua. Por otra parte, los sólidos inorgánicos son sustancias minerales, y algunas de ellas son utilizadas también por los microorganismos. La suma de sólidos orgánicos e inorgánicos proporciona los sólidos totales presentes en el agua. Por tanto, esta clasificación es completamente independiente de la anterior, y cualquiera de las categorías definidas en aquélla puede estar integrada por sólidos orgánicos y/o inorgánicos.

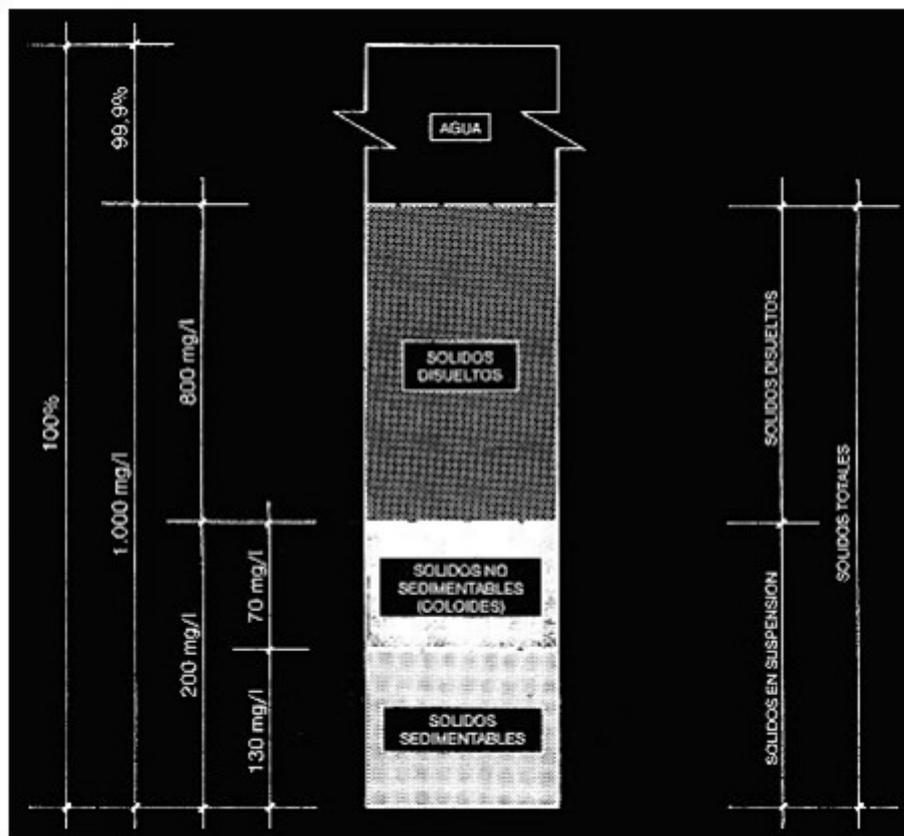


Figura 1. Relación entre los distintos tipos de sólidos de un agua residual y valores típicos para un agua residual urbana [7].

- **Conductividad.**

Esta medida indica la facilidad con la que la corriente eléctrica pasa a través de un agua residual. Puesto que el agua pura es muy mala conductora de la corriente eléctrica, las conductividades elevadas indican la presencia de impurezas y, más concretamente, de sales disueltas. Como resultado del uso doméstico del agua la conductividad aumenta, y se sitúa normalmente en el intervalo 1.000-2.000  $\mu$ Siemens/cm. La medida de la conductividad resulta muy útil para detectar descargas

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES  
(EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

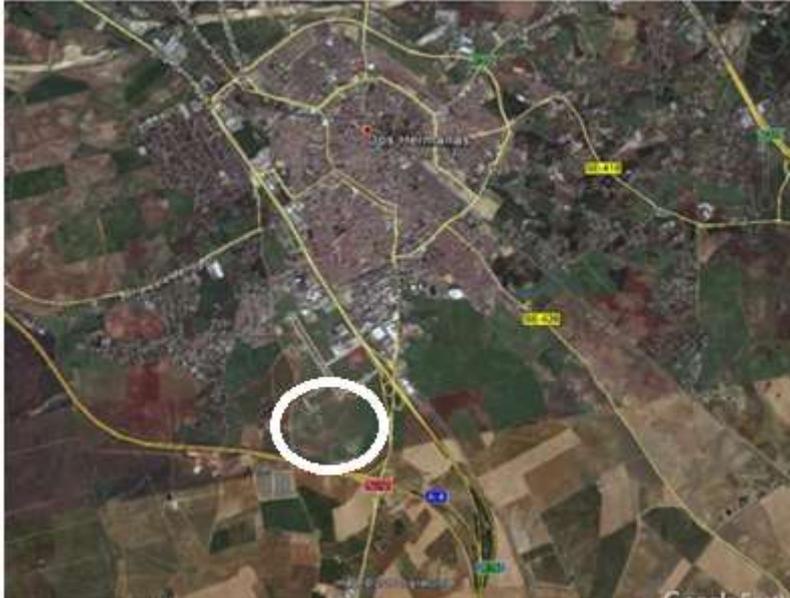
---

procedentes de algunas industrias alimentarias y químicas, o infiltraciones de agua del mar en zonas costeras. Además, la conductividad informa sobre la posibilidad de usar el agua residual tratada para riego, ya que muchas plantas son sensibles al contenido en sales disueltas, y la exposición del terreno a riegos prolongados con aguas muy conductoras puede dar lugar a su inutilización como terreno de cultivo.

### 3. MEMORIA DESCRIPTIVA

#### 3.1. Situación actual y emplazamiento

La planta de elaboración de salsas para la cual se va a diseñar la depuradora de aguas residuales se ubica al sur del término municipal de Dos Hermanas, en la provincia de Sevilla, según se muestra en la fotografía aérea de la Figura 2 obtenida de la aplicación de Google Earth.



**Figura 2.** Vista aérea de la ubicación de la fábrica de salsas.

El grupo alimentario se dedica, entre otras cosas, a la elaboración de aceite de oliva y a la fabricación y envasado de salsas, mayonesas, vinagres... En su proceso productivo genera aguas residuales que deben ser acondicionadas previamente a su vertido al colector de saneamiento. Por tanto, precisa de una instalación de depuración de las aguas generadas.

#### 3.2. Parámetros de diseño

Para el dimensionamiento de la EDARI se han tomado los siguientes datos de partida, según la información suministrada por la propiedad:

- Caudal medio diario: 400 m<sup>3</sup>/d
- Caudal medio horario (Qm): 25 m<sup>3</sup>/h
- Caudal punta (Qp): 40 m<sup>3</sup>/h

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Se ha supuesto lo siguiente:

- La fábrica trabaja a 2 turnos (16 horas)
- $Q_p = Q_m * 1,6$

Por lo tanto, la EDARI será diseñada para poder admitir las puntas, es decir, un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h.

Dado que la fábrica está en construcción, no es posible disponer de análisis reales del agua residual de esta nueva planta, por lo que se realiza una estimación de los parámetros de entrada a la EDARI a partir de datos históricos de otras plantas de similares características que posee la empresa. Estos datos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Histórico de agua residual de una planta de la empresa durante el mes de mayo de 2017.

	6-may	8-may	9-may	13-may	15-may	16-may	20-may	21-may
pH	4,9	5,2	4,2	4,9	11,6	11,5	11,6	5,5
Conductividad (μS/cm)	551,8	1.646	788	2.560	1.680	2.640	2.050	1.320
DQO (mg/l)	9.700	7.450	8.660	8.050	7.900	9.400	5.400	2.500
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	1.400	1.750	1.600	1.500	2.000	1.500	2.000	1.500
SST (mg/l)	1.646	2.249	851	640	2.008	2.928	2.324	2.748
Aceites y Grasas (mg/l)	200	2.810	479,5	1.347	1.090	3.997	2.583	5.196
Nitrógeno amoniacal (mg/l)	40	<0,10	<0,10	<5	<5	<5	<5	<5

Como puede verse, las aguas de proceso generadas en su proceso productivo tienen una elevada variabilidad de carga contaminante de los parámetros analizados, pero siempre tienen en común un alto contenido en aceites y grasas y una alta carga orgánica.

A partir de los datos de la Tabla 1 se ha calculado el valor máximo de los parámetros del agua residual de entrada a la EDARI. Estos valores máximos se muestran en la Tabla 2 y serán los valores utilizados para el diseño para estar en todo momento del lado de la seguridad.

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

**Tabla 2.** Parámetros de caracterización del agua residual a tratar.

AGUA DE ENTRADA A EDARI	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
	5-9	<3.000	<10.000	<2.000	<3.000	<4.000

El agua residual tratada será vertida al alcantarillado municipal, por lo que los límites de vertido vienen dados por la ordenanza municipal correspondiente del municipio de Dos Hermanas. Estos límites se indican en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Límites de vertido del alcantarillado municipal de Dos Hermanas.

LÍMITES DE VERTIDO (EMASESA)	pH	Conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
	6-9,5	5.000	1.750	1.000	1.000	200

La empresa, como se ha comentado antes, dispone de otras plantas de producción de similares características. Anteriormente una de estas plantas disponía de un pequeño tratamiento para depurar las aguas residuales que consistía en un pequeño depósito de homogeneización y un tratamiento físico-químico. El agua resultante no siempre cumplía la ordenanza municipal de vertidos del Ayuntamiento de Dos Hermanas.

Aprovechando su experiencia anterior, se ha diseñado un sistema capaz de absorber la variabilidad de caudales y parámetros del afluente (marcada en gran medida por la actividad industrial), capaz de reducir en las primeras etapas de tratamiento la cantidad de aceites y grasas presentes en el agua (para evitar la formación de emulsiones que se producían anteriormente) y con capacidad para garantizar una reducción eficaz de la carga orgánica del agua, con el fin de asegurar el vertido dentro de las especificaciones legales de forma estable, segura y medible.

Se ha utilizado un esquema de tratamiento desarrollado por Grupotec en otras instalaciones de regeneración de aguas con elevada carga de aceites y grasas, no solo en la industria alimentaria sino también en la industria de los biocombustibles, cuyo funcionamiento es satisfactorio en términos de rendimientos de depuración y de costes de explotación.

### 3.3. Solución adoptada

Como se ha comentado antes, el parámetro DQO mide toda la materia orgánica y algunos compuestos inorgánicos, mientras que el parámetro DBO<sub>5</sub> sólo mide la materia orgánica biodegradable. Por ello, la relación entre ambos parámetros será siempre menor que la unidad ( $DBO_5/DQO < 1$ ).

Esta relación es un buen indicador de la biodegradabilidad de un agua residual, de tal forma que para valores menores a 0,2 (en este trabajo el agua se encuentra en el límite de 0,2) se considera que no se pueden utilizar procesos de tratamiento por vía biológica.

Es este motivo el que ha llevado a establecer un tratamiento de disminución y eliminación de las cargas contaminantes presentes en el agua mediante tratamientos físico-químicos con la adición de un proceso terciario para afinar en la eliminación de las cargas contaminantes.

Tras el estudio de viabilidad de adoptar un tratamiento u otro por las cargas contaminantes presentes en el agua, el tratamiento óptimo elegido (teniendo en cuenta los datos de partida, los límites de vertido y el coste de tratamiento máximo fijado por contrato con la empresa) sigue el esquema que se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Diagrama de proceso.

La EDARI diseñada consta de una línea de aguas y una línea de fangos, las cuales se describen a continuación.

### 3.4. Línea de aguas

La presente solución contempla un proceso de depuración consistente en un pretratamiento para la eliminación de sólidos gruesos y finos, una hidrólisis ácida para poder realizar la separación de aceites y grasas, un tratamiento físico-químico para la eliminación de flotantes y fangos y una correcta homogeneización de caudales y calidad del agua.

#### 3.4.1. Pozo de bombeo

En el pozo de bombeo se instalará una cesta manual para el desbaste de gruesos y dos bombas centrífugas sumergibles (40m<sup>3</sup>/h) con amplio paso de sólidos, que bombearán el agua residual hasta el rototamiz, funcionando una u otra en función del nivel del pozo. A este pozo llegarán todas las líneas de vertido de la planta y los reboses de la EDARI. Tendrá una capacidad de 70 m<sup>3</sup> con el fin de poder absorber una hora de caudal punta propuesto por la empresa

En la tubería de impulsión se instalará un caudalímetro electromagnético y una línea de rechazo al pozo con el fin de regular el caudal.

### 3.4.2. Tamizado

El siguiente tamizado, el de finos, lo realizará un rototamiz de 1mm de paso de malla y estará situado sobre una estructura, de forma que el agua tamizada caerá por gravedad al siguiente equipo (depósito de hidrólisis). El rototamiz cuenta con un compactador y un tornillo sinfín que transporta los sólidos de dimensiones mayores que el paso, a un contenedor.

En la Figura 4 se muestra el esquema del rototamiz a utilizar.

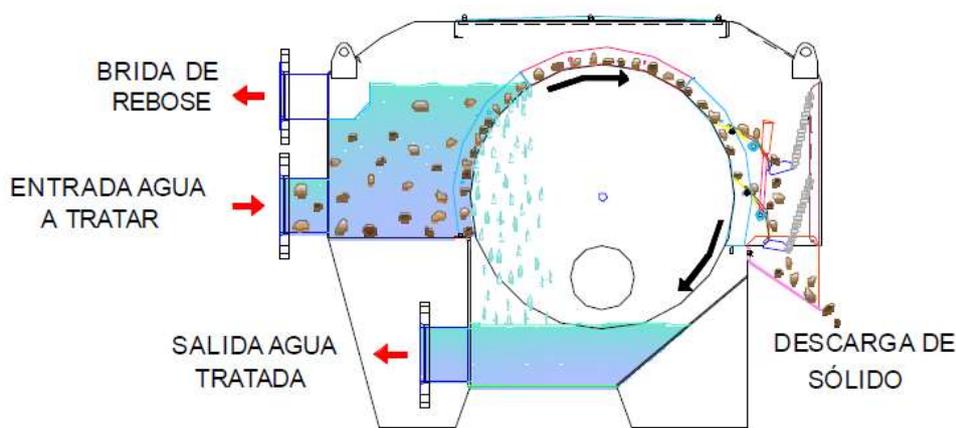


Figura 4. Esquema de funcionamiento del rototamiz a emplear [8].

El funcionamiento del rototamiz se basa en lo siguiente:

A través de una tubería embridada de entrada que se sitúa en la parte superior del rototamiz, entra el agua residual a filtrar en el equipo. De aquí, se distribuye uniformemente a lo largo del tambor filtrante, el cual está girando continuamente.

Las partículas sólidas quedan retenidas en la superficie exterior del cilindro filtrante. Debido al giro continuo del cilindro, los sólidos depositados en él son desplazados hacia las rasquetas, las cuales son las encargadas de separar los sólidos del cilindro filtrante y depositarlos sobre la bandeja de descarga.

Gracias a la malla de ranura continua con un perfil trapezoidal que posee el equipo, el agua residual es filtrada. Este perfil es el encargado de aliviar el afluente que pasa a través de la malla y finalmente el agua pasa a la tubería de salida.

Gracias a su constitución y los dispositivos de autolimpieza, es un equipo preparado para trabajar en continuo con un mínimo de mantenimiento tanto de limpieza como mecánico.

### 3.4.3. Separación de grasas (acidificación)

La hidrólisis de las grasas es el método más utilizado para su separación del agua. En un depósito (D1) de plástico reforzado con fibra de vidrio (PRFV) de 10 m<sup>3</sup> adecuadamente protegido en su interior con una resina resistente a medios ácidos como es la resina Swancor, se introduce el agua procedente del rototamiz. Una sonda de pH instalada en la recirculación del depósito determinará el pH existente. Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, será el encargado de recibir la señal de pH y mandará a una bomba dosificadora que impulse la dosificación adecuada de ácido sulfúrico para bajar su pH a 2. El ácido sulfúrico se encuentra en un Gran Recipiente para mercancías a Granel (GRG) situado en la zona de almacenamiento de químicos que se puede observar en el plano 2, Implantación general.

Una vez realizada la acidificación, el agua se introduce en un depósito (D2) por su tercio inferior, con el fin de que las grasas, ayudadas por una corriente ascendente de burbujas de aire disueltas en agua creada por un compresor en la recirculación, circulen hacia la superficie. Este depósito es el primer compartimento del depósito prefabricado de hormigón armado, el cual se refuerza mediante una resina ortofenólica para soportar valores de pH tan ácidos.

Para permitir el correcto funcionamiento del sistema se necesita un tiempo de retención mínimo de 2 horas, por lo que se ha propuesto un tanque de 103 m<sup>3</sup>, que asegura ese tiempo de retención incluso en las condiciones punta. Las grasas salen por el rebosadero superior hacia el depósito de acumulación de grasas (D3), el segundo compartimento del depósito prefabricado de hormigón armado de 103 m<sup>3</sup>, también reforzada para soportar el pH. Un sensor de nivel determinará la altura de las grasas en este reactor. El vaciado se realizará con gestor autorizado cuando el sensor detecte un nivel de 3m.

El espesor de la capa de grasas, así como el nivel superior del agua, se miden de forma continua en D2 mediante un sensor guiado de microondas capaz de medir ambas fases. Existirá un segundo rebose a una altura mayor que el anterior y que actuará en el caso de que el nivel aumente en demasía.

### 3.4.4. Dosificación de químicos

Tras el separador de grasas se debe neutralizar el agua con hidróxido sódico para recuperar un pH aproximadamente neutro para que el tratamiento siguiente pueda funcionar adecuadamente. Esta dosificación se efectuará en línea. Una sonda de pH será la encargada de detectar el pH existente. El PLC será el encargado de recibir la señal de pH y mandar a una bomba dosificadora que impulse la dosificación adecuada de hidróxido sódico para subir el pH en torno a neutro. El hidróxido sódico se encuentra en un GRG situado en la zona de almacenamiento de químicos que se puede observar en el plano 2, Implantación general.

A continuación se añadirá al agua coagulante y floculante. El coagulante también se dosificará en línea para que haga su efecto antes de entrar al flotador, donde se inyectará directamente el floculante, tras haber sido preparado en un depósito en agitación.

### 3.4.5. Flotador

La tecnología de Flotación por Aire Disuelto, DAF por sus siglas en inglés, es un proceso de clarificación de efluentes que elimina sólidos en suspensión, grasas y coloides del agua a tratar, reduciendo además, en gran medida, los parámetros DQO y DBO. Su diseño compacto y funcional hace que la instalación sea fácil de mantener con un bajo coste operativo. Su aspecto se puede observar en la Figura 5.



Figura 5. Imagen del flotador a emplear. [9]

Su función es eliminar cualquier resto de grasa que pueda escapar del separador de grasas, lo cual es especialmente importante porque la adición de sosa para neutralizar el pH ácido del separador de grasas puede provocar su saponificación (creación de jabones).

Se ha previsto un caudal máximo de funcionamiento de 40 m<sup>3</sup>/h para poder absorber adecuadamente las puntas pese a que tanto el pozo de bombeo inicial como el separador de grasas deben ejercer una función de laminación de caudales.

El sistema de flotación por aire disuelto (DAF) se basa en la inyección de microburbujas que se adhieren a los sólidos en suspensión elevándolos a la superficie, donde serán eliminados por un mecanismo de barrido superficial.

El proceso de flotación se basa en mecanismos de coagulación y floculación. Mediante el agregado de productos químicos específicos, tales como cloruro férrico o sulfato de aluminio, las partículas coloidales se desestabilizan y se produce la formación de flóculos. La floculación con otros productos químicos, tales como polielectrolitos, facilita la colisión entre las partículas suspendidas y coloidales desestabilizadas, formando flóculos más grandes que pueden ser fácilmente eliminados.

El proceso separa las partículas sólidas de las líquidas. Al principio, el agua se satura con aire disuelto a presión. Esta corriente de circulación (presurizada entre 4 y 6 bares), llamada corriente hipersaturada, se mezcla luego con los efluentes entrantes en una cámara de contacto interna, donde las burbujas de aire microscópicas se adhieren a los sólidos y los hacen flotar a la superficie, formando un lecho de lodo flotante.

Una estructura de barrido retira el lodo de la superficie del agua y lo vierte en un sumidero, desde donde se bombea para su tratamiento. El agua tratada se descarga o se somete a otros procesos de tratamiento.

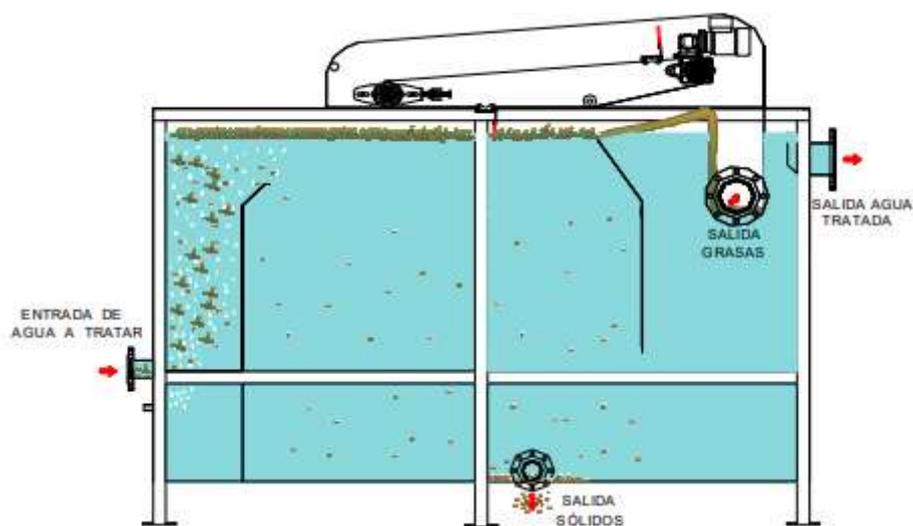


Figura 6. Esquema de funcionamiento del DAF a emplear. [9]

El equipo está formado por un bastidor el cual es el encargado de sustentar todos los componentes, una cuba, la cual incorpora un recolector radial específico, y un mecanismo encargado de la extracción de grasas consistente en un sistema hidrodinámico.

Su funcionamiento está basado en la acción antiemulsiva de la aireación sobre el aceite, y la acción física de las burbujas de aire sobre el arrastre de las grasas.

Las aguas son introducidas en el equipo a través de la brida para tal fin; estas se concentran en la cuba del equipo y son emulsionadas por medio de inyectores, los cuales forman parte del sistema hidrodinámico del equipo, produciéndose el emulsionado de las aguas. De esta forma, se consigue el ascenso de las grasas y sólidos a la parte superior de la cuba, distribuyéndose homogéneamente sobre la totalidad de ésta. La subida es favorecida por la adhesión de las grasas sobre las burbujas de aire, consiguiendo una subida rápida. De la misma forma, se consigue la acumulación de lodos en el fondo del equipo, que gracias a su peculiar forma constructiva, favorece la extracción de éstos y la limpieza del equipo. Para la total extracción de las grasas se utiliza un mecanismo barredor, el cual incorpora cierto número de rasquetas barredoras motorizadas, las cuales barren la lámina de agua

depositando las grasas en un cajón ubicado para tal fin. Las grasas serán extraídas a través de una brida. Las rasquetas barren y extraen las grasas de la siguiente manera:

- Al ponerse en marcha el mecanismo, las rasquetas se introducen ligeramente por debajo del nivel de agua y en su movimiento de avance van arrastrando las grasas hacia el extremo del equipo donde se encuentra la rampa de expulsión. Al encontrarse las rasquetas con la rampa, éstas salen de debajo del agua y empiezan su ascensión por dicha rampa, empujando las grasas hasta alcanzar su punto más alto produciéndose así la descarga sobre el cajón para tal fin.
- Seguidamente se inicia el retroceso de las rasquetas en sentido contrario por encima del nivel agua, sin entrar en contacto con ésta. Al llegar al comienzo, las rasquetas vuelven a introducirse por debajo de la lámina de agua para comenzar nuevamente el proceso descrito.

En la Tabla 4 se muestran las características técnicas del DAF a emplear.

**Tabla 4.** Características técnicas del DAF a emplear. [9]

MODELO	DAF-40
<b>Capacidad hidráulica máxima (<math>m^3/h</math>)</b>	40
<b>Dimensiones aproximadas del tanque (mm)</b>	
Longitud	5.580
Anchura total	2.894
Altura total	3.270
Fondo del tanque	cónico
<b>Diámetros (mm)</b>	
Tubería entrada	150
Tubería salida	200
Descarga fango	200
Tubería drenaje	100

### 3.4.6. Depósito de homogeneización y regulación

El agua clarificada del DAF pasará por gravedad hasta el depósito de homogeneización, que tendrá algo más de 24 horas de tiempo de retención hidráulico, lo que supone un volumen de  $500 m^3$ . Este depósito se corresponde con el tercer y más grande compartimento del depósito prefabricado de hormigón armado. En este depósito se prevé una recirculación para realizar mediciones de distintos parámetros (conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, potencial redox) que denotarán la calidad de esta agua. Este depósito es el D4.

### **3.4.7. Arqueta de agua depurada**

Una electroválvula situada a la salida será la que dé el permiso para verter el agua ya depurada a una arqueta de 3m<sup>3</sup> o bien, será vertida por rebose del anterior depósito.

El pozo de bombeo y la arqueta están conectadas por rebose para evitar desbordamientos.

## **3.5. Línea de fangos**

La línea de fangos consta de dos depósitos para acumular los fangos generados en la línea de aguas a la espera de ser gestionados correctamente.

### **3.5.1. Depósito de fangos valorizables**

El rebose del depósito de separación de grasas pasa al depósito de lodos valorizables (D3) de 103m<sup>3</sup> el cual, una vez lleno, es vaciado mediante camión con el fin de valorizar estas grasas.

### **3.5.2. Depósito de fangos no valorizables**

Tanto el rebose del DAF como el drenaje es llevado por gravedad a un depósito de lodos no valorizables (D5) de 20 m<sup>3</sup> que, una vez lleno, es vaciado mediante un camión y es tramitado por un gestor autorizado.

## **3.6. Servicios auxiliares**

Para el correcto funcionamiento de la EDARI se requieren una serie de servicios auxiliares, los cuales se describen a continuación.

### **3.6.1. Compresor**

La inyección de aire al depósito de separación de grasas se realiza por medio de un compresor situado en la recirculación que aspira 1500 litros de aire por minuto. Este aire es soltado por el fondo del depósito mediante una tubería ranurada, de tal forma que se asegure su dosificación a lo largo de dicho depósito.

### **3.6.2. Aireador superficial**

El aireador superficial está situado en el depósito de homogeneización con el fin de regular el agua almacenada y oxigenar con alta eficiencia, garantizando totalmente la mezcla a lo largo del tanque.

### **3.6.3. Red de reboses y vaciados**

En esta red desembocarán las distintas tomas de vaciado de todas las líneas proyectadas. A su vez, recogerá los posibles reboses de los distintos equipos y depósitos (exceptuando el DAF que irá conectado a la línea de fangos).

Dicha red desembocará en el pozo de bombeo y permitirá la conexión por rebose de la arqueta de agua depurada y el pozo de bombeo.

### **3.6.4. By-pass**

La red de by-pass permite derivar o cortar distintas rutas para encauzar el proceso evitando pasar por ciertos equipos. Esta red es utilizada en el caso de mantenimiento, avería... de algún equipo. Es posible cortar distintos puntos, según se proyecta en el Plano 4.

## 4. MEMORIA CONSTRUCTIVA

### 4.1. Movimiento de tierras

Se procederá a la excavación con extracción de tierra a los bordes, y relleno, extendido y compactado de tierras de la propia excavación. Las tierras sobrantes se acopiarán en la propia parcela.

### 4.2. Depósito prefabricado

Se trata de un depósito formado por muros ménsula de hormigón armado prefabricado, con cimentación y solera de hormigón armado *in situ*.

La superficie ocupada por el depósito aéreo es de 20 x 12 m, 240 m<sup>2</sup>, y su volumen útil de 704 m<sup>3</sup>, repartido en tres cámaras de 498 m<sup>3</sup>, 103 m<sup>3</sup> y 103 m<sup>3</sup>, correspondientes al depósito de homogeneización, al depósito de hidrólisis y al depósito de separación de grasas, respectivamente.

Los muros del depósito prefabricado se forman a partir de módulos de hormigón armado prefabricado con altura de 3,70 metros con un resguardo de 50 cm.

La cimentación de la estructura del depósito deberá ser tal que la cota de arranque de las ménsulas prefabricadas que forman las paredes del depósito sea la cota de superficie de terreno, es decir, que el depósito tendrá la clasificación de depósito en superficie.

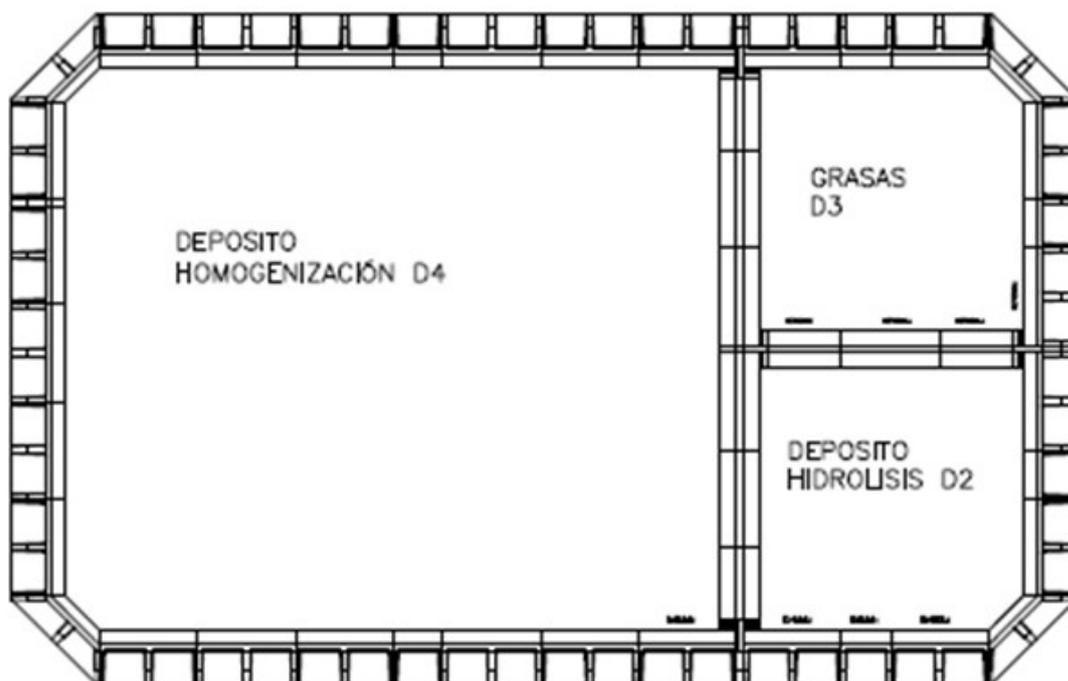
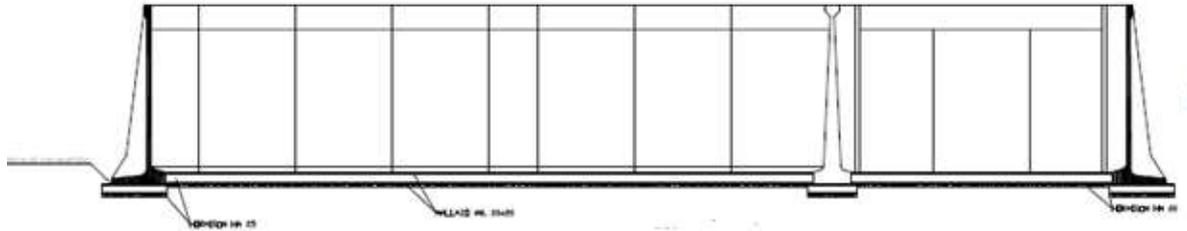


Figura 7. Planta del depósito prefabricado de hormigón armado.



**Figura 8.** Sección del depósito prefabricado de hormigón armado.

La cimentación se realizará con hormigón armado HA-25/P/20/ IIa y la losa de cimentación con HA-35/B/20/IV+Qc con armadura de acero corrugado B 500-S. Toda la zona de hormigón que se encuentre en contacto con el agua será debidamente impermeabilizada.

#### **4.3. Cimentación y estructura de equipos**

La cimentación y pilares sobre los que se apoya el flotador DAF se realizarán en hormigón armado HA-25/P/20/ IIa con armadura de acero corrugado B 500-S. El rototamiz se posará sobre una estructura metálica.

#### **4.4. Cimentación y estructura de la cubierta**

Toda la EDARI, excepto el depósito prefabricado, quedará ubicada debajo de una cubierta.

La cimentación de la cubierta se realizará mediante zapatas de hormigón HA-25/P/20/ IIa con armadura de acero corrugado B 500-S. La estructura se construirá mediante perfiles metálicos de acero S275.

La cubierta se realizará con chapa de acero galvanizado de 0,7 mm de espesor con perfil especial laminado tipo 75/320, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes con el fin de cubrir la superficie destinada a la ubicación de los equipos.

#### **4.5. Pasarelas y escaleras metálicas**

Se instalará una escalera metálica para acceder a la pasarela. La estructura será de acero S275 con celosía de tramex de 30x30x20 mm y barandilla metálica. A la pasarela se accede por una escalera metálica con peldaños de tramex y barandilla metálica.

#### **4.6. Pozo de bombeo, arqueta de válvulas y arqueta de aguas depuradas**

El pozo de bombeo y la arqueta de agua depurada serán de hormigón armado HA-35/B/20/IV+Qc reforzado con acero corrugado B500-S e impermeabilizado correctamente por estar en contacto con el agua. Tendrán un volumen de 70 m<sup>3</sup> y 3 m<sup>3</sup>, respectivamente. Junto al pozo de bombeo se construirá una arqueta de ladrillo para válvulas.

El pozo de bombeo se cubrirá con placas alveolares de hormigón y una parte con celosía de tramex. La arqueta de válvulas y la arqueta de agua depurada se cubrirán con celosía de tramex.

#### **4.7. Solera**

La solera se realizará en hormigón armado HA-25/B/20/IIa y mallazo electrosoldado de 20x20 cm Ø6 en toda la superficie de la planta, con enchado base de 25 cm de espesor y canal de drenaje perimetral.

#### **4.8. Caseta de control**

Se instalará una caseta de control prefabricada de dimensiones 6 x 2,44 m, con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento de chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada.

## 5. INSTALACIONES

### 5.1. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica consta de una canalización con cuatro tubos de PVC Ø160 mm desde el cuadro eléctrico de la depuradora hasta otra arqueta a pie de depósito prefabricado. La acometida al cuadro de la depuradora será realizada por terceros. El cableado de todos los equipos y alumbrado irá instalado en bandejas eléctricas.

El cuadro de la depuradora se instalará en el interior de la caseta de control.

Los cálculos eléctricos y el diagrama unifilar se especificarían en anexos a la memoria, pero por falta de espacio, no se incluirán en este trabajo académico.

### 5.2. Conducciones hidráulicas

La red de agua potable constará de tubería de PEAD Ø25 mm, pintada para evitar las deformaciones, desde una arqueta de acometida cercana a la depuradora hasta los diferentes puntos de consumo.

Se instalará una ducha-lavajos junto a uno de los pilares de la cubierta.

La red de aguas residuales y lodos de la EDARI estará constituida tanto por tuberías a presión como por tuberías de lámina libre. A continuación, se indica cómo se ha procedido a dimensionar esta red de tuberías.

- **Tuberías a presión**

En el dimensionamiento de la red de tuberías a presión se ha empleado la ecuación de Darcy-Weisbach (ecuación 1) junto con la ecuación Swamee-Jain (ecuación 2), a través de un método iterativo.

$$h_f = f \frac{8 \cdot L \cdot Q^2}{g \cdot \pi^2 \cdot D} \quad (1)$$

donde,

$h_f$  = pérdida de carga debida a la fricción (m.c.a.).

$f$  = factor de fricción de Darcy (adimensional).

$L$  = longitud de la tubería (m).

$D$  = diámetro de la tubería (m).

$Q$  = caudal del fluido (m<sup>3</sup>/s).

$g$  = aceleración de la gravedad  $\approx 9,81$  m/s<sup>2</sup>.

$$f = \frac{0,25}{\left[ \log_{10} \left( \frac{k/D}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (2)$$

donde,

f=factor de fricción de Darcy (adimensional).

k/D= rugosidad relativa del material de la tubería (adimensional).

Re=número de Reynolds del flujo (adimensional).

Se fija una pendiente hidráulica máxima de la red de 20 mmca/m. Con esto a través un método iterativo, partiendo de un valor f=0,001, se obtiene un valor para el diámetro interior de la tubería. A continuación, se busca el diámetro nominal (DN) más próximo en catálogo y se comprueba que su factor de fricción de Darcy no difiera del valor estimado.

En la Tabla 5 se muestra el resultado del método iterativo para la obtención del diámetro de la tubería en presión

**Tabla 5.** Cálculo del diámetro de tubería a presión de la EDARI.

Descripción	Q diseño (l/s)	f estimado	φ teórico (mm)	DN (mm)	φ interior (mm)	v (m/s)	Re	f	Diferencia
Tubería	11,11	0,017	97,24	<b>110</b>	99,4	1,432	1,29E+05	0,017	0,000000

- **Tuberías de lámina libre**

Para el dimensionamiento de las tuberías con fluido en lámina libre (líneas de reboses) se ha supuesto que el caudal máximo que circula por ellas será el mismo que el que pueda entrar a los depósitos por las tuberías que funcionan a presión, con lo que el caudal de diseño será idéntico.

En este caso, el método de cálculo empleado ha sido la fórmula de Manning (ecuación 3).

$$Q \left( m^3/s \right) = \frac{1}{n} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot R_h^{\frac{2}{3}} \cdot A \quad (3)$$

siendo:

Q= caudal de agua (m<sup>3</sup>/s)-

n= coeficiente dependiente de la rugosidad de la tubería (para PVC n=0,01).

s= pendiente de la línea de agua (m/m).

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES  
(EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

D= diámetro de la tubería (m).

$R_h$ = radio hidráulico (m).

A= área de la sección del flujo de agua ( $m^2$ ).

Para el dimensionamiento de la tubería se fija un calado máximo de  $h/D = 0,5$ ; a partir de esto, el radio hidráulico y la sección del flujo se calculan del siguiente modo:

$$R_h = \frac{D}{4} \quad (4)$$

$$A = \frac{\pi D^2}{8} \quad (5)$$

Si se sustituye en la fórmula de Manning (ecuación 3), se obtiene la siguiente ecuación para el diseño del diámetro de las tuberías:

$$Q \left( m^3/s \right) = \frac{1}{n} \cdot s^{\frac{1}{2}} \cdot \left( \frac{D}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \frac{\pi D^2}{8} \quad (6)$$

$$D(m) = \left[ \frac{Q \left( m^3/s \right) \cdot 4^{2/3} \cdot 8 \cdot n}{s^{1/2} \cdot \pi} \right] \quad (7)$$

Una vez calculado el diámetro de la tubería, se busca en catálogo el diámetro nominal (DN) más próximo y se comprueba que su calado se encuentra por debajo del valor máximo fijado.

En la Tabla 6 se muestran los resultados obtenidos para las tuberías de lámina libre.

**Tabla 6.** Cálculo del diámetro de las tuberías de lámina libre de la EDARI.

Identificación	Pendiente (%)	Q (l/s)	$\phi$ mínimo (mm)	DN (mm)	Q'/Q	v'/v	v (m/s)	h/D
Tubería	1	11,11	156,63	<b>200</b>	0,341	0,904	0,21	0,396

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

En la red de aguas residuales se utilizarán tuberías de PVC PN10 pintado, para evitar la deformación del material, para todas las conducciones. Los diámetros de las tuberías se corresponden con DN110 en los tramos en presión y DN200 en los tramos en gravedad. Se ha dispuesto de los accesorios necesarios: codos, manguitos, etc., para una buena ejecución. Todas las tuberías tienen una pendiente mínima del 1%.

La nomenclatura empleada en las tuberías está formada por dos códigos cuyo significado es el siguiente.

- **Código 1** - tipo de fluido o servicio:

A: agua

L: lodo

R: reboses y vaciados

BP: bypass

- **Código 2** - número correlativo de orden.

El listado de tuberías de la EDARI se muestra en la Tabla 7.

La nomenclatura empleada en las tuberías está formada por dos códigos cuyo significado es el siguiente.

- **Código 1** - tipo de válvula:

VR: válvula de retención

VM: válvula manual

EV: electroválvula

- **Código 2** - número correlativo de orden.

Las válvulas necesarias, el tipo de válvula su ubicación y el material se muestran en la Tabla 8.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Tabla 7. Listado de las tuberías de la EDARI con sus características.

Tipo de tubería	Código	Q (m <sup>3</sup> /h)	DN (mm)	Material	Inicio	Fin	Longitud (m)
Agua	A1	42	110	PVC	B1-B2 Pozo de bombeo	Rototamiz	18,40
Agua	A2	42	200	PVC	Salida rototamiz	Depósito D1	16,28
Agua	A3	80	200	PVC	Depósito D1	A4 Recirculación	2,63
Agua	A4	40	110	PVC	A3 Salida depósito D1	Depósito D1 (recirculación)	9,98
Agua	A5	40	110	PVC	A3 Salida depósito D1	Depósito D2	15,75
Agua	A6	54	200	PVC	Depósito D2	A7 Recirculación	5,25
Agua	A7	15	110	PVC	A6 Salida depósito D2	Depósito D2 (recirculación)	43,05
Agua	A8	40	110	PVC	A6 Salida depósito D2	CAF	18,59
Agua	A9	40	200	PVC	DAF	Depósito D4	3,15
Agua	A10	40	200	PVC	Salida depósito D4	Arqueta de agua depurada	16,80
Agua	A11	40	200	PVC	Salida depósito D4	A10	5,78
Agua	A12	12	200	PVC	A10 Salida de agua depósito D4	Depósito D4 (recirculación)	36,75
Reboses y vaciados	R1	40	200	PVC	R11	Pozo de bombeo	17,85
Reboses y vaciados	R2	40	200	PVC	Rototamiz	R1	4,73
Reboses y vaciados	R3	40	200	PVC	Depósito D1	R1	5,25
Reboses y vaciados	R4	40	200	PVC	Depósito D1	R3	1,05
Reboses y vaciados	R5	40	200	PVC	Depósito D2	R1	4,57
Reboses y vaciados	R6	40	200	PVC	A8	R1	2,10
Reboses y vaciados	R7	40	200	PVC	Rebose depósito D3	R1	16,12
Reboses y vaciados	R8	40	110	PVC	Vaciado depósito D3	R7	1,58
Reboses y vaciados	R9	40	200	PVC	Rebose depósito D5	R1	5,78
Reboses y vaciados	R10	40	110	PVC	Vaciado depósito D5	R9	2,10
Lodos	L1	40	110	PVC	Flotantes DAF	Depósito D5	4,20
Lodos	L2	40	110	PVC	Decantados DAF	Depósito D5	7,35
Lodos	L3	40	110	PVC	Depósito D3	Carga camión	2,10
Lodos	L4	40	110	PVC	Depósito D5	Carga camión	1,05
Bypass	BP1	40	110	PVC	A1 Impulsión pozo de bombeo	BP5	21,00
Bypass	BP2	40	110	PVC	A5 Entrada agua depósito D2	BP1	1,05
Bypass	BP3	40	110	PVC	A8	BP1	20,00
Bypass	BP4	40	200	PVC	A9 Salida agua DAF	BP5	2,10
Bypass	BP5	40	200	PVC	BP1	A10 Salida agua depósito D4	6,30

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Tabla 8. Listado de las válvulas de la EDARI con sus características.

Tipo de tubería	Código	Tipo de válvula	Manual/Autom.	DN (mm)	Material	Ubicación
Agua	VR10	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B1
Agua	VR11	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B2
Agua	VM10	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B1
Agua	VM11	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B2
Agua	VM12	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Retorno a pozo
Agua	VM13	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Entrada a rototamiz
Agua	VM15	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C1
Agua	VM16	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C1
Agua	VM17	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C1
Agua	VR20	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B3
Agua	VR21	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B4
Agua	VM20	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Salida depósito D1
Agua	VM21	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Recirculación depósito D1
Agua	VM22	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B3
Agua	VM24	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Aspiración B4
Agua	VM25	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B4
Agua	VM27	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Entrada depósito D2
Agua	VR30	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B5
Agua	VR31	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B6
Agua	VM30	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Salida depósito D2
Agua	VM31	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Recirculación depósito D2
Agua	VM32	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B5
Agua	VM34	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Aspiración B6
Agua	VM35	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B6
Agua	VM40	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Impulsión a DAF
Agua	VM43	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Salida DAF

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Tabla 8 (continuación). Listado de las válvulas de la EDARI con sus características.

Tipo de tubería	Código	Tipo de válvula	Manual/Autom.	DN (mm)	Material	Ubicación
Agua	VM44	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C2
Agua	VM45	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C2
Agua	VM46	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Caudalímetro C2
Agua	VR50	Antirretorno	Manual	110	AISI-316	Impulsión B7
Agua	VM50	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Salida depósito D4
Agua	VM51	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Recirculación depósito D4
Agua	VM52	Compuerta	Manual	110	AISI-410	Impulsión B7
Agua	VM54	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Entrada arqueta de agua depurada
Reboses y vaciados	VM23	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Vaciado depósito D1
Reboses y vaciados	VM33	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Vaciado depósito D2
Reboses y vaciados	VM53	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Vaciado depósito D4
Reboses y vaciados	VM61	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Vaciado depósito D3
Reboses y vaciados	VM71	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Vaciado depósito D5
Lodos	VM41	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Salida decantados DAF
Lodos	VM60	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Salida lodos D3
Lodos	VM70	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Salida lodos D5
Agua de red	EV1	Electroválvula	Automática	25	Inox./Poliamida A6	Entrada agua de red a rototamiz
Agua de red	VM18	Mariposa	Manual	25	AISI-316	Entrada agua de red a rototamiz
Agua de red	VM47	Mariposa	Manual	25	AISI-316	Entrada agua de red a polielectrolito
Bypass	VM14	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Bypass BP1
Bypass	VM26	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Bypass BP2
Bypass	VM36	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Bypass BP3
Bypass	VM37	Mariposa	Manual	110	AISI-316	Bypass BP1
Bypass	VM42	Mariposa	Manual	200	AISI-316	Bypass BP4
Aire	EV2	Electroválvula	Automática	25	Inox./Poliamida A6	Entrada aire de compresor
Aire	VR32	Antirretorno	Manual	25	AISI-316	Entrada aire de compresor
Aire	VM38	Mariposa	Manual	25	AISI-316	Entrada aire de compresor

### 5.3. Protección contra incendios

Según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales [10].

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios.

Los agentes extintores deben ser adecuados para cada una de las clases de fuego normalizadas, según la norma UNE-EN 2:

*Fuego tipo A: El combustible es de tipo sólido, como madera, papel o cartón.*

*Fuego tipo B: El combustible es de tipo líquido, como gasolina.*

*Fuego tipo C: El combustible es de tipo gaseoso, siendo los más comunes el butano y el propano.*

*Fuego tipo D: El combustible es metálico, puede ser magnesio, sodio o aluminio en polvo.*

*Fuego tipo F: El combustible lo generan ingredientes para cocinar, como por ejemplo el aceite, en aparatos de cocina.*

En la EDARI coexisten combustibles de clase A y combustible de clase B, y como ninguno de los dos tipos de fuego aporta una carga de fuego de al menos el 90% de la carga de fuego del sector, según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales., la clase de fuego de este sector de incendio se considera A-B [10].

Según el Anexo III, Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, del Real Decreto 2267/2004, *“El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m”* [11].

El tipo de extintor más empleado es de polvo polivalente ABC con eficacia 21A-113B-C, que sirve para apagar los tipos de fuego de sólido, líquido. Los extintores de CO<sub>2</sub>, también conocidos como de nieve carbónica, son aptos para fuegos tipo B, y recomendables para cuadros eléctricos cuando se quiere recuperar la paramenta.

Por todo ello, se colocarán dos extintores de polvo ABC 6 de kg de eficacia 21A-113B (uno en la zona de la EDARI y otro dentro de la caseta control) y un extintor de CO<sub>2</sub> de 2 kg de eficacia 13B (en la caseta de control, ya que se ubica el cuadro eléctrico), tal y como se observa en el Plano 5.

## 6. INSTRUMENTACIÓN

El listado de instrumentación y su ubicación se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Listado de instrumentación a instalar en la EDARI.

UBICACIÓN	CÓDIGO	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
<b>BOMBEO E.</b>	LIT DB	INDICADOR DE NIVEL	Montado en arqueta con soporte
	SN DB	SENSORES DE NIVEL 2 NIV.	3 electrodos (máx y mínimo), arqueta de 4 m de profundidad
	C1	CAUDALÍMETRO	Caudal máximo 40 m <sup>3</sup> /h
<b>DEPO. D1</b>	LIT D1	INDICADOR DE NIVEL	Montado en depósito mecanizado por nosotros
	SN D1	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=2,1 m de electrodo
	pH 1	ELECTRODO pH DEPÓSITO	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	pH 1. F	FLOWFIT	3 electrodos
	CONT 1	Controlador Liquiline CM442	2 entradas para D1 y DAF
<b>DEPO. D2</b>	LIT D2	INDICADOR DE NIVEL GUIADO	Montado en depósito mecanizado por nosotros
	SN D2	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=2,1 m de electrodo
<b>DAF</b>	pH 2	ELECTRODO pH DEPÓSITO	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	MF DF	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=7,1 m de electrodo
	pH 2. F	FLOWFIT	3 electrodos
<b>DEPO. D3</b>	LIT D3	INDICADOR DE NIVEL	Montado en depósito mecanizado por nosotros
	SN D3	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=2,1 m de electrodo
<b>DEPO. D4</b>	LIT D4	INDICADOR DE NIVEL	Montado en depósito mecanizado por nosotros
	SN D4	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=7,1 m de electrodo
	C2	CAUDALÍMETRO	Caudal máximo 40 m <sup>3</sup> /h
	NTU	ELECTRODO TURBIDEZ	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	OD	ELECTRODO OXGENO DISUELTO	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	CE	ELECTRODO CONDUCTIVIDAD	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	ORP	ELECTRODO REDOX	Montado en cámara de flujo y 5 m de cable al controlador
	ORP.F	FLOWFIT	1 electrodo redox
	NTU.F	FLOWFIT	1 electrodo turbidez
	OD.F	FLOWFIT	1 electrodo oxígeno disuelto
CONT2	Controlador Liquiline CM442	4 entradas	

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

**Tabla 9 (continuación).** Listado de instrumentación a instalar en la EDARI.

UBICACIÓN	CÓDIGO	DENOMINACIÓN	OBSERVACIONES
<b>DEPO. D5</b>	LIT D5	INDICADOR DE NIVEL	Montado en depósito mecanizado por nosotros
	SN D5	SENSORES DE NIVEL 1 NIV.	2 electrodos (máx), pH=7,1 m de electrodo
<b>BOMBEO S.</b>	LIT DB	INDICADOR DE NIVEL	Montado en arqueta con soporte
	SN DB	SENSORES DE NIVEL 2 NIV.	3 electrodos (máx y mínimo), arqueta de 4 m de profundidad
	C1	CAUDALÍMETRO	Caudal máximo 40 m <sup>3</sup> /h

## 7. PLANIFICACIÓN

La planificación a seguir en la construcción de la EDARI, consensuada con el cliente, es la que se muestra en la Tabla 10.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Tabla 10. Planificación de las tareas de construcción y puesta en marcha de la EDARI.

AÑO	2018												2019																				
MES	OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			FEBRERO			MARZO			ABRIL											
Semana	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		
<b>FABRICACIÓN Y SUMINISTRO EQUIPOS</b>																																	
Cesta y Rototamiz																																	
Depósito acidificación																																	
Compresor																																	
Depósito prefabricado hormigón armado																																	
DAF																																	
Depósito de lodos DAF																																	
Bombes																																	
<b>EJECUCIÓN</b>																																	
Soleras y cubiertas																																	
Ejecución pozos y arquetas																																	
Ejecución depósito prefabricado hormigón armado																																	
Montaje equipos																																	
Instalación hidráulica																																	
Instalación eléctrica																																	
Cuadro y automatización																																	
<b>PUESTA EN MARCHA</b>																																	
Pruebas en vacío																																	
Pruebas en marcha																																	
Fin construcción EDARI																																	◆

## **8. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**

De acuerdo con la normativa vigente, en el Proyecto de Ejecución deberá realizarse el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud de las obras proyectadas. Debido a que el Estudio de Seguridad y Salud comprende otro proyecto íntegro que conste de Memoria, Planos y Presupuesto, no se incluirá dentro del alcance de este trabajo académico, sino que se hará un resumen y se puede observar en el Anexo II.

## 9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO.

Asciende el presupuesto de ejecución material a **CUATROCIENTOS VEINTINUEVE MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON VENTIÚN CÉNTIMOS.**

Asciende el presupuesto total a **QUINIENTOS ONCE MIL CUARENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS** (sin IVA).

Este presupuesto se muestra detallado en el documento II de este trabajo académico.

## 10. CONCLUSIONES

El presente Trabajo Final de Máster ha consistido en la redacción del Proyecto de Ejecución de una Estación Depuradora de Aguas Residuales Industriales (EDARI) de una fábrica de salsas situada en Dos Hermanas (Sevilla).

Para ello, se ha establecido un tipo de modelo de contrato, EPC, en el que el contratista asume el diseño, la ejecución y construcción y puesta en marcha de la EDARI. Mediante un precio cerrado, el contratista principal, en este caso Grupotec, tiene que realizar el mejor diseño que asegure un vertido correcto de las aguas, ajustándose al precio pactado, para asegurar que el proyecto es rentable.

Para ello, se han planteado las siguientes bases:

- Se estiman los parámetros de entrada de calidad del agua: la propiedad aporta datos bibliográficos de otras plantas similares.
- Se conocen los límites de vertido según la ordenanza municipal de Dos Hermanas.
- La ubicación de la planta es conocida y se detalla.
- Se ha realizado un diseño que asegura que el vertido cumple los límites que marca la legislación, englobando los equipos y depósitos necesarios, así como la obra civil a realizar.
- Se han definido las etapas/tratamientos/equipos de los que consta con los anexos correspondientes para su justificación.
- Se han elaborado los planos necesarios.
- Se ha determinado el presupuesto desglosado, los cuadros de precios y el presupuesto final.
- Se ha elaborado un Pliego de Condiciones.

Con este Proyecto de Ejecución, y estando conformes ambas partes, se puede iniciar la construcción de la EDARI.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] CASTILLO MARTA, 2013. *EDARI para la industria alimentaria: Entre la necesidad y el ahorro*.
- [2] PASCUAL ANDRÉS, 2015. *Gestión y mantenimiento de depuradoras en industrias agroalimentarias*.
- [3] RENOVETEC. <<http://energia.renovetec.com/index.php/119-que-es-un-contrato-epc>>. [Consulta: 15 de diciembre de 2018].
- [4] España. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Madrid: Boletín Oficial del Estado. «BOE» núm. 74, de 28 de marzo de 2006.
- [5] CIDTA (CENTRO CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL AGUA). <http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/residuales.pdf>. [Consulta: 7 de diciembre de 2018].
- [6] METCALF EDDY INC, 2000. *“Wastewater Engineering, Treatment, Disposal and reuse.”* 3ª edición, Mc Graw Hill Inc., New York.
- [7] ALIANZA POR EL AGUA, 2003. *Manual de depuración de aguas residuales urbanas*.
- [8] PROCESOS AUTOMECAINIZADOS. <<https://www.procesosautomecanizados.com/>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2018].
- [9] MATELCO. <<https://www.matelco.es/>>. [Consulta: 15 de septiembre de 2018].
- [10] España. Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Madrid: Boletín Oficial del Estado. «BOE» núm. 303, de 17 de diciembre de 2004.
- [11] ESPAÑA. Real Decreto 2267/200, de Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales. Anexo III. Madrid: Boletín Oficial del Estado. «BOE» núm. 303, de 17 de diciembre de 2004.
- [12] PROCESOS AUTOMECAINIZADOS. <<https://blog.condorchem.com/tag/dqo/>>. [Consulta: 3 de noviembre de 2017].
- [13] CLESCERI LEONORE S., GREENEBERG A. TRUSSELL R., (1992). *“Métodos Normalizados para Análisis de Aguas potables y residuales”*. Editoriales Díaz de Santos, Madrid, España

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES  
(EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

[14] G. SALAS COLOTTA, 2000. "Diseño de un flotador por aire disuelto (DAF) en el tratamiento del agua residual de una textil". Facultad de Química e Ingeniería Química, Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES  
(EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

## ANEXO I. CÁLCULOS DE DISEÑO

### I.1. Introducción

Para elegir y dimensionar el tratamiento óptimo de depuración se deben tener en cuenta tanto los parámetros del agua residual de entrada, como los parámetros límite de salida que marca la ordenanza municipal de vertidos del Ayuntamiento de Dos Hermanas (Sevilla).

Como ya se ha dicho con anterioridad, el parámetro más significativo del agua residual de la fábrica de salsas es su alto contenido en materia orgánica. Por ello, se va a analizar con mayor profundidad.

La materia orgánica se puede clasificar tal y como se indica en la Figura 1. Así, en función de su tamaño, puede clasificarse en soluble y particulada. Desde el punto de vista bioquímico, se clasifica en biodegradable y no biodegradable. [12]

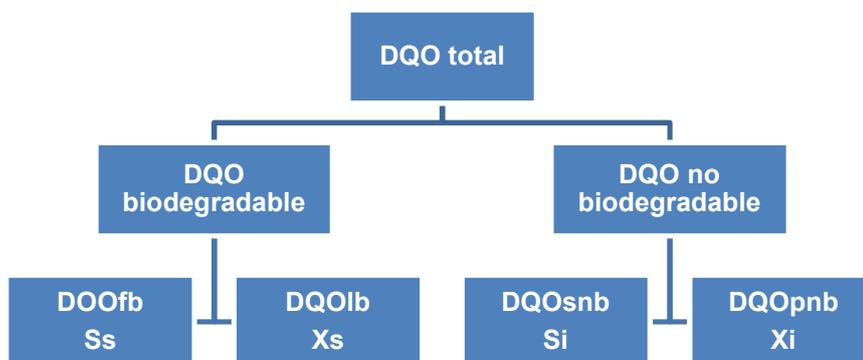


Figura 1. Clasificación de la materia orgánica de un agua residual.

Por tanto, en la materia orgánica total (DQO) se distinguen las siguientes fracciones:

- **DQO fácilmente biodegradable (DQOfb).** Esta fracción, que se asimila a la DQO soluble en el agua, es la que la biomasa consume más rápidamente (en pocos minutos), generando una rápida y elevada demanda de oxígeno. Los compuestos que conforman esta fracción son sustancias solubles, de bajo peso molecular, como es el caso de los azúcares, alcoholes y ácidos grasos.
- **DQO lentamente biodegradable (DQOlb).** Esta fracción se relaciona con la DQO biodegradable no soluble, o particulada, y habitualmente es la fracción biodegradable mayoritaria. Está formada por moléculas solubles de elevado peso molecular, sustancias coloidales y partículas sólidas. Todas ellas tienen en común que no son de fácil degradación por la biomasa. Antes, deben ser hidrolizadas por las enzimas segregadas por los

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

microorganismos y convertidas en moléculas solubles, de bajo peso molecular y, por tanto, de fácil asimilación para las células. La etapa de hidrólisis es lenta, es la etapa que controla el proceso y lleva asociadas tasas de consumo de oxígeno mucho más bajas que las de consumo de la DQO fácilmente biodegradable.

- **DQO soluble no biodegradable (DQOsnb).** Esta fracción no se ve alterada por el contacto con la biomasa, no sufre ningún tipo de variación durante el tratamiento y sale con el efluente. Si esta fracción es mayoritaria en el efluente, los procesos biológicos quedan directamente descartados.
- **DQO particulada no biodegradable (DQOpnb).** Esta fracción, aunque no es consumida por la biomasa, gran parte decanta junto a los lodos, reduciéndose la concentración a la salida en relación con la entrada.

Si se aplican estos conceptos al agua residual de la fábrica de salsas, se obtienen los valores indicados en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Fracciones de DQO del agua residual a tratar.

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>
Materia orgánica total <i>DQO</i>	10.000 mg/l
Materia orgánica biodegradable <i>DBO<sub>5</sub></i>	2.000 mg/l
Materia orgánica no biodegradable o inerte <i>DQO – DBO<sub>5</sub></i>	8.000 mg/l
DQO fácilmente biodegradable (DQOfb ó Ss) <i>DQOfb = DBO<sub>5</sub> soluble</i>	400 mg/l
DQO lentamente biodegradable o particulada biodegradable (DQOl b ó Xs) <i>DQOl b = DBO<sub>5</sub> total - DBO<sub>5</sub> soluble</i>	1600 mg/l
DQO soluble no biodegradable (DQOsnb ó Si) <i>DQOsnb = DQO soluble - DBO<sub>5</sub> soluble</i>	760 mg/l
DQO particulada no biodegradable (DQOpnb ó Xi) <i>DQOpnb = (DQO total - DBO<sub>5</sub> total) – (DQO soluble - DBO<sub>5</sub> soluble)</i>	400 mg/l

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Como se puede apreciar en la Tabla 1, sólo un 20% de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se corresponde con la fracción biodegradable (DBO). Esto es debido a los productos que se utilizan para efectuar las limpiezas del proceso, cuyo volumen es muy notable respecto al caudal total.

Tras este análisis de la materia orgánica presente en el agua residual se ha dimensionado el tratamiento a realizar, siendo el foco central el tratamiento físico-químico a realizar para la eliminación de DQO mediante flotación.

Además, dentro de la fracción biodegradable, solo un 20% es fácilmente biodegradable. Estos datos hacen descartar el uso de tratamientos biológicos en la EDARI. Por otro lado, dentro de la fracción no biodegradable, un 90% es materia soluble, lo cual impide efectuar su separación mediante dispositivos convencionales de decantación.

## 1.2. DESBASTE

La primera operación unitaria que tiene lugar en la EDARI de la fábrica de salsas es el desbaste de gruesos y el desbaste de finos.

El desbaste de gruesos se realizará mediante una reja de desbaste situada en la tubería de entrada de agua al pozo de bombeo inicial. Esta cesta cuenta con una separación entre los barrotes de 40 mm para eliminar sólidos y flotantes de gran tamaño que pueda arrastrar el agua residual, y evitar así, la obstrucción de las bombas existentes encargadas de bombear el agua al proceso. Se opta por la ejecución de la cesta para el desbaste de gruesos por la imposibilidad de realizar un canal de desbaste en el que colocar una reja de gruesos ya que la tubería de entrada se encuentra a gran profundidad.

El siguiente equipo que se encargará de realizar el tamizado de sólidos finos es un tamiz rotatorio autolimpiante cuyo tamaño de paso es de 1mm y que tratará un caudal de 40 m<sup>3</sup>/h. Como medio separador se utiliza una malla fina de acero inoxidable.

Según Metcalf-Eddy, el rendimiento de eliminación de sólidos en suspensión de un tamiz de este tipo es del 40-50%; por tanto, si se parte de una concentración inicial de 3000 mg/l de sólidos en suspensión [6]:

$$SS_{no\ eliminados} = 3000 - 3000 * 0,4 = 1800 \text{ mg/l} \quad (8)$$

En el caso más desfavorable, suponiendo que el rendimiento de eliminación de sólidos de la reja sea el mínimo teórico, los sólidos en suspensión tras el desbaste estarían en torno a 1800 mg/l, siendo el límite de vertido de 1000 mg/l. Para poder cumplir ese límite, aguas abajo se instalarán equipos y/o tratamientos para reducir dicha cantidad de sólidos.

Por otra parte, se estima que el 60% de estos sólidos en suspensión son sólidos orgánicos (volátiles), por lo que también se producirá una reducción de la DBO<sub>5</sub> inicial que entra a la EDAR.

$$3000 \text{ mg/l}_{SS} * 0,6 = 1800 \text{ mg/l}_{SS\text{Volátiles}} \quad (9)$$

$$3000 \text{ mg/l}_{SS} * 0,4 = 1200 \text{ mg/l}_{SS\text{noVolátiles}} \quad (10)$$

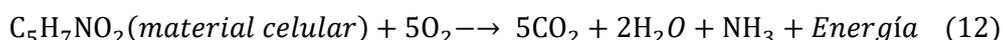
A continuación, se transformará los sólidos en suspensión volátiles (SSV) en la DBO<sub>5</sub> que inducen:

$$1800 \frac{\text{mgSSV}}{\text{l}} * 1,42 * 0,68 = 1738,08 \text{ mg/l}_{DBO_5} \quad (11)$$

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

---

Donde el valor de 1,42 mg O<sub>2</sub>/mg SSV se obtiene a partir de la reacción siguiente de Metcalf-Eddy, [6]



y el valor de 0,68 es el factor de conversión de DBO<sub>L</sub> en DBO<sub>5</sub> según Metcalf-Eddy, [6]

Como se ha comentado anteriormente, el rendimiento de eliminación de sólidos volátiles del rototamiz es del 40%; por lo tanto, la DBO<sub>5</sub> eliminada será la siguiente:

$$1738,08 \text{ mg/l} * 0,4 = 695,23 \text{ mg/l DBO}_5 \text{ eliminada en tamiz} \quad (13)$$

Por lo tanto, teniendo en cuenta el valor de DBO<sub>5</sub> en el agua de entrada, el cual no está generado en exclusiva por los sólidos en suspensión, el valor de DBO<sub>5</sub> a la salida del rototamiz es:

$$2000 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 695,23 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1304,77 \frac{\text{mg}}{\text{l DBO}_5} \quad (14)$$

Por lo tanto, la DQO restante tras la eliminación de sólidos en el rototamiz será:

$$10000 \text{ mg/l} - 695,23 = 9304,77 \text{ mg/l DQO} \quad (15)$$

En la Tabla 2 se resumen los parámetros de caracterización estimados del agua residual a la salida del desbaste. Se ha supuesto el caso más desfavorable en que no se eliminaran grasas en el rototamiz.

**Tabla 2.** Parámetros de caracterización estimados del agua residual a la salida del desbaste.

AGUA SALIDA DESBASTE	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
	9304,77	1304,77	3.000	<4.000

Al comparar estos valores con los límites de vertido, se observa que ninguno de ellos cumple aún la legislación, por lo que serán necesarios tratamientos posteriores.

### 1.3. HIDRÓLISIS ÁCIDA

Puesto que la actividad de la empresa es la producción de aceite y salsas, el contenido de aceites y grasas en el agua residual es alto, por lo que parte del tratamiento se centrará en su eliminación.

Las grasas son compuestos orgánicos que están formados por carbono, hidrógeno y oxígeno, siendo la fuente más concentrada de energía en los alimentos. Pertenecen al grupo de las sustancias llamadas lípidos y vienen en forma líquida o sólida. Todas las grasas son combinaciones de los ácidos grasos saturados y no saturados [13].

La variabilidad de la carga contaminante en las aguas residuales es un hecho, ya que depende directamente del proceso productivo de la planta. Por esto, y previo a la separación de grasas mediante aireación, se procederá a ajustar el pH hasta llegar a un pH ácido en torno a 2-3. Este ajuste es posible debido a un sensor de pH y una bomba dosificadora de ácido sulfúrico que dosificará siempre y cuando el pH sea superior a 3. Con el pH ácido se evitará la saponificación y, por tanto, la formación de jabones y espumas.

El dimensionamiento del depósito de acidificación ( $10 \text{ m}^3$ ) ha sido tal, que en caso de pH muy básico, el tiempo llevado a cabo para acidificar el agua a un pH 2-3, no sea muy alto.

El caudal de las bombas dosificadoras elegidas es de  $18 \text{ l/h} = 0,018 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Cuando el agua residual cuenta con un pH ácido óptimo se introduce en un depósito vertical por su tercio inferior, con el fin de que las grasas, ayudadas por una corriente ascendente de burbujas de aire disueltas en agua creada por un compresor en la recirculación, circulen hacia la superficie.

El tiempo de retención hidráulico necesario es de 2 horas, por lo que el volumen del depósito, teniendo en cuenta los caudales punta ( $40 \text{ m}^3/\text{h}$ ), debería estar en torno a los  $80 \text{ m}^3$ .

A  $0,50 \text{ m}$  de la coronación del muro se encuentra el rebose por el que las grasas de la superficie entran en la cámara de reboses y fangos. Esto hace que de los  $103 \text{ m}^3$  de volumen real del depósito, en torno a  $89 \text{ m}^3$ , será el volumen máximo de llenado.

Es necesario mantener el líquido aireado y agitado, a razón de  $1 \text{ m}^3/\text{h}$  por  $\text{m}^3$  de volumen del recinto, entonces:

$$Q_{\text{aire}} = 1 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} * 89 \text{ m}^3 = 89 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} = 1483,3 \text{ l/min} \quad (16)$$

Según el compresor elegido que inyecta  $1500 \text{ l/min}$  de aire, las dimensiones de los agujeros es la mostrada en la Tabla 3:

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

**Tabla 3.** Cálculo de las dimensiones de los agujeros para introducir aire en el depósito de grasas D3

<b>Caudal punta agua</b>	40,00	m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal punta agua</b>	666,67	l/min
<b>Caudal punta aire</b>	1500,00	l/min
<b>Agujeros</b>	100,00	
<b>Caudal (agua + aire) por cada agujero</b>	1,05	m <sup>3</sup> /h
<b>Velocidad</b>	1,50	m/s
<b>Sección agujero</b>	0,00009	m <sup>2</sup>
<b>Sección agujero</b>	0,90	cm <sup>2</sup>
<b>Radio agujero</b>	0,54	cm
<b>Diámetro agujero</b>	1,07	cm

La aireación no sólo induce a las grasas a ascender, sino que eliminará parte de la carga de DBO<sub>5</sub>. Se parte de un total de 1304,77 mg/l de DBO<sub>5</sub> y 9304,77  $\frac{mg}{l}$  de DQO (Tabla 2). La DBO<sub>5</sub> eliminada se sitúa en torno al 20-30%, por lo que la DBO<sub>5</sub> y DQO resultantes tras este proceso de aireación y homogeneización son:

$$1304,77 \frac{mg}{l} - (0,2 * 1304,77) = 1043,80 \frac{mg}{l} \text{ DBO}_5 \quad (16)$$

$$9304,77 \frac{mg}{l} - (0,2 * 1304,77) = 9043,82 \frac{mg}{l} \text{ DQO} \quad (17)$$

La eliminación de aceites y grasas se sitúa en torno al 40 %, lo que implica que la carga del agua desalida sea la siguiente:

$$4000 \frac{mg}{l} - (0,4 * 4000) = 2400 \frac{mg}{l} \text{ Aceites y grasas} \quad (18)$$

En la Tabla 4 se resumen los parámetros de caracterización estimados del agua residual a la salida de la etapa de separación de aceites y grasas mediante hidrólisis ácida y aireación. Se ha supuesto el caso más desfavorable en el que no se eliminan sólidos suspendidos en esta etapa.

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

---

**Tabla 4.** Parámetros de concentración estimados del agua residual a la salida del depósito de grasas D3.

AGUA SALIDA DEPÓSITO D3	DQO (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	SST (mg/l)	Aceites y grasas (mg/l)
	9043,82	1043,80	1800	2400

Al comparar estos valores con los límites de vertido, se observa que el parámetro DBO<sub>5</sub> tiene un valor muy próximo al límite, pero los aceites y las grasas aún lo superan bastante, así como el parámetro DQO y los sólidos en suspensión.

Por ello, será necesario completar el tratamiento del agua residual para poder verterla.

## I.4. FLOTADOR

Una vez eliminados los aceites libres por gravedad (el aceite asciende por ser más ligero que el agua y, además, cuenta con la ayuda de las burbujas de aire que lo arrastran hasta la superficie), el flotador separará los aceites emulsionados, en los que es necesario deshacer la emulsión para que puedan ser separados.

Los aceites emulsionados frecuentemente se conocen por el nombre de aceites solubles, debido a que el aceite parece estar disuelto en agua, aunque en realidad está suspendido en el agua en forma de gotas muy pequeñas. Normalmente se deshace el estado de emulsión cambiando el pH o añadiendo compuestos químicos.

Los polielectrolitos se han convertido en el método preferido en la disolución del estado de emulsión debido a la gran cantidad de compuestos químicos que pueden usarse y el poco volumen de lodo residual que se produce (comparado con el antiguo procedimiento de usar cal o alumbre). Después de deshacer la emulsión, el aceite puede separarse utilizando técnicas de flotación, ya sea flotación por aire disuelto o aire inducido.

La flotación es una operación unitaria usada para separar sólidos contenidos en una fase líquida. La separación se consigue introduciendo microburbujas de gas (generalmente aire) en la fase líquida y, gracias a la fuerza ascensional, el conjunto partícula-burbuja de gas sube hasta alcanzar la superficie del líquido. De esta forma, es posible lograr que floten partículas con densidad mayor a la del líquido. La flotación por aire disuelto (DAF) es el sistema de flotación más usado en el tratamiento de agua residual. Las variables de operación que afectan el rendimiento del DAF son la presión de saturación y la razón de recirculación. En general, a mayor presión de saturación se tiene una mayor cantidad de aire disuelto en agua y una mayor dispersión en la distribución de diámetros de burbuja con aparición de turbulencia.

Por otra parte, la recirculación del agua determina la razón aire/sólidos en la celda, la cual debe ser lo más alta posible; sin embargo, una recirculación excesiva puede producir turbulencia, que destruiría flóculos débiles, afectando así a la eficiencia del DAF [14].

### I.4.1. Dimensionamiento

#### ➤ Caudal de recirculación

Según bibliografía, la recirculación óptima de agua se sitúa en torno al 55% del caudal de entrada (40 m<sup>3</sup>/h), es decir, 22 m<sup>3</sup>/h. Por tanto, el caudal total que entra al flotador es:

$$Q_{\text{total}} \text{ (m}^3\text{/h)} = Q_{\text{in}} \text{ (m}^3\text{/h)} + Q_{\text{r}} \text{ (m}^3\text{/h)} = 40 + 22 = 62 \text{ m}^3\text{/h} \quad (19)$$

Para el cálculo de los siguientes parámetros se ha estimado una carga hidráulica (CH) de 3 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>\*h), y un tiempo de retención (tr) de 51 minutos.

➤ **Superficie**

$$S = \frac{Q_{total} \left( \frac{m^3}{h} \right)}{CH \left( \frac{m^3}{m^2 * h} \right)} = \frac{62}{3} = 20,67 m^2 \quad (20)$$

➤ **Volumen**

$$V = Q_{total} \left( \frac{m^3}{h} \right) * tr (h) = 62 * 0,85 = 52,8 m^3 \quad (21)$$

➤ **Calderín de presurización**

$$V = Qr \left( \frac{m^3}{h} \right) * tr (h) = 22 * 0,85 = 18,7 m^3 \quad (22)$$

El calderín de presurización deberá disponer al menos de los siguientes elementos: válvula de seguridad, control de nivel, purga y manómetro.

#### **I.4.2. Coagulante – Floculante**

El tratamiento físico-químico llevado a cabo tiene como finalidad, mediante la adición de productos químicos, la alteración del estado físico de las sustancias que permanecerían de forma estable por tiempo indefinido para convertirlas en partículas susceptibles de separación por procesos de flotación.

En primer lugar, en la coagulación, se desestabilizan los coloides por neutralización de sus cargas.

Posteriormente, en la floculación, se forman los flóculos como resultado de la colisión y adherencia entre partículas coaguladas, aumentando su volumen de forma que puedan flotar.

- **Coagulación**

Las partículas coloidales como el sílice, arcilla, bacterias, proteínas u óxidos metálicos, son estables durante largos períodos de tiempo.

En condiciones normales no se pueden eliminar por procesos de flotación o sedimentación, ya que las fuerzas electrostáticas impiden que se agreguen las partículas por repulsión y el movimiento Browniano mantiene las partículas en suspensión.

Por ello, la coagulación consiste en la desestabilización de las partículas coloidales cargadas electrostáticamente mediante la adición de un compuesto químico denominado coagulante. Éste

puede ser  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  y  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Además, la coagulación puede ayudarse de polielectrolitos.

Para que el proceso tenga una alta eficacia conviene conseguir una mezcla lo más rápido posible creando una turbulencia.

- **Floculación**

Alrededor del coagulante se forman agregados de partículas conocidas como microfloculos, los cuales no son capaces de sedimentar o flotar. Por tanto, mediante la floculación, se producirá una aglomeración de materia coloidal como resultado de la colisión y adherencia entre partículas, generando floculos más grandes que ya podrán ser eliminados por procesos de sedimentación o flotación.

La adición adecuada de coagulantes y floculantes puede contribuir a bajar costes de tratamiento por las pequeñas dosis que se emplean y el aumento de la eficiencia. Por otro lado, si se elige el tipo adecuado de polielectrolito, el floculo que se obtiene tiene una mayor velocidad de sedimentación o flotación y permite una formación de lodos más homogénea y compacta.

- **Jar-Test**

El objetivo de este estudio es encontrar las condiciones óptimas de dosificación de químicos, qué químicos (qué coagulante y qué floculante) y en qué proporción. Para ello se realiza un tratamiento físico-químico de la muestra procedente del pozo de bombeo.

La Figura 2 muestra el antes y después del tratamiento recomendado:



**Figura 2.** Muestra antes del Jar-Test (izquierda). Muestra tras el Jar-Test (derecha)

- Tubo ensayo izquierda (color blanquecino): Muestra recibida (muestra antes del tratamiento)
- Tubo ensayo derecha (color transparente): Muestra después del tratamiento, con ajuste de pH a 6 + 300 ppm TNV (coagulante) + 25 ppm floculante FBD.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Tras probar con diferentes tipos de coagulantes y floculantes, los mejores resultados se han obtenido con:

### Ajuste pH 6 con HCl diluido + 300 ppm coagulante TNV + 25 ppm de floculante FBD

Como se puede observar en la imagen, la muestra tratada queda completamente transparente, y separada de los sólidos. Los sólidos separados, tienen un volumen y densidad aparente que permiten separarlos industrialmente por un sistema de flotación, de forma eficaz.

### 1.4.3. Caracterización del agua de salida

Con el sistema elegido se podría alcanzar una reducción de la DQO alrededor de un 85% y una disminución de SS y grasas de aproximadamente un 95-98%; por lo tanto se llegaría a valores como los que se muestran a continuación

Teniendo en cuenta los cálculos y estimaciones anteriormente expuestos:

- **Eliminación de SS en el flotador**

Con la reducción establecida en el flotador en cuanto a sólidos (95%), dicho parámetro cumpliría los límites de vertido impuestos:

$$SS_{noeliminados} = 1800 - 1800 * 0,95 = 90 \frac{mg}{l} < 1000 \text{ mg/l} \quad (23)$$

Se estima que el 60% de estos sólidos en suspensión son volátiles, por lo que también se producirá una reducción de la DBO<sub>5</sub>.

$$1800 \text{ mg/l}_{SS} * 0,6 = 1080 \text{ mg/l}_{SS_{volátiles}} \quad (24)$$

$$1800 \text{ mg/l}_{SS} * 0,4 = 720 \text{ mg/l}_{SS_{noVolátiles}} \quad (25)$$

A continuación, se transformará los sólidos en suspensión volátiles (SSV) en la DBO<sub>5</sub> que inducen:

$$1080 \frac{mgSSV}{l} * 1,42 * 0,68 = 1042,85 \text{ mg/l}_{DBO_5} \quad (26)$$

Como se ha comentado anteriormente, el rendimiento de eliminación de sólidos volátiles del flotador es del 95%, por lo tanto, la DBO<sub>5</sub> eliminada será la siguiente:

$$1042,85 \text{ mg/l} * 0,95 = 990,71 \text{ mg/l} \text{ DBO}_5 \text{ eliminada en flotador} \quad (27)$$

Por lo que la  $\text{DBO}_5$  restante tras esta eliminación es la siguiente, cumpliéndose los límites de vertido:

$$\text{DBO}_5 \text{ no eliminada} = 1043,80 \frac{\text{mg}}{\text{l}} - 990,71 = 53,10 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ DBO}_5 < \mathbf{1000 \text{ mg/l}} \quad (28)$$

- **Eliminación de aceites y grasas en el flotador**

El rendimiento de eliminación de aceites y grasas es del 95-98%, por lo que la cantidad de aceites y grasas tras el flotador sería mínima y cumpliría los límites de vertido:

$$\text{Aceites y grasas no eliminados} = 2400 - (2400 * 0,95) = 120 \frac{\text{mg}}{\text{l}} < \mathbf{200 \text{ mg/l}} \quad (29)$$

- **Eliminación de DQO en el flotador:**

La DQO eliminada en el proceso se encuentra entorno al 85%, ya que la adición de coagulante y floculante permite afinar en el proceso llevado a cabo, por lo que se cumplen los límites de vertido:

$$9043,82 - (9043,82 * 0,85) = 1808,76 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \text{ DQO} < \mathbf{1750 \text{ mg/l}} \quad (30)$$

En la Tabla 5 se resumen los parámetros de caracterización estimados del agua residual tratada a la salida del flotador y se comparan con los límites de vertido.

**PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

---

**Tabla 5.** Parámetros de caracterización estimados del agua residual a la salida del flotador

Parámetro	Agua salida flotador	Límite vertido
DQO (mg/l)	1356	1750
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	53,1	1000
SST (mg/l)	90	1000
Aceites y grasas (mg/l)	120	2400

Como puede verse, con el tratamiento propuesto todos los parámetros cumplirían con la legislación para poder efectuar el vertido a la red de alcantarillado de Dos Hermanas (Sevilla).

## I.5. HOMOGENEIZACIÓN

El principal objetivo del tanque de regulación (D4) es homogeneizar las cargas y caudales del agua tratada previo a su vertido a la red de alcantarillado. Esta homogeneización se conseguirá mediante la aireación con un aireador superficial flotante.

Las dimensiones del tanque son las siguientes:

$$14,0 \text{ m} \times 12,15 \text{ m} \times 3,2 \text{ m. altura útil (3,7 m altura total)} = 560 \text{ m}^3$$

Eliminando el volumen de las esquinas (el depósito no es rectangular) se obtiene un volumen de 446,4 m<sup>3</sup>.

Por lo que el tiempo de retención hidráulico será:

$$tr = \frac{V}{Q} = \frac{446,4 \text{ m}^3}{400 \text{ m}^3/\text{d}} = 1,116 \text{ d} = 26,78 \text{ h}$$

La altura del tanque determina la utilización de un aireador superficial en vez de utilizar parrillas de difusores para la inyección de burbujas de aire.

PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES  
INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

## **ANEXO II. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **II.1. JUSTIFICACIÓN**

La obra proyectada requiere la redacción de un estudio de seguridad y salud, cumpliéndose el artículo 4. "Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras" del Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, del Ministerio de la Presidencia, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, al verificarse que:

- El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450.760,00 euros.
- Se cumple que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen estimado de mano de obra, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es superior a 500 días.

### **II.2. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

En el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con la legislación vigente, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

## II.3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y PREVENCIÓNES

A modo de ejemplo se analizan los riesgos más frecuentes en la colocación de tuberías, sus medidas preventivas y protecciones colectivas e individuales.

### II.3.1. Colocación de tuberías

#### a) Riesgos más frecuentes.

- Aprisionamiento por máquinas y vehículos.
- Arrollamiento por máquinas y vehículos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Golpes y/o atrapamientos con elementos suspendidos y derrumbamiento de tubos acopiados.
- Caídas de materiales.
- Aprisionamiento por deslizamientos y desprendimientos.
- Erosiones y contusiones en manipulación de materiales.
- Dermatitis por contacto con cemento.
- Proyecciones de partículas.
- Ruido.
- Inundación.

#### b) Medidas Preventivas y Protecciones Colectivas.

- Las zonas de trabajo se mantendrán siempre limpias y ordenadas.
- El acopio de tuberías se realizará de forma que quede asegurada su estabilidad, empleando para ello calzos preparados al efecto.
- Queda prohibida la ubicación de personal bajo carga.
- El transporte de tuberías se realizará con los útiles adecuados, que impidan el deslizamiento y la caída de las mismas.
- Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los bordes de la zanja hasta su tapado definitivo.
- La colocación de tuberías en el fondo de la zanja se realizará mediante cuerdas guía u otros útiles preparados al efecto, nunca se emplearán las manos o los pies para la colocación fina en su posición.
- Los pozos de registro se protegerán con su tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si no fuera posible, se utilizarán tapas provisionales de resistencia probada. Se tendrá especial cuidado cuando estos pozos se encuentren en zonas de paso de vehículos.
- Nunca permanecerá un hombre solo en un pozo, siempre irá acompañado para que haya mayores posibilidades de auxilio en caso de accidente.
- Se debe vigilar estrictamente la existencia de gases y no se permite fumar ni encender fuego para comprobar la presencia de los mismos.
- Al menor síntoma de mareo o asfixia, se dará la alarma, se saldrá ordenadamente y se pondrá el hecho en conocimiento del responsable de seguridad.
- La elevación y descenso de los tubos se hará lentamente evitando toda arrancada o parada brusca y se hará siempre que sea posible en sentido vertical para evitar el balanceo.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- Cuando sea de absoluta necesidad la elevación del tubo en sentido oblicuo, se tomarán las máximas garantías de seguridad por el eje de tal trabajo. No se dejarán los aparatos de izar con cargas suspendidas.
- El plano donde se pose la grúa deberá ser lo más horizontal posible.
- Se dispondrá de escaleras metálicas para el acceso del personal al fondo de la zanja.
- Se ordenará la sustitución de toda herramienta en mal estado.
- El maquinista evitará siempre transportar las cargas por encima de lugares donde estén los trabajadores.
- El responsable del tajo se encargará de que haya una sola persona para que le indique los movimientos al maquinista.

-Eslingado correcto

-Dirigir las cargas con cuerdas

-Atención al trabajo a realizar

-Escalera de acceso a zanja

-No acopiar material borde pantalla

-Tajo limpio y ordenado

-Talud adecuado

-No acopiar a borde de zanja

-Evitar personal en zona de trabajo

-No situarse detrás de las máquinas.

### **c) Equipos de Protección Individual.**

- Casco de seguridad homologado.
- Calzado con suela antideslizante y puntera reforzada.
- Botas de goma o PVC.
- Protectores auditivos.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo impermeable.
- Ropa de trabajo reflectante.

### **d) Condiciones técnicas de los medios de protección**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- **Protección personal**

Se entiende por Equipo de Protección Individual (EPI), al conjunto de equipos o prendas destinados al uso personal con el fin de minimizar los riesgos de accidentes o en su caso una vez producido éste que los daños sean los mínimos posibles.

Se cumplirá la siguiente normativa:

RD 1407/1992 de 20 de noviembre modificado por la ley 31/1995 de 8 de noviembre, y O.M. de 16 de mayo de 1994, modificado y ampliado por RD 159/1995 y orden 20/02/97.

RD 773/1997 de 30 de mayo en aplicación de la ley 31/1995 de 8 de noviembre.

En los casos en que no exista la Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a las respectivas prestaciones que se les pide para lo que se solicitará al fabricante un informe de los ensayos realizados.

Los EPI deben estar homologados por una entidad acreditada para ello.

En caso de riesgos múltiples que exijan la utilización simultánea de varios equipos de protección individual, estos deberán ser compatibles entre sí, y mantener su eficacia en relación con el riesgo o riesgos correspondientes.

Los EPI deben cumplir:

### Ergonomía

Los EPI estarán concebidos y fabricados de tal manera que, en las condiciones normales de uso previsto, el trabajador pueda realizar la labor que le exponga a riesgos, con una protección adecuada y de un nivel de seguridad tan alto como sea posible.

### Grados y clases de protección

Grados de protección tan elevados como sea posible.

Clases de protección adecuadas a los riesgos a que se va a estar sometido.

### Inocuidad de los EPI

Ausencia de riesgos y demás factores de molestia endógenos.

Materiales constructivos adecuados de los EPI que estén en contacto con el usuario.

Trabas máximas admisibles para el usuario.

### Factores de comodidad y eficacia

Adaptación de los EPI a la morfología del usuario.

Ligereza y solidez.

Necesaria compatibilidad entre los EPI que el usuario vaya a llevar simultáneamente.

Todos los EPI deberán ir acompañados de un folleto informativo del fabricante en el que se incluirá, además de todos los datos del fabricante, toda la información útil sobre utilización, almacenamiento, limpieza, resultados de los ensayos técnicos, compatibilidad con otros EPI, etc.

## **DOCUMENTO II: PRESUPUESTO**



## ÍNDICE

1. OBRA CIVIL.....	2
2. ELEMENTOS PREFABRICADOS.....	8
3. EQUIPOS ELECTOMECÁNICOS.....	9
4. INSTALACIONES.....	10
5. INSTRUMENTACIÓN.....	13
6. CONTROL DE CALIDAD.....	14
7. SEGURIDAD Y SALUD.....	15
8. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	16

**RESUMEN DE PRESUPUESTO**

<b>CAPÍTULO</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>IMPORTE</b>
01	OBRA CIVIL.....	116.489,21
02	ELEMENTOS PREFABRICADOS .....	121.784,87
03	EQUIPOS ELECTROMECA'NICOS .....	115.187,09
04	INSTALACIONES .....	47.841,55
05	INSTRUMENTACI'ON .....	20.388,76
06	CONTROL DE CALIDAD.....	3.400,00
07	SEGURIDAD Y SALUD .....	3.216,44
08	GESTI'ON DE RESIDUOS.....	1.140,29
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCI'ON MATERIAL</b>	<b>429.448,21</b>
	13,00 % Gastos generales	55.828,27
	6,00 % Beneficio industrial	25.766,89
	Suma .....	81.595,16
	<b>PRESUPUESTO BASE DE SIN IVA</b>	<b>511.043,37</b>
	21% IVA.....	107.319,11
	<b>PRESUPUESTO BASE</b>	<b>618.362,48</b>

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de **SEISCIENTOS DIECIOCHO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS con CUARENTA Y OCHO C'ENTIMOS.**

Valencia, 1 de septiembre de 2018.

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01</b>	<b>OBRA CIVIL</b>			
<b>01.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>			
D02EP260	M3 EXCAV. RETRO TERRENO DURO M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de consistencia dura, con mini-retroexcavadora, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos. Se considera 10% de sobreexcavación.	235,37	6,96	1.638,18
D02EP410	M3 EXC. RETRO MARTIL. R. BLANDA M3. Excavación a cielo abierto, en terreno de roca blanda, con mini-retroexcavadora con martillo rompedor, con extracción de tierra a los bordes, en vaciado, i/p.p. de costes indirectos. Se considera 10% de sobreexcavación.	353,09	12,93	4.565,45
D02HF010	M3 EXCAV. RETRO ZANJAS T. FLOJO M3. Excavación, con mini-retroexcavadora, de terrenos de consistencia floja, en apertura de zanjas, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.	5,74	15,43	88,57
D02TF300	M3 RELLENO Y COMPAC. C/RAN. S/APORTE M3. Relleno, extendido y compactado de tierras de la propia excavación, por medios manuales, con apisonadora manual tipo rana, en tongadas de 30 cm. de espesor, regado y p.p. de costes indirectos.	60,58	15,15	917,79
D02TF351	M3 RELLENO Y COMPAC. MECÁN. C/APORT. M3. Relleno a cielo abierto con grava 20/30 mm, y compactación al 98% del Proctor Modificado con compactador tándem autopropulsado, en tongadas de 30 cm de espesor, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 98% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, para mejora de las propiedades resistentes del terreno de apoyo de la cimentación.	317,20	24,44	7.752,37
D02VK200	M3 TRANS. INT. TIERRAS <1 KM. CAR. MAN. M3. Transporte de tierras dentro de la misma parcela u obra, con un recorrido total de hasta 1km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios manuales y p.p. de costes indirectos.	533,62	4,92	2.625,41
<b>TOTAL 01.01.....</b>				<b>17.587,77</b>
<b>01.02</b>	<b>CIMENTACIÓN Y LOSA DEPÓSITO PREFABRICADO</b>			
D04EF405	M3 HOR. LIMP. HL-150/B/20 CENT. BOM. M3. Hormigón en masa de resistencia HL-150/B/20 N/mm <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido de 20 mm., confeccionado en central, para vibrar y consistencia blanda, bombeado con equipo de bombeo, i/p.p. de desplazamiento y montaje del equipo. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	33,73	86,07	2.903,14
D04GX404	M3 HOR. HA-25/B/20/IIa V. B. CEN. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/B/20/IIa N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	23,10	108,10	2.497,11
D04GT415	M3 LOSA CIMENTACIÓN DEPÓSITO PREFABRICADO M3. Losa de cimentación formada por hormigón HA-35/B/20/IV+Qc fabricado en central con cemento SR, y vertido con bomba, vibrado y colocado. Incluso p/p de compactación y curado del hormigón. Con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.	55,28	153,21	8.469,45
D04AA250	Kg ACERO CORR. B 500-S PREFORM. Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	4202,00	1,55	6.513,10
D04PH043	M2 MALLAZO ELECTROS. 20X20 D=8 M2. Mallazo electrosoldado haciendo cuadrícula de 20x20 cm. d=8 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE-08.	216,80	4,75	1.029,80
D04PH043	M2 MALLAZO ELECTROS. 20X20 D=8 M2. Mallazo electrosoldado haciendo cuadrícula de 20x20 cm. d=8 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE-08.	216,80	4,75	1.029,80
D04CS001	M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC. M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.	45,44	15,34	697,05
D04GM100	MI RECALCE CON MORTERO	73,00	3,17	231,41

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
D170A005	Ml. Recalce con mortero de cemento. m <sup>2</sup> IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES DE HORMIGÓN m <sup>2</sup> . Impermeabilización de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable para ambiente Qc, incluso saturación previa del soporte, totalmente terminada.	177,25	15,74	2.789,92
<b>TOTAL 01.02.....</b>				<b>25.130,98</b>
<b>01.03</b>	<b>CIMENTACIÓN Y PILARES EQUIPOS</b>			
D04EF405	M3 HOR. LIMP. HL-150/B/20 CENT. BOM. M3. Hormigón en masa de resistencia HL-150/B/20 N/mm <sup>2</sup> , tamaño máximo del árido de 20 mm., confeccionado en central, para vibrar y consistencia blanda, bombeado con equipo de bombeo, i/p.p. de desplazamiento y montaje del equipo. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	1,08	86,07	92,96
D04GX404	M3 HOR. HA-25/B/20/IIa V. B. CEN. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/B/20/IIa N/mm <sup>2</sup> , con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	4,63	108,10	500,50
D04AA250	Kg ACERO CORR. B 500-S PREFORM. Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	353,00	1,55	547,15
D04CS001	M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC. M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.	5,17	15,34	79,31
D04CX601	M2 ENCOF. METÁLICO EN PILARES 1 C M2. Encofrado y desencofrado a una cara en pilares con paneles metálicos de 5 a 10 m <sup>2</sup> . de superficie, considerando 20 posturas, i/aplicación de desencofrante.	25,92	27,25	706,32
D04AK006	Ud PLACA CIMENTACIÓN 25X25X1.5 cm Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 25x25x1.5 cm. con cuatro patillas de acero corrugado B500S preform. 12 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 40 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.	8,00	25,01	200,08
<b>TOTAL 01.03.....</b>				<b>2.126,32</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.04</b>	<b>CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA CUBIERTA EQUIPOS</b>			
D04EF405	M3 HOR. LIMP. HL-150/B/20 CENT. BOM. M3. Hormigón en masa de resistencia HL-150/B/20 N/mm2, tamaño máximo del árido de 20 mm., confeccionado en central, para vibrar y consistencia blanda, bombeado con equipo de bombeo, i/p.p. de desplazamiento y montaje del equipo. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	3,30	86,07	284,03
D04GX404	M3 HOR. HA-25/B/20/Ila V. B. CEN. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/B/20/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	21,24	108,10	2.296,04
D04AA250	Kg ACERO CORR, B 500-S PREFORM. Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	1064,80	1,55	1.650,44
D04CA101	M2 ENCOFRADO MADERA ZAPATAS M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en zapatas de cimentación, considerando 8 posturas.	42,90	16,65	714,29
D04AK021	Ud PLACA CIMENTACIÓN 45X40X2 cm Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano para cimentación, de dimensiones 45x40x2,0 cm. con seis patillas de acero corrugado B500S preform. de 20 mm. de diámetro, con una longitud cada una de ellas de 45 cm., soldadas, i/ taladro central, totalmente colocada.	8,00	64,85	518,80
D05AA002	Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS Kg. Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para estructuras metálicas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano y pintura sobre la imprimación con RAL a elección de la propiedad, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.	5112,00	2,26	11.553,12
D08NA022	M2 CUB. CHAPA GALV. 0,7 mm. PL-75/320 M2. Cubierta completa realizada con chapa de acero galvanizado de 0.7 mm. de espesor con perfil especial laminado tipo 75/320 de Aceralia ó similar, fijado a la estructura con ganchos o tornillos autorroscantes, i/ejecución de cumbreras y limas, apertura y rematado de huecos y p.p. de costes indirectos.	183,70	22,25	4.087,33
<b>TOTAL 01.04.....</b>				<b>21.104,05</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.05</b>	<b>PASARELAS Y ESCALERAS METÁLICAS</b>			
D05AA002	<b>Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS</b> Kg. Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para estructuras metálicas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano y pintura sobre la imprimación con RAL a elección de la propiedad, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.	1210,00	2,26	2.734,60
D23MA005	<b>M2 CELOSÍA TRAMEX 30x30x20 mm.</b> M2. Celosía metálica tipo TRAMEX, formada por pletina acero 20x2 mm., formando cuadrícula de 30X30 mm. con uniones electrosoldadas.	36,22	54,37	1.969,28
D23IA006	<b>MI BARANDILLA METÁLICA 90 CM ALTURA</b> MI. Barandilla de escalera de 90 cm de altura, con dos pasamanos de tubo de acero D= 50 a 70 y 90 cm sobre pilastras con perfiles de acero A-42b T50-6 y cuatro hilos de cable de acero inox. trenzado D04 mm, incluso p/p de terminales, tensores, soldaduras y despuntes, totalmente terminado.	60,00	126,13	7.567,80
<b>TOTAL 01.05.....</b>				<b>12.271,68</b>
<b>01.06</b>	<b>POZO DE BOMBEO ARQUETA DE VÁLVULAS Y DE AGUA DEPURADA</b>			
D04EF405	<b>M3 HOR. LIMP. HL-150/B/20 CENT. BOM.</b> M3. Hormigón en masa de resistencia HL-150/B/20 N/mm2, tamaño máximo del árido de 20 mm., confeccionado en central, para vibrar y consistencia blanda, bombeado con equipo de bombeo, i/p.p. de desplazamiento y montaje del equipo. El espesor mínimo será de 10 cm., según CTE/DB-SE-C y EHE-08.	51,09	86,07	4.397,32
D04GT414	<b>M3 HOR. HA-35/B/20/IV+Qc V.B. CEN.</b> Suministro de hormigón HA-35/B/20/IV+Qc fabricado en central con cemento SR, y vertido con bomba. Incluso p/p de compactación y curado del hormigón. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón.	40,81	150,58	6.145,17
D04CS001	<b>M2 ENCOF. MAD. LOSAS CIMENTAC.</b> M2. Encofrado y desencofrado con madera suelta en losas de cimentación, considerando 8 posturas.	9,70	15,34	148,80
D04CX760	<b>M2 ENCOF. METAL. MELAMINA MUR. 2 C</b> M2. Encofrado y desencofrado a dos caras en muros con paneles metálicos con melamina de 5 a 10 m2. de superficie, considerando 20 posturas, i/aplicación de desencofrante.	98,00	42,73	4.187,54
D04AA250	<b>Kg ACERO CORR. B 500-S PREFORM.</b> Kg. Acero corrugado B 500-S, preformado en taller y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.	5668,80	1,55	8.786,64
PSTB110	<b>Ud PASATUBOS PVC DN110 I/SELLADO JUNTA</b> ud. Pasatubos PVC DN110 embebido en hormigón, longitud variable 300-500 mm, para paso de conducciones y cables. Incluso sellado de junta.	2,00	14,59	29,18
PSTB200	<b>Ud PASATUBOS PVC DN200 I/SELLADO JUNTA</b> ud. Pasatubos PVC DN200 embebido en hormigón, longitud variable 300-500 mm, para paso de conducciones y cables. Incluso sellado de junta.	1,00	24,37	24,37
PSTB300	<b>Ud PASATUBOS PVC DN300 I/SELLADO JUNTA</b> ud. Pasatubos PVC DN300 embebido en hormigón, longitud variable 300-500 mm, para paso de conducciones y cables. Incluso sellado de junta.	1,00	31,58	31,58
D17OA005	<b>m² IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES DE HORMIGÓN</b> m². Impermeabilización de paramentos horizontales o verticales en paredes de depósitos, con revestimiento cementoso elástico e impermeable para ambiente Qc, incluso saturación previa del soporte, totalmente terminada.	118,74	15,74	1.868,97

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EPF010	<p>m<sup>2</sup> ALVEOPLACAS HORMIGÓN PRETENSADO 20 cm</p> <p>Suministro y colocación de placas alveolares prefabricadas de hormigón pretensado, de 20 cm de canto y de 100 a 120 cm de anchura, con momento flector último de 75 kN·m/m, para formación de losa de canto 20 cm, con altura libre de planta de entre 4 y 5 m, apoyada directamente sobre vigas de canto o muros de carga (no incluidos en este precio); relleno de juntas entre placas alveolares y zonas de enlace con apoyos, realizados con hormigón HA-40, i.flow SUSTENTA DURA "FYM ITALCEMENTI GROUP", fabricado en central, resistente a ambientes marinos, y vertido con bomba, y acero B 500 S en zona de negativos, con una cuantía aproximada de 4 kg/m<sup>2</sup>. Incluso p/p de cortes longitudinales paralelos a los laterales de las placas alveolares; cortes transversales oblicuos, cajeados, taladros y formación de huecos, montaje mediante grúa y curado del hormigón. Sin incluir repercusión de apoyos ni pilares.</p> <p>Incluye: Replanteo de la geometría de la planta. Montaje de las placas alveolares. Enlace de la losa con sus apoyos. Cortes, taladros y huecos. Colocación de las armaduras con separadores homologados. Vertido del hormigón. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales.</p>	20,74	58,61	1.215,57
D05AA002	<p>Kg ACERO S275 EN ESTRUCTURAS</p> <p>Kg. Suministro y montaje de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples de las series IPN, IPE, UPN, HEA, HEB o HEM, para estructuras metálicas, mediante uniones soldadas. Trabajado y montado en taller, con preparación de superficies en grado SA21/2 según UNE-EN ISO 8501-1 y aplicación posterior de dos manos de imprimación con un espesor mínimo de película seca de 30 micras por mano y pintura sobre la imprimación con RAL a elección de la propiedad, excepto en la zona en que deban realizarse soldaduras en obra, en una distancia de 100 mm desde el borde de la soldadura. Incluso p/p de preparación de bordes, soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y reparación en obra de cuantos retoques y/o desperfectos se originen por razones de transporte, manipulación o montaje, con el mismo grado de preparación de superficies e imprimación.</p>	521,87	2,26	1.179,43
D23MA005	<p>M2 CELOSÍA TRAMEX 30x30x20 mm.</p> <p>M2. Celosía metálica tipo TRAMEX, formada por pletina acero 20x2 mm., formando cuadrícula de 30X30 mm. con uniones electrosoldadas.</p>	10,17	54,37	552,94
D05DC023	<p>Ud PATE POLIPROP. 25X32 D=30</p> <p>Pate de polipropileno para bajada a pozo, 25 x 32, D=30.</p>	13,00	6,04	78,52
D03DC010	<p>MI DESARROLLO POZO PREF. D-80</p> <p>MI. Desarrollo de pozo de registro, formado por anillos prefabricados de 1 m. de altura y 80 cms. de diámetro interior, sellados con lechada de cemento, i/excavación mecánica en terreno flojo, según CTE/DB-HS 5.</p>	2,00	96,76	193,52
D03DC015	<p>Ud BROCAL Y SOLERA C/TAPA</p> <p>Ud. Brocal de hormigón prefabricado de diámetro 80/62,5 cms., con tapa de hormigón de 62,5 cms. de diámetro y solera de 20 cms. de espesor de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup>, con canaleta de fondo, según CTE/DB-HS 5.</p>	1,00	168,09	168,09
D03DC015	<p>Ud BROCAL Y SOLERA C/TAPA</p> <p>Ud. Brocal de hormigón prefabricado de diámetro 80/62,5 cms., con tapa de hormigón de 62,5 cms. de diámetro y solera de 20 cms. de espesor de hormigón HM-20 N/mm<sup>2</sup>, con canaleta de fondo, según CTE/DB-HS 5.</p>	1,00	168,09	168,09
<b>TOTAL 01.06.....</b>				<b>29.007,64</b>
<b>01.07</b>	<b>SOLERA</b>			
D04PF110	<p>M2 ENCACHADO BASE SOLERA 20 cm</p> <p>M3. Formación de encachado de 20 cm de espesor en caja para base de solera, mediante relleno y extendido en tongadas de espesor no superior a 20 cm de gravillas procedentes de cantera caliza de 40/80 mm; y posterior compactación mediante equipo</p>	128,70	9,47	1.218,79

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DACO2025	<p>manual con bandeja vibrante, sobre la explanada homogénea y nivelada (no incluida en este precio). Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y regado de los mismos.</p> <p><b>MI CANAL DRENAJE LINEAL C/REJILLA</b></p> <p>MI. Canal de drenaje lineal para instalación enterrada de hormigón polímero, de clase de carga D400, con reja de fundición con sistema de fijación rápida Drainlock sin tornillos montado en bastidor empotrado al canal . Tipo ACO DRAIN V100 o similar. Con sección en "V" con efecto autolimpiante. En color natural. Con espacio para junta de sellado. Con certificado de homologación CE y cumplimiento íntegro de toda la norma EN1433. Canal de altura total 15 cm, ancho total de 13,5 cm y ancho interior 100 mm. Longitud total de 100 cm. Totalmente instalado, acabado exterior en pavimento bituminoso o asfáltico incluyendo p.p. encofrado, y pequeño material y medios auxiliares, pérdidas de material y tiempo. Con dado de hormigón HM-20/P/20/I alrededor del canal de espesor mínimo de 15 cm. y altura de 15 cm.</p>	26,47	86,00	2.276,42
D04GX404	<p><b>M3 HOR. HA-25/B/20/IIa V. B. CEN.</b></p> <p>M3. Hormigón en masa para armar HA-25/B/20/ IIa N/mm2, con tamaño máximo del árido de 20 mm., consistencia blanda, elaborado en central, incluso vertido por medio de camión-bomba, vibrado y colocado. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.</p>	25,74	108,10	2.782,49
D04PH043	<p><b>M2 MALLAZO ELECTROS. 20X20 D=8</b></p> <p>M2. Mallazo electrosoldado haciendo cuadrícula de 20x20 cm. d=8 mm, con acero corrugado B 500 T, incluso p.p. de solapes y alambre de atar, colocado. Según EHE-08.</p>	257,40	4,75	1.222,65
<b>TOTAL 01.07 .....</b>				<b>7.500,35</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>01.08</b>	<b>O.C. CONDUCCIONES ELÉCTRICAS</b>			
D36ZA040	Ud ARQUETA DE REGISTRO 70X70 CM. Ud. Arqueta 70x70x60 cm. libres, para registro o cruce de calzada en red de alumbrado o B.T., i/ excavación, solera de 10 cm. de hormigón H-100, alzados de fábrica de ladrillo macizo 1/2 pie, enfoscado interiormente con mortero de cemento, con cerco y tapa cuadrada 70x70 en hormigón.	2,00	121,33	242,66
D36ZB0551	MI CANALIZACIÓN M. T. 4 T 160 mm. MI. Canalización para red de baja tensión en cruces de calzada con tres tubos de PVC de D=160 mm., con alambre guía, reforzado con hormigón HM-20/P/20/ 1 N/mm2., y resto de zanja con arena, según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena y relleno de zanja. No incluye excavación.	10,00	47,09	470,90
D36ZA050	MI PLACA SEÑALIZADORA MI. Suministro y puesta en obra de placa señalizadora y protectora de líneas eléctricas, en PVC de color amarillo con inscripción según norma de Compañía.	10,00	1,94	19,40
D27GA001	Ud TOMA DE TIERRA Ud. Toma tierra con pica cobrizada de D=14,3 mm. y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 1x35 mm2. conexionado mediante soldadura aluminotérmica. ITC-BT 18	1,00	765,91	765,91
<b>TOTAL 01.08</b> .....				<b>1.498,87</b>
<b>01.09</b>	<b>O.C. CONDUCCIONES HIDRÁULICAS</b>			
D03DA002	Ud ARQUETA REGISTRO 38x38x50 cm. Ud. Arqueta de registro de 38x38x50 cm. realizada con fábrica de ladrillo macizo de 1/2 pié de espesor recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, enfoscada y bruñida en su interior, i/solera de hormigón HM-20 N/mm2 y tapa de hormigón armado, según CTE/DB-HS 5.	1,00	70,27	70,27
D36PA020	Ud VÁLVULA DE BOLA DN=20 mm. Ud. Válvula de bola de bronce para tubería de polietileno de 25 mm., provista de cuadrado de maniobra de 30x30, modelo BV-05-34 de BELGICAST o similar, PN 25, DN = 20 mm., colocada en arqueta de registro de 30x30 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo macizo tosco de 1 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M 5 según UNE-EN 998-2, colocado sobre solera de hormigón HM-20 N/mm2., enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento M 15, cerco y tapa de fundición dúctil C-250, i/ excavación y relleno perimetral posterior, dado de anclaje y accesorios, colocada y probada.	1,00	191,28	191,28
<b>TOTAL 01.09</b> .....				<b>261,55</b>
<b>TOTAL 01</b> .....				<b>116.489,21</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>02</b>	<b>ELEMENTOS PREFABRICADOS</b>			
DPHORM01	<p><b>DEPÓSITO PREFABRICADO DE HORMIGÓN</b></p> <p>Ud. Depósito rectangular aéreo de 20x12 m. de medidas internas, formando tres cámaras independientes (2 de 6x6 y 1 de 14x12 m.), compuesto por 49 módulos prefabricados de 3,70 m. de altura, con un resguardo de 50 cm. Volumen útil: 704 m3 (498 m3 +103 m3 +103 m3). Incluye transporte hasta obra, montaje, grúa de hasta 50 tm, sellado interno de las uniones verticales y horizontales e impermeabilización interna de los módulos perimetrales.</p>	1,00	89.513,18	89.513,18
DPPRFV01	<p><b>DEPÓSITO PRFV VERTICAL FONDO PLANO 10 m3</b></p> <p>ud. Depósito vertical PRFV de 10 m3, 2,4 m de diámetro y 2,2 m de altura, para acidificación, con boca de hombre en la parte superior, por defecto, y boca de hombre hermética lateral, opcional. Marca Biotank o similar. Transporte incluido.</p>	1,00	2.694,72	2.694,72
CUBRET01	<p><b>CUBETO DE RETENCIÓN PEAD CON REJILLA PARA GRG</b></p> <p>ud. Cubeta de PEAD azul c/rejilla para deposito GRG de 1000l.</p>	4,00	2.324,43	9.297,72
CASPRE01	<p><b>CASETA PREFABRICADA</b></p> <p>Ud. Suministro de caseta prefabricada de 8x2.44m., con un despacho para oficina, con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>	1,00	10.713,13	10.713,13
DVL01	<p><b>DEPÓSITO VERTICAL LODOS DAF</b></p> <p>Depósito vertical aéreo de 20 m3 para lodos y grasas no valorizables procedentes del DAF, portes y descarga incluida, marca Biotanks o similar.</p>	1,00	4.058,46	4.058,46
DF	<p><b>DEPÓSITO FLOCULANTE</b></p> <p>ud. Depósito de 1000L para mezclado del floculante</p>	1,00	1.629,20	1.629,20
<b>TOTAL 02 .....</b>				<b>117.906,41</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>03</b>	<b>EQUIPOS ELECTROMECAÑICOS</b>			
03.01	<b>BOMBEO POZO ENTRADA</b> ud. Bomba sumergible pozo entrada de 40 m3/h, 10 mca, marca Ebara o similar con kit de descarga, regulador de nivel de aguas sucias y cuadro eléctrico.	1,00	5.685,23	5.685,23
03.05	<b>BOMBA RECIRCULACIÓN HIDRÓLISIS</b> ud. Bomba recirculación dep. hidrólisis de 40 m3/h y 13 mca marca Ebara o similar	1,00	1.561,00	1.561,00
03.06	<b>BOMBA IMPULSIÓN DEP. SEP. GRASAS</b> ud. Bomba impulsión dep. sep. grasas de 40 m3/h y 13 mca con cierre mecánico para líquidos agresivos. Marca Ebara o similar.	1,00	1.561,00	1.561,00
03.07	<b>BOMBA RECIRCULACIÓN DEP. SEP. GRASAS</b> ud. Bomba rec. dep. grasas de 14 m3/h y 51 mca con cierre mecánico para líquidos agresivos. Multifase Marca CRI o similar.	1,00	1.561,00	1.561,00
03.08	<b>BOMBA IMPULSIÓN DAF</b> ud. Bomba impulsión DAF de 40 m3/h y 13 mca con cierre mecánico para líquidos agresivos. Marca Ebara o similar.	1,00	1.561,00	1.561,00
03.09	<b>BOMBA RECIRCULACIÓN DEP. HOMOGENEIZACIÓN</b> ud. Bomba rec. dep. homogeneización de 40 m3/h y 13 mca con cierre mecánico para líquidos agresivos. Marca Ebara o similar.	1,00	1.561,00	1.561,00
03.10	<b>DAF</b> ud. CAF de Q=40m3/h, pH=6.5, INOX AISI 304, TAPAS AISI 304, marca Matelco o similar.	1,00	55.549,51	55.549,51
03.12	<b>ROTOTAMIZ 1 mm</b> ud. Rototamiz de 40 m3/h y 1 mm de luz de paso después de bombeo de entrada. Marca Politech o similar.	1,00	12.935,23	12.935,23
03.13	<b>AIREADOR SUPERFICIAL</b> ud. Aireador superficial con agitador sumergible. Marca Teqma o similar	1,00	22.000,00	22.000,00
03.14	<b>BOMBA DOSIFICADORA H2SO4</b> ud. Bomba Seko TPG800 o similar para la dosificación de ácido sulfúrico	1,00	600,00	600,00
03.15	<b>BOMBA DOSIFICADORA NaOH</b> ud. Bomba Seko TPG800 o similar para la dosificación de sosa	1,00	600,00	600,00
03.16	<b>BOMBA DOSIFICADORA COAGULANTE</b> ud. Bomba Seko TPG800 o similar para la dosificación de coagulante	1,00	600,00	600,00
03.17	<b>BOMBA DOSIFICADORA FLOCULANTE</b> ud. Bomba dosificadora Seko TPG800 o similar para la dosificación de floculante desde el depósito de preparación al CAF	1,00	600,00	600,00
03.18	<b>CESTA DE DESBASTE</b> ud. Cesta de desbaste de 1m de altura de 15 mm de luz de malla de marca PAM o similar.	1,00	3.200,00	3.200,00
03.19	<b>CONTENEDOR DE SÓLIDOS</b> ud. Contenedor de sólidos de 1000L.	1,00	925,00	925,00
03.20	<b>COMPRESOR</b> ud. Compresor de inyección de aire 330l/min	1,00	987,12	987,12
03.21	<b>BOMBA PISTÓN A DEPÓSITO FLOCULANTE</b> ud. Bomba pistón floculante del GRG al depósito de preparación marca Seko o similar.	1,00	600,00	600,00
03.22	<b>POLIPASTO 500KG</b> ud. Polipasto manual de 500kg	1,00	1.900,00	1.900,00
<b>TOTAL 03</b> .....				<b>113.987,09</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04</b>	<b>INSTALACIONES</b>			
<b>04.01</b>	<b>LÍNEA AGUA</b>			
D03AG010	Ud TUBERÍA PVC 110 mm AÉREA Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.	152,00	14,47	2.199,44
D03AG011	Ud VÁLVULA BOLA PVC 110 mm Ud. Válvula de bola PVC-U PE-EPDM para encolar, diámetro 110 mm, PN10. Totalmente instalada.	24,00	156,37	3.752,88
D03AG013	Ud VÁLVULA ANTIRRETORNO PVC 110 mm Ud. Válvula antirretorno PVC-U EPDM para encolar, diámetro 110 mm, PN10. Totalmente instalada.	7,00	131,76	922,32
<b>TOTAL 04.01.....</b>				<b>6.874,64</b>
<b>04.02</b>	<b>LÍNEA VACIADOS</b>			
D03AG010	Ud TUBERÍA PVC 110 mm AÉREA Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.	46,00	14,47	665,62
D03AG011	Ud VÁLVULA BOLA PVC 110 mm Ud. Válvula de bola PVC-U PE-EPDM para encolar, diámetro 110 mm, PN10. Totalmente instalada.	7,00	156,37	1.094,59
D03AG012	Ud CONEXIÓN GUILLEMIN PARA CARGA CAMIÓN CUBA Ud. Conexión Guillemin para carga de camión cuba.	1,00	92,21	92,21
<b>TOTAL 04.02.....</b>				<b>1.852,42</b>
<b>04.03</b>	<b>LÍNEA BYPASS</b>			
D03AG010	Ud TUBERÍA PVC 110 mm AÉREA Ml. Tubería de PVC sanitaria serie B, de 110 mm de diámetro y 3,2 mm. de espesor, unión por adhesivo, color gris, colocada en bajantes y red de saneamiento horizontal colgada, con una pendiente mínima del 1 %, i/ p.p. de piezas especiales según UNE EN 1329 y CTE/DB-HS 5.	53,00	14,47	766,91
D03AG011	Ud VÁLVULA BOLA PVC 110 mm Ud. Válvula de bola PVC-U PE-EPDM para encolar, diámetro 110 mm, PN10. Totalmente instalada.	5,00	156,37	781,85
<b>TOTAL 04.03.....</b>				<b>1.548,76</b>

**PRESUPUESTO**

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04.04</b>	<b>AGUA POTABLE</b>			
D36OG506	ml TUBERÍA AÉREA POLIETILENO AD 25/10 ATM Ml. Tubería de polietileno alta densidad de D=25 mm. apta para uso alimentario, para presión de trabajo de 10 atmósferas, incluso p.p. de piezas especiales, a situar en paramentos exteriores, totalmente colocada.	35,00	3,57	124,95
D36QD001	Ud DUCHA Y LAVA-OJOS DE EMERGENCIA MONTAJE SUELO Ud. Ducha y lava-ojos de emergencia montaje suelo: doble mando, tirador ducha, palanca lava-ojos, incluye ducha manual, totalmente instalado.	1,00	806,28	806,28
	<p>CARACTERÍSTICAS GENERALES Tubo en hierro galvanizado, conexiones en latón.                      RECUBRIMIENTO Plástico anticorrosivo poliamida amarillo de alta visibilidad.                      ENTRADA AGUA 1 1/4 PULGADAS                      PRESIÓN ENTRADA AGUA Recomendada 2 bar. Mínima 1,5 bar. Máxima 8 bar.                      Ducha                      MATERIALES Rociador en plástico ABS en modelo 4230 y rociador en acero inoxidable en modelo 4230 SS.                      CAUDAL Regulado a 110 l/min.                      ACCIONAMIENTO Palanca tirador                      VALVULA 1 PULGADA                      Lavaojos                      MATERIALES Doble chorro aireado con cubierta anti-polvo. Distribuidor lavaojos en plástico ABS. Recogedor lavaojos en plástico ABS en el modelo 4230 y recogedor lavaojos en acero inoxidable en modelo 4230 SS.                      Ducha lavaojos manual                      MATERIALES Un rociador aireado con cubierta anti-polvo. Tubo flexible en acero inoxidable. Conexiones de latón.                      CAUDAL Regulado a 15 l/min.                      VALVULA 1/2 PULGADA                      Embalaje                      Peso 19 Kg. modelo 4230 y 21 kg. modelo 4230 SS                      Dimensiones: 75 x 20 25 cm.</p> <p>NORMAS INTERNACIONALES                      Los equipos cumplen o exceden las normas:                      ANSI Z258.1 / EN 15154 1 Y 2 / DIN 12198:3                      Certificados por los institutos APPLUS y DVGW</p>			
	<b>TOTAL 04.04</b> .....			<b>931,23</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>04.05</b>	<b>BAJA TENSIÓN</b>			
CYA01	Control y automatización	1,00	6.711,04	6.711,04
LINEBTSA	LÍNEAS ELÉCTRICAS Y CANALIZACIONES	1,00	5.797,94	5.797,94
LUMYMEBTSA	LUMINARIAS Y MECANISMOS	1,00	2.528,49	2.528,49
VYDBTSA	INSTALACIÓN VOZ Y DATOS	1,00	26,97	26,97
CUADBTS	CUADROS ELÉCTRICOS	1,00	14.731,43	14.731,43
PROGRAPUESTA	PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	1,00	6.700,00	6.700,00
<b>TOTAL 04.05</b> .....				<b>36.495,87</b>
<b>04.07</b>	<b>INCENDIOS</b>			
D34AA305	Ud EXTINT. NIEVE CARB. 2 Kg EF 13B Ud. Extintor de nieve carbónica CO2 con eficacia 13B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas e incendios de equipos eléctricos, de 2 Kg. de agente extintor con soporte y boquilla difusora según CTE/DB-SI 4, totalmente instalado.	1,00	67,46	67,46
D34AA006	Ud EXTINT. POLVO ABC 6 Kg. EF 21A-113B Ud. Extintor de polvo ABC con eficacia 21A-113B para extinción de fuego de materias sólidas, líquidas, productos gaseosos e incendios de equipos eléctricos, de 6 Kg. de agente extintor con soporte, manómetro y boquilla con difusor según norma UNE-23110, totalmente instalado según CTE/DB-SI 4. Certificado por AENOR.	1,00	46,03	46,03
D34MA005	Ud SEÑAL LUMINISCENTE EXT. INCENDIOS Ud. Señal luminiscente para elementos de extinción de incendios (extintores, bies, pulsadores....) de 297x210 por una cara en pvc rígido de 2 mm de espesor, totalmente instalada, según norma UNE 23033 y CTE/DB-SI 4.	2,00	12,57	25,14
<b>TOTAL 04.07</b> .....				<b>138,63</b>
<b>TOTAL 04</b> .....				<b>47.841,55</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>05</b>	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>			
DINST01	MEDIDOR NIVEL RADAR MICROPILOT FMR10	5,00	680,90	3.404,50
DINST03	MEDIDOR NIVEL RADAR LEVELFLEX FMP51	1,00	1.630,00	1.630,00
DINST04	MEDIDOR CAUDAL ELECTROMAGNÉTICO DN100 PROMAG L400 5L4C1H	2,00	943,30	1.886,60
DINST07	CABLE DE MEDIDA CYK10 MEMOSENS	5,00	213,40	1.067,00
DINST09	ELECTRODO PH ORBISINT CPS11D	2,00	320,15	640,30
DINST10	TRANSMISOR MULTIPARAMÉTRICO LIQUILINE CM 442 PH/REDOX, COND, NTU, DO, CL, SAC, NITRATOS, AMONIO	1,00	1.895,00	1.895,00
DINST11	ELECTRODO REDOX ORBISINT CPS12D	1,00	163,13	163,13
DINST12	MEDIDOR CONDUCTIVIDAD MEMOSENS CLS82D	1,00	607,50	607,50
DINST13	SENSOR TURBIDEZ TURBIMAX CUS51D	1,00	1.480,00	1.480,00
DINST14	PORTAELECTRODOS FLOWFIT CYA251 PARA SENSOR TURBIDEZ	1,00	900,73	900,73
DINST15	SENSOR OXÍGENO DISUELTO OXYMAX COS61D	1,00	870,00	870,00
DINST16	PORTAELECTRODOS FLOWFIT CYA251 PARA SENSOR OD	1,00	1.115,00	1.115,00
DINST17	TRANSMISOR MULTIPARAMÉTRICO LIQUILINE CM 444 PH/REDOX, COND, NTU, DO, CL, SAC, NITRATOS, AMONIO	1,00	2.200,00	2.200,00
DINST18	CÁMARA DE FLUJO FLOWFIT CPA250	3,00	843,00	2.529,00
<b>TOTAL 05.....</b>				<b>20.388,76</b>

# PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b>06</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>			
06.01	Ud Control de calidad	1,00	3.400,00	3.400,00
	TOTAL 06 .....			<u>3.400,00</u>
<b>07</b>	<b>SEGURIDAD Y SALUD</b>			
07.01	ud Seguridad y Salud	1,00	3.216,44	3.216,44
	TOTAL 07 .....			<u>3.216,44</u>
<b>08</b>	<b>GESTIÓN DE RESIDUOS</b>			
08.01	Gestión de residuos	1,00	1.140,29	1.140,29
	TOTAL 08 .....			<u>1.140,29</u>
	TOTAL .....			<u>424.369,75</u>

## **DOCUMENTO III: PLANOS**



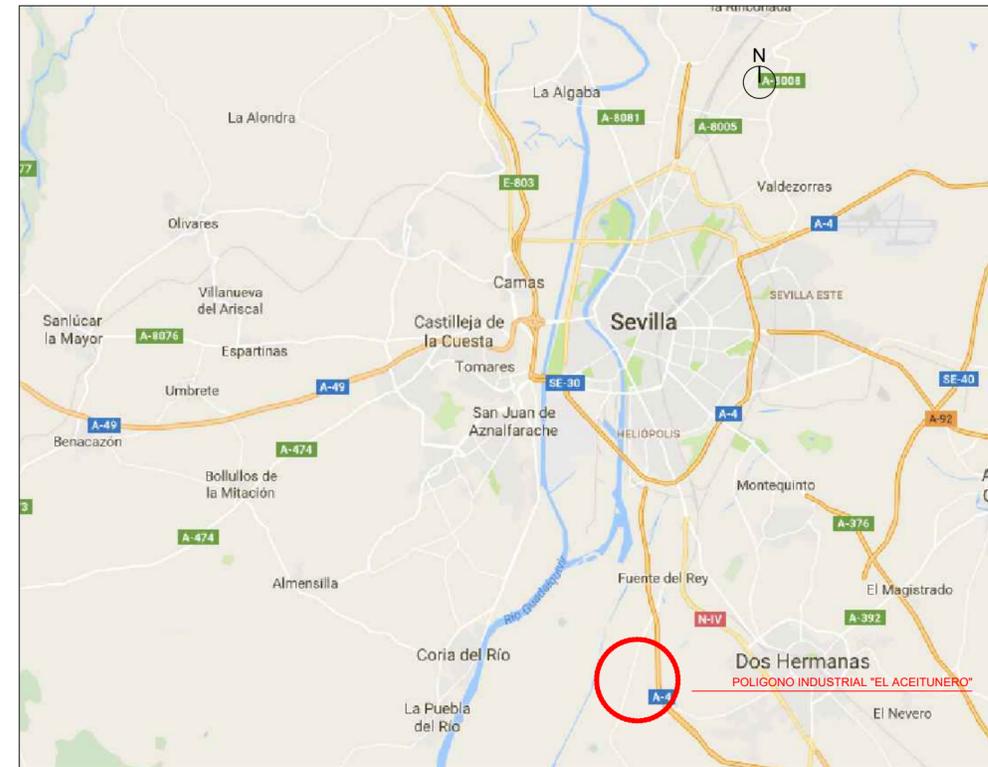
## ÍNDICE

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. IMPLANTACIÓN GENERAL EDARI
3. ALZADOS GENERALES EDARI
4. DIAGRAMA DE PROCESO
5. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS



**SITUACIÓN**

Escala :-



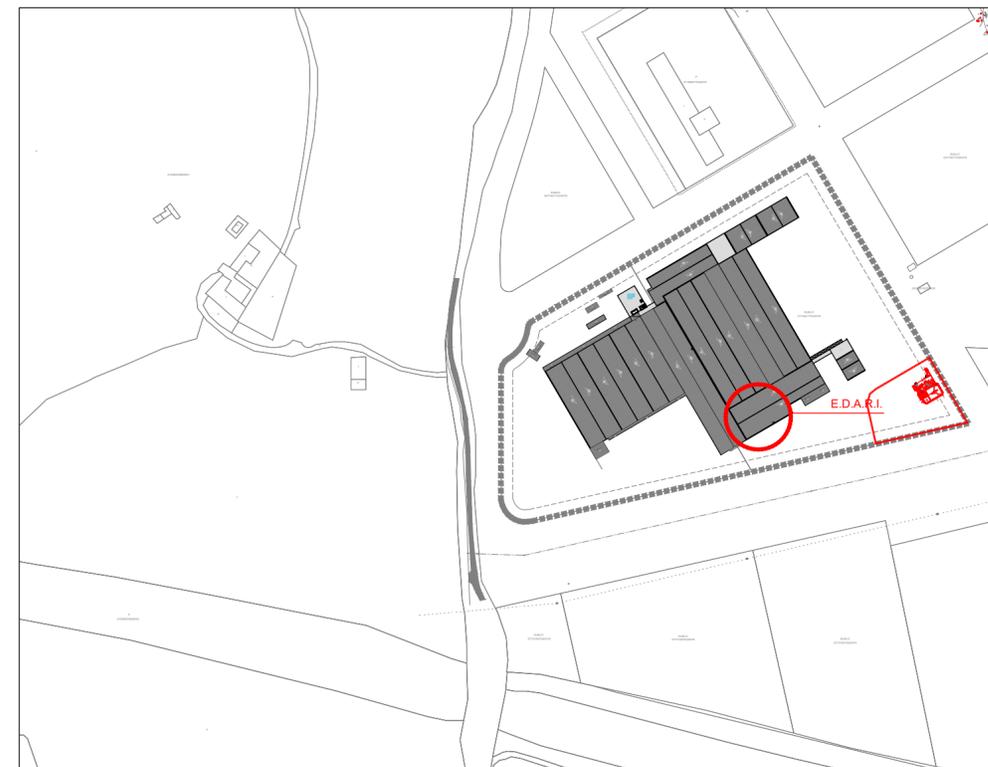
**SITUACIÓN 2**

Escala :-



**EMPLAZAMIENTO**

Escala :-



**EMPLAZAMIENTO Catastro**

Escala 1:5000

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA

Proyecto: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

Fecha: Septiembre 2018

Plano: Situación y Emplazamiento

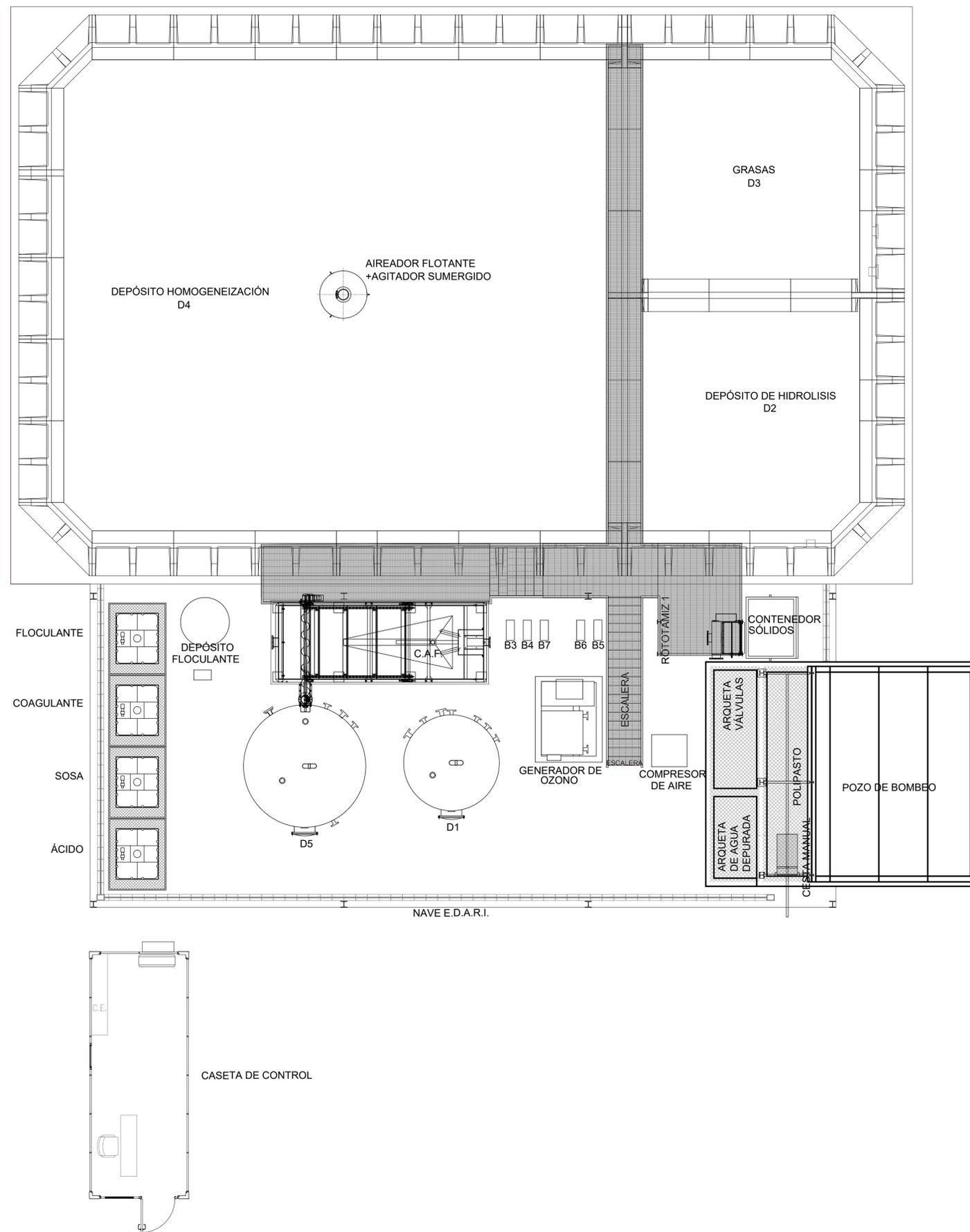
Escala: - : -

Nº Plano:

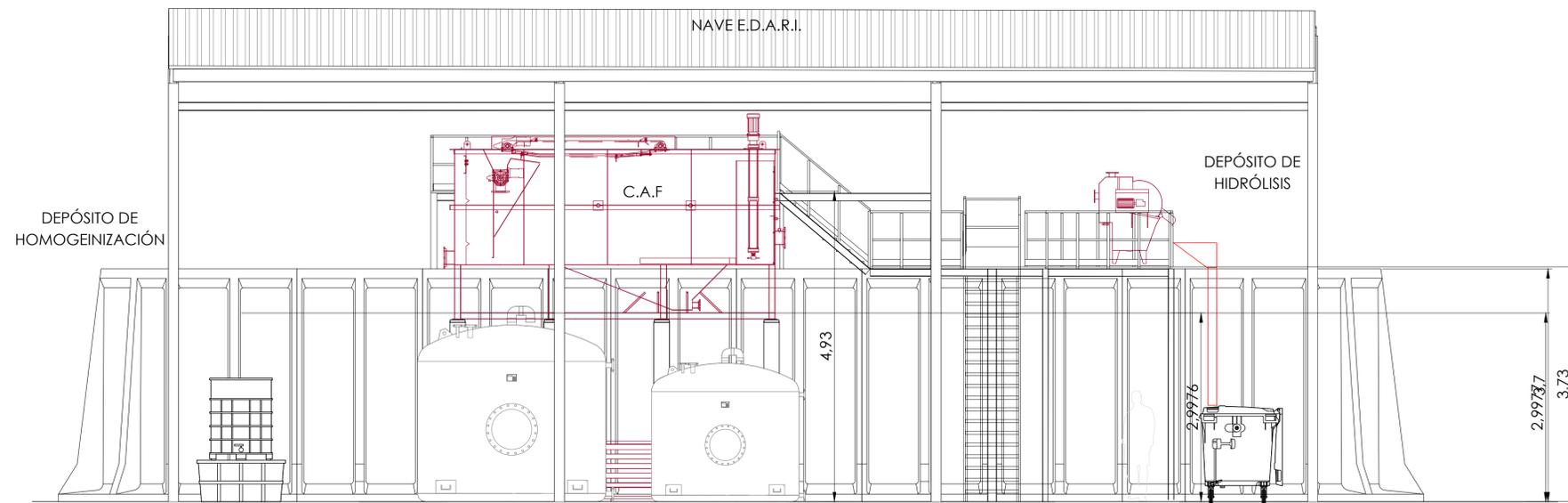
Cristina Cano Díaz  
Autor proyecto

**LEYENDA**

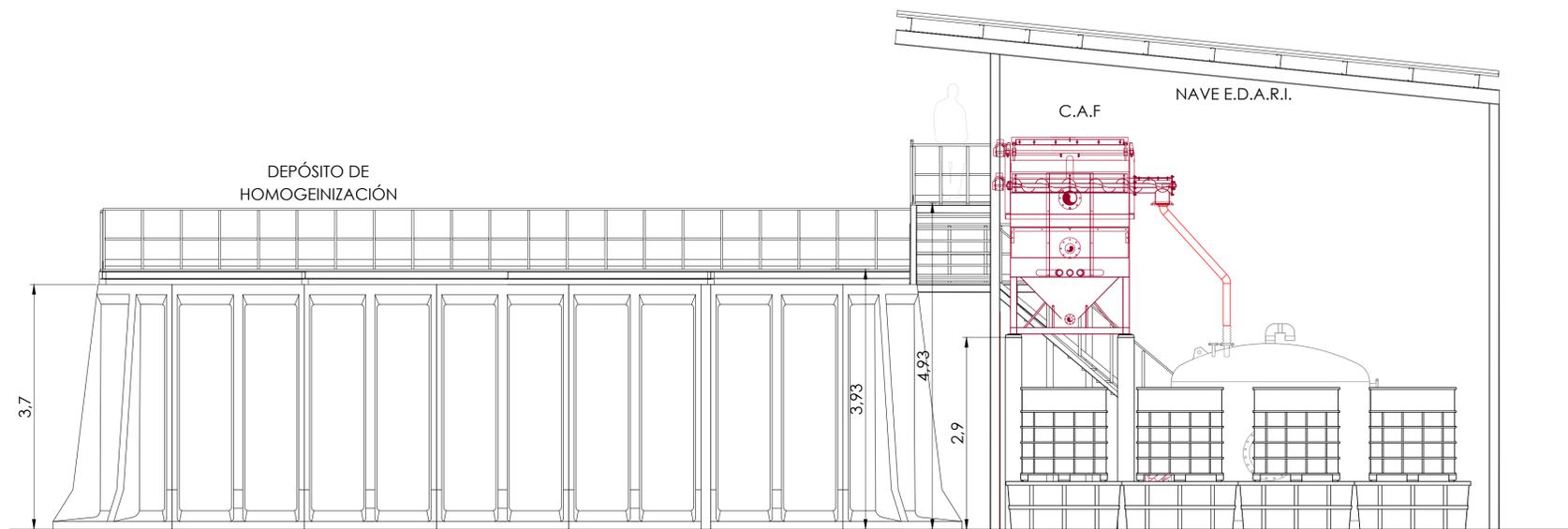
- B1 BOMBA POZO  
Q: 42m³/h, 15mca
- B2 BOMBA POZO  
Q: 42m³/h, 15mca
- B3 BOMBA RECIRCULACIÓN HIDROLISIS  
Q: 40m³/h, 13mca
- B4 BOMBA IMPULSIÓN A D2  
Q: 40m³/h, 13mca
- B5 BOMBA RECIRCULACIÓN SDG (MULTIFASE AGUA/AIRE)  
Q: 14m³/h, 51mca
- B6 BOMBA IMPULSIÓN CAF  
Q: 40m³/h, 13mca
- B7 BOMBA RECIRCULACIÓN HOMOGENEIZACIÓN  
Q: 12m³/h, 11mca
  
- D1 DEPOSITO 1 10m³
- D2 DEPOSITO 2 (SEPARADOR GRASAS) 103m³
- D3 DEPOSITO 3 (GRASAS VALORIZABLES) 103m³
- D4 DEPOSITO 4 (HOMOGENEIZACIÓN) 498m³
- D5 DEPOSITO 5 (Lodos NO VALORIZABLES) 20m³



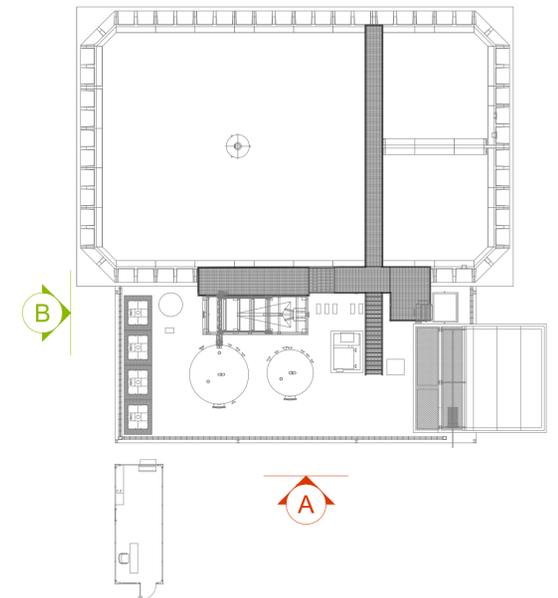
TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA		Proyecto:	
		PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN	
		DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES	
INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE			
SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)			
Fecha:		Escala:	
Septiembre 2018		1/60	
Plano:		Nº Plano:	
Implantación General.		E.D.A.R.I.	
Cristina Cano Díaz Autor proyecto		02	



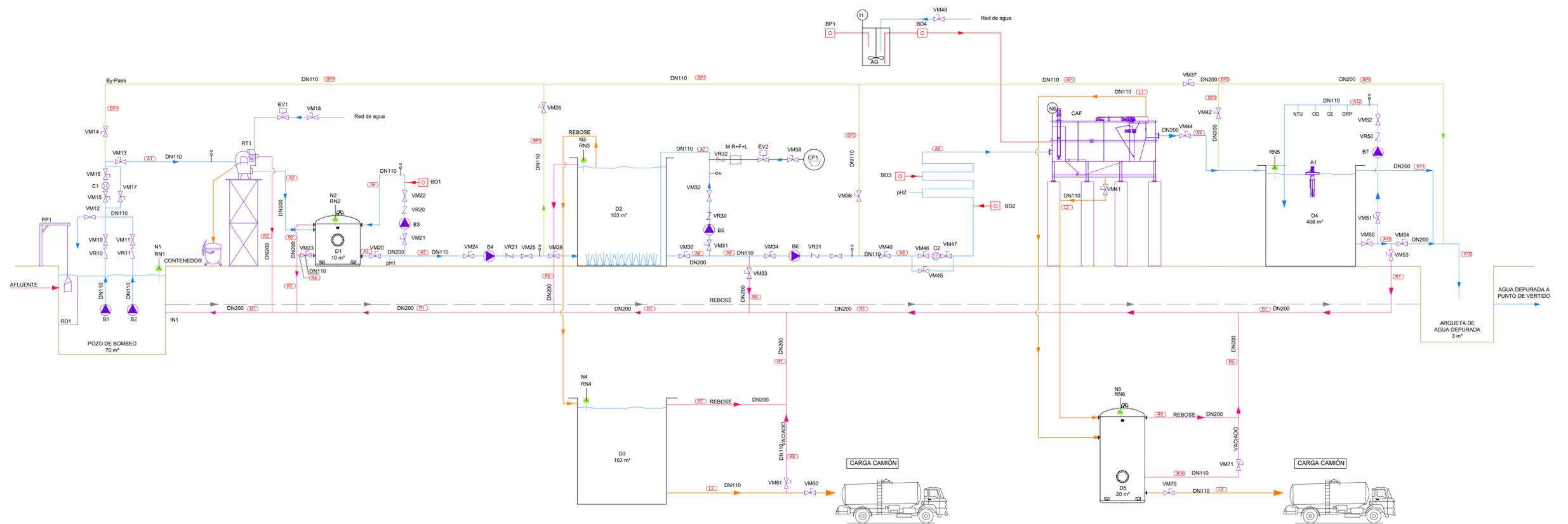
ALZADO VISTA "A"



ALZADO VISTA "B"



PLANTA REFERENCIA  
S/E



LEYENDA

C1 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO 1	B1 BOMBA POZO Q: 42m <sup>3</sup> /h, 15mca	BD1 DOSIFICADOR H2SO4 (ACIDIFICACION)	CAUDALIMETRO
C2 CAUDALIMETRO ELECTROMAGNÉTICO 2	B2 BOMBA POZO Q: 42m <sup>3</sup> /h, 15mca	BD2 DOSIFICACION NaOH (NEUTRALIZACION)	BOMBAS
pH1 MEDICIÓN pH EN D1	B3 BOMBA RECIRCULACION HIDROLISIS Q: 40m <sup>3</sup> /h, 13mca	BD3 DOSIFICACION COAGULANTE	VÁLVULA MARIPOSA
pH2 MEDICIÓN pH EN SERPENTIN	B4 BOMBA IMPULSION A D2 Q: 40m <sup>3</sup> /h, 13mca	BD4 DOSIFICACION FLOCULANTE	VÁLVULA CUPIERTA
RN1 RADAR NIVEL EN POZO DE BOMBEO	B5 BOMBA RECIRCULACION SDG (MULTIFASE AGUA/AIRE) Q: 14m <sup>3</sup> /h, 51mca	BP1 BOMBA PISTÓN FLOCULANTE	VÁLVULA ANTIRRETORNO
RN2 RADAR NIVEL EN D1	B6 BOMBA IMPULSION CAF Q: 40m <sup>3</sup> /h, 13mca	RT1 ROTOTAMIZ 1 Qmax: 124m <sup>3</sup> /h, 1mm (Agua Limpia)	DOSIFICADOR QUIMICOS
RN3 RADAR NIVEL DE GUIADO EN D2 (Medición superficies e interfase)	B7 BOMBA RECIRCULACION HOMOGENEIZACION Q: 12m <sup>3</sup> /h, 11mca	CAF FLOTADOR POR AIRE CAVITADO Q: 40m <sup>3</sup> /h	ELECTROVALVULA EV1
RN4 RADAR NIVEL EN D3	D1 DEPOSITO 1 10m <sup>3</sup>	A1 AIREADOR SUPERFICIAL 1	COMPRESOR
RN5 RADAR NIVEL EN D4	D2 DEPOSITO 2 (SEPARADOR GRASAS) 103m <sup>3</sup>	RD1 REJA DE DESBASTE 1	LÍNEA DE AGUA
RN6 RADAR NIVEL EN D5	D3 DEPOSITO 3 (GRASAS VALORIZABLES) 103m <sup>3</sup>	CP1 COMPRESOR 1	LÍNEA BY PASS
NTU MEDICIÓN TURBIDEZ EN D4	D4 DEPOSITO 4 (HOMOGENEIZACION) 498m <sup>3</sup>	PP1 POLIPASTO 1	LÍNEA REBOSES Y VACIADOS
OD MEDICIÓN OXIGENO DISUELTO EN D4	D5 DEPOSITO 5 (Lodos NO VALORIZABLES) 20m <sup>3</sup>		LÍNEA QUIMICOS
ORP MEDICIÓN REDOX EN D4	N1 ELECTRODO NIVEL EN POZO DE BOMBEO NR 1 1/2 PG9 3E		LÍNEA LODOS
CE MEDICIÓN CONDUCTIVIDAD EN D4	N2 ELECTRODO NIVEL EN D1 NR 1 1/2 3E		LÍNEA DE AGUA
M MANÓMETRO	N3 ELECTRODO NIVEL EN D2 NR 1 1/2 3E		LÍNEA DE AIRE
	N4 ELECTRODO NIVEL EN D3 NR 1 1/2 3E		
	N5 ELECTRODO NIVEL EN D5 NR 1 1/2 3E		
	N6 ELECTRODO DETECCIÓN EN TUBERIA NRT2 TC		

TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

Fecha: Septiembre 2018

Escala: -1-

Plano: Diagrama de Proceso

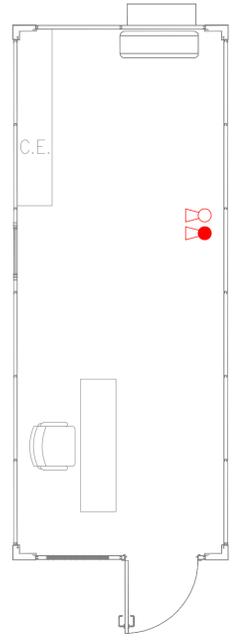
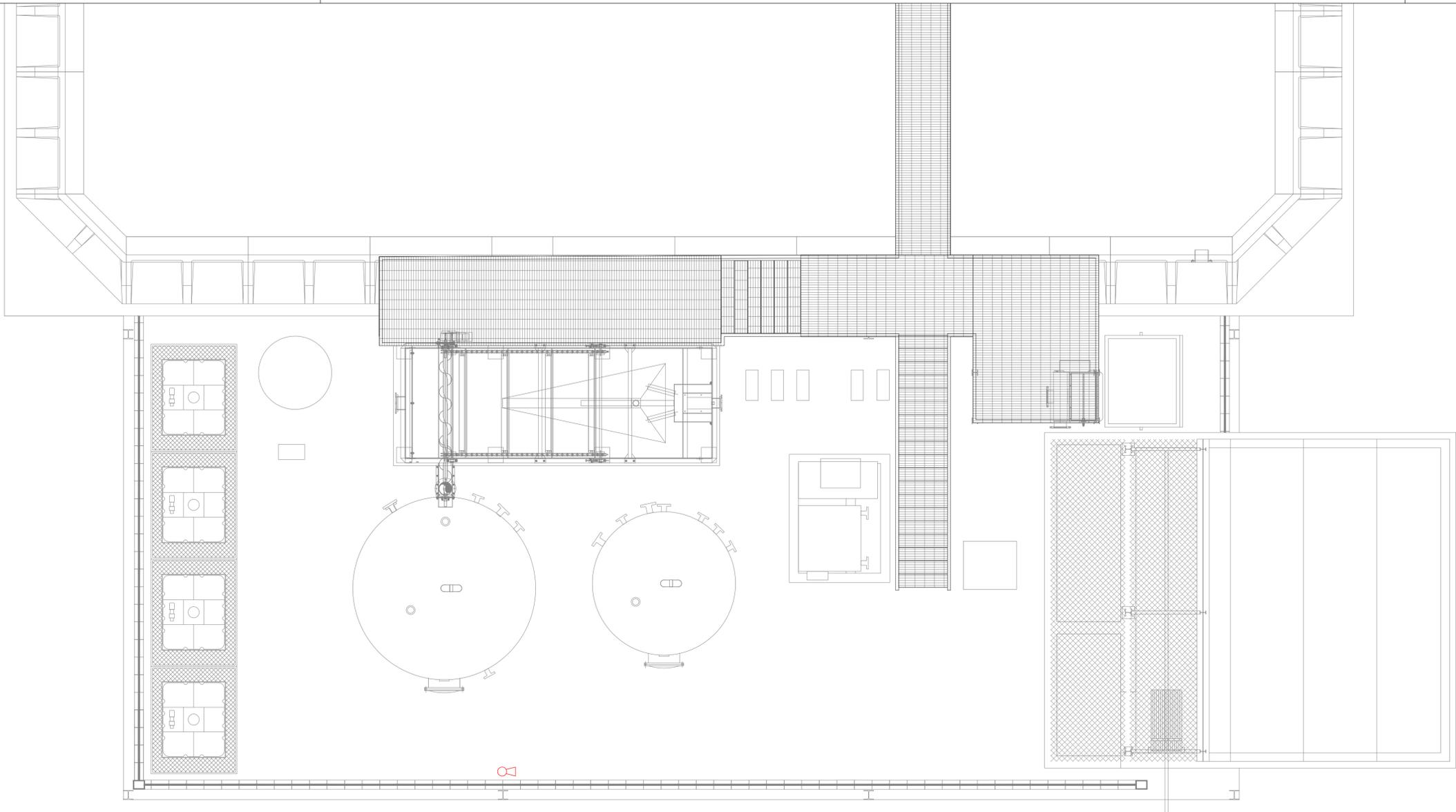
Nº Plano:

Cristina Cano Díaz  
Autor proyecto

04



- Extintor de polvo ABC 6 Kg 21A-113B
- Extintor de CO<sub>2</sub> 2Kg 13B



TRABAJO FIN DE MÁSTER EN INGENIERÍA QUÍMICA

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  
ESCUOLA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE VALÈNCIA

Proyecto: **PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)**

Fecha: **Septiembre 2018** Escala: **1/40**

Plano: **Protección contra Incendios. Planta General y Detalles** N° Plano: **05**

Cristina Cano Díaz  
Autor proyecto

## **DOCUMENTO IV: PLIEGO DE CONDICIONES**



## ÍNDICE

ÍNDICE.....	1
1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	2
1.1. Disposiciones generales.....	2
1.2. Disposiciones facultativas.....	2
1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas.....	2
1.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	7
1.2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación ...	10
1.2.4. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares.....	11
1.2.5. De las recepciones de edificios y obras anejas.....	14
1.3. Disposiciones económicas.....	17
1.3.1. Principio general.....	17
1.3.2. Fianzas.....	17
1.3.3. De los precios.....	18
1.3.4. Valoración y abono de los trabajos.....	19
1.3.5. Indemnizaciones mutuas.....	20
1.3.6. Seguro de las obras.....	21
2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	22
2.1. Prescripciones sobre los materiales.....	22
2.1.1. Condiciones generales.....	22
2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.....	24

## **1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS**

### **1.1. Disposiciones generales**

#### **1.1.1. Naturaleza y objeto del pliego general**

El presente pliego general de condiciones tiene carácter supletorio del pliego de condiciones particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto de ejecución, tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, y a los laboratorios y entidades de control de calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

El ámbito de aplicación se circunscribe a la ejecución de la Estación Depuradora de Aguas Residuales procedentes de la fábrica de salsas situada en Dos Hermanas (Sevilla).

#### **1.1.2. Documentación del contrato de obra**

Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- 1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.
- 2º El pliego de condiciones particulares.
- 3º El presente pliego general de condiciones.
- 4º El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

En las obras que lo requieran, también formarán parte el estudio de seguridad y salud y el proyecto de control de calidad de la edificación.

### **1.2. Disposiciones facultativas**

#### **1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas**

##### **1.2.1.1. Delimitación de funciones de los agentes intervinientes**

La Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) es de aplicación al proceso de la edificación, entendiéndose por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.1.2. El promotor

Será promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decida, impulse, programe o financie, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la LOE.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

### 1.2.1.3. El proyectista

Son obligaciones del proyectista:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

### 1.2.1.4. El constructor

Son obligaciones del constructor:

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- e) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- f) Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- g) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la dirección facultativa.
- h) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- i) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- j) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- k) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- l) Custodiar los libros de órdenes y seguimiento de la obra, así como los de seguridad y salud y el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- m) Facilitar con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- n) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- o) Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- p) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- q) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- r) Facilitar el acceso a la obra a los laboratorios y entidades de control de calidad contratados y debidamente homologados para el cometido de sus funciones.
- s) Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en el artículo 19 de la LOE.

### 1.2.1.5. El director de obra

Corresponde al director de obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- c) Dirigir la obra coordinándola con el proyecto de ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética.
- d) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- e) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- f) Coordinar, el programa de desarrollo de la obra y el proyecto de control de calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación (CTE) y a las especificaciones del proyecto.
- g) Comprobar los resultados de los análisis e informes realizados por laboratorios y/o entidades de control de calidad.
- h) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos de su especialidad.
- i) Dar conformidad a las certificaciones parciales de obra y la liquidación final.
- j) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- k) Asesorar al promotor durante el proceso de construcción y especialmente en el acto de la recepción.
- l) Preparar con el contratista la documentación gráfica y escrita del proyecto definitivamente ejecutado para entregarlo al promotor.
- m) A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el libro del edificio y será entregada a los usuarios finales del edificio.

### 1.2.1.6. El director de la ejecución de la obra

Corresponde al director de la obra, asumir la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- b) Redactar el documento de estudio y análisis del proyecto para elaborar los programas de organización y de desarrollo de la obra.
- c) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- d) Redactar, cuando se le requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Estudio de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- e) Redactar, cuando se le requiera, el proyecto de control de calidad de la edificación, desarrollando lo especificado en el proyecto de ejecución.
- f) Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del director de obra y del constructor.
- g) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y medidas de seguridad y salud en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- h) Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda..
- i) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- j) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- k) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto.
- l) Consignar en el libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.
- m) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- n) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

### 1.2.1.7. El coordinador de seguridad y salud

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.
- b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- d) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- e) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

### 1.2.1.8. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Las entidades de control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.

Los laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación prestan asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación.

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al director de la ejecución de las obras.
- b) Justificar la capacidad suficiente de medios materiales y humanos necesarios para realizar adecuadamente los trabajos contratados, en su caso, a través de la correspondiente acreditación oficial otorgada por las comunidades autónomas con competencia en la materia.

### 1.2.2. De las obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

#### 1.2.2.1. Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.2.2. Plan de seguridad y salud

El constructor, a la vista del proyecto de ejecución conteniendo, en su caso, el estudio de seguridad y salud, presentará el plan de seguridad y salud de la obra para su aprobación por el coordinador de seguridad y salud.

### 1.2.2.3. Proyecto de control de calidad

El constructor tendrá a su disposición el proyecto de control de calidad, si para la obra fuera necesario, en el que se especificarán las características y requisitos que deberán cumplir los materiales y unidades de obra, y los criterios para la recepción de los materiales, según estén avalados o no por sellos marcas de calidad; ensayos, análisis y pruebas a realizar, determinación de lotes y otros parámetros definidos en el proyecto por la dirección facultativa.

### 1.2.2.4. Oficina en la obra

El constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la dirección facultativa:

- El proyecto de ejecución completo.
- La licencia de obras.
- El libro de órdenes y asistencias.
- El plan de seguridad y salud y su libro de incidencias, si hay para la obra.
- El proyecto de control de calidad y su libro de registro, si hay para la obra.
- El reglamento y ordenanza de seguridad y salud en el trabajo.
- La documentación de los seguros suscritos por el constructor.

### 1.2.2.5. Representación del contratista. jefe de obra

El constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de obra de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el pliego de condiciones particulares de índole facultativa, el delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El pliego de condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que el constructor se obligue a mantener en la obra como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al director de obra para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

### 1.2.2.6. Presencia del constructor en la obra

El jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al director de obra en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### 1.2.2.7. Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el director de obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En defecto de especificación en el pliego de condiciones particulares, se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% del total del presupuesto.

### 1.2.2.8. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

El constructor podrá requerir del director de obra, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los pliegos de condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba tanto del director de obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de 3 días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

### 1.2.2.9. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la dirección facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del director de obra, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los pliegos de condiciones correspondientes.

Contra disposiciones de orden técnico del director de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

dirigida al director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

### 1.2.2.10. Recusación por el contratista del personal nombrado

El constructor no podrá recusar al personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

### 1.2.2.11. Faltas del personal

El director de obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

### 1.2.2.12. Subcontratas

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

## 1.2.3. Responsabilidad civil de los agentes que intervienen en el proceso de la edificación

### 1.2.3.1. Daños materiales

Las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en el edificio dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- b) Durante 3 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad del artículo 3 de la LOE. El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de 1 año.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.3.2. Responsabilidad civil

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder.

En todo caso, el promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del promotor que se establece en la LOE se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen como tales promotores bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas.

Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan.

Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento.

Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al proyectista.

Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

### 1.2.4. Prescripciones generales relativas a trabajos, materiales y medios auxiliares

#### 1.2.4.1. Caminos y accesos

El constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra, el cerramiento o vallado de ésta y su mantenimiento durante la ejecución de la obra.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.4.2. Replanteo

El constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerará a cargo del contratista e incluidos en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a aprobación por el director de obra siendo responsabilidad del constructor la omisión de este trámite.

### 1.2.4.3. Inicio de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el pliego de condiciones particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquel señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el contratista dar cuenta al director de obra del comienzo de los trabajos al menos con 3 días de antelación.

### 1.2.4.4. Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la dirección facultativa.

### 1.2.4.5. Facilidades para otros contratistas

De acuerdo con lo que requiera la dirección facultativa, el contratista general deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos contratistas estarán a lo que resuelva la dirección facultativa.

### 1.2.4.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el director de obra en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado. El constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.4.7. Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del director de obra. Para ello, el constructor expondrá, en escrito dirigido al director de obra, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### 1.2.4.8. Trabajos defectuosos

El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las condiciones generales y particulares de índole técnica del pliego de condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando se advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

### 1.2.4.9. 1.2.4.9. MATERIALES Y APARATOS. SU PROCEDENCIA

El constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el pliego particular de condiciones técnicas preceptúe una procedencia determinada.

### 1.2.4.10. Materiales no utilizables

El constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra. Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el pliego de condiciones particulares vigente en la obra.

### 1.2.4.11. Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el director de obra, dará orden al constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la propiedad cargando los gastos a la contrata.

### 1.2.4.12. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

### 1.2.4.13. Limpieza de las obras

Es obligación del constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, así como adoptar las medidas necesarias para que la obra ofrezca buen aspecto.

### 1.2.4.14. Obras sin prescripciones

En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este pliego ni en la restante documentación del proyecto, el constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

## 1.2.5. De las recepciones de edificios y obras anejas

### 1.2.5.1. Acta de recepción

La recepción de la obra es el acto por el cual el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste.

La recepción deberá consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar:

- a) Las partes que intervienen.
- b) La fecha del certificado final de la totalidad de la obra o de la fase completa y terminada de la misma.
- c) El coste final de la ejecución material de la obra.
- d) La declaración de la recepción de la obra.
- e) Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.
- f) Se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra y la documentación justificativa del control de calidad realizado.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales.

Salvo pacto expreso en contrario, la recepción de la obra tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al promotor.

### 1.2.5.2. Recepción provisional

Ésta se realizará con la intervención de la propiedad, del constructor y del director de obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los técnicos de la dirección facultativa extenderán el correspondiente certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

### 1.2.5.3. Documentación final

El director de obra, asistido por el contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

A su vez dicha documentación se divide en:

#### a) DOCUMENTACIÓN DE SEGUIMIENTO DE OBRA

Dicha documentación según el CTE se compone de:

- Libro de órdenes y asistencias, de acuerdo con lo previsto en el Decreto 461/1971, de 11 de marzo.
- Libro de incidencias en materia de seguridad y salud, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Proyecto, con sus anejos y modificaciones debidamente autorizadas por el director de la obra.
- Licencia de obras, de apertura del centro de trabajo y, en su caso, de otras autorizaciones administrativas.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

La documentación de seguimiento será depositada por el director de la obra en su colegio profesional.

### b) DOCUMENTACIÓN DE CONTROL DE OBRA

Su contenido, cuya recopilación es responsabilidad del director de ejecución de obra, se compone de:

- Documentación de control, que debe corresponder a lo establecido en el proyecto.
- Documentación, instrucciones de uso y mantenimiento, así como garantías de los materiales y suministros.
- En su caso, documentación de calidad de las unidades de obra, preparada por el constructor y autorizada por el director de ejecución en su colegio profesional.

### c) CERTIFICADO FINAL DE OBRA

Éste se ajustará al modelo publicado en el Decreto 462/1971, de 11 de marzo, en donde el director de la ejecución de la obra certificará haber dirigido la ejecución material de las obras y controlado cuantitativa y cualitativamente la construcción y la calidad de lo edificado de acuerdo con el proyecto, la documentación técnica que lo desarrolla y las normas de buena construcción.

El director de la obra certificará que la edificación ha sido realizada bajo su dirección, de conformidad con el proyecto objeto de la licencia y la documentación técnica que lo complementa, hallándose dispuesta para su adecuada utilización con arreglo a las instrucciones de uso y mantenimiento.

#### 1.2.5.4. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente a su medición definitiva, (según lo estipulado en el artículo 6 de la LOE).

#### 1.2.5.5. Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el pliego de condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 9 meses.

#### 1.2.5.6. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del contratista.

#### 1.2.5.7. Recepción definitiva

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación al constructor.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.2.5.8. Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el director de obra marcará al constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias.

### 1.2.5.9. Recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el pliego de condiciones particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en este pliego de condiciones.

Para las obras y trabajos no determinados, pero aceptables a juicio del director de obra, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## 1.3. Disposiciones económicas

### 1.3.1. Principio general

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación, con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

### 1.3.2. Fianzas

El contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos según se estipule:

- a) Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- b) Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

El porcentaje de aplicación para el depósito o la retención se fijará en el pliego de condiciones particulares.

La fianza retenida será devuelta al contratista en un plazo que no excederá de 30 días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

# PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

## 1.3.3. De los precios

### 1.3.3.1. Composición de los precios unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

#### a) COSTES DIRECTOS

La mano de obra, los materiales, los equipos y sistemas técnicos de seguridad y salud para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales, los gastos de personal, combustible, energía, los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

#### b) COSTES INDIRECTOS

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, los del personal técnico y administrativo. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

#### c) GASTOS GENERALES

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

#### d) BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del contratista se establece en el 6% sobre la suma de las anteriores partidas en obras para la administración.

#### e) PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del beneficio industrial.

#### f) PRECIO DE CONTRATA

El precio de contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

El IVA se aplica sobre esta suma (precio de contrata) pero no integra el precio.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.3.3.2. Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la propiedad por medio del director de obra decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

### 1.3.3.3. Reclamación de aumento de precios

Si el contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras.

### 1.3.3.4. Acopio de materiales

El contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el contratista.

## 1.3.4. Valoración y abono de los trabajos

### 1.3.4.1. Formas de abono de las obras

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, y salvo que en el pliego particular de condiciones económicas se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

- 1) Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- 2) Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- 3) Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del director de obra. Se abonará al contratista en idénticas condiciones al caso anterior.
- 4) Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determina.
- 5) Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### 1.3.4.2. Relaciones valoradas y certificaciones

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los pliegos de condiciones particulares que rijan en la obra, formará el contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según mediciones.

Lo ejecutado por el contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente pliego general de condiciones económicas respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

### 1.3.4.3. Pagos

Los pagos se efectuarán por el propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el director de obra, en virtud de las cuales se verifican aquellos.

### 1.3.4.4. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

- 1) Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el contratista a su debido tiempo; y el director de obra exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en los pliegos particulares o en su defecto en los generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.
- 2) Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo por el propietario, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- 3) Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al contratista.

## 1.3.5. Indemnizaciones mutuas

### 1.3.5.1. Indemnización por retraso del plazo de terminación de las obras

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra, salvo lo dispuesto en el pliego particular del presente proyecto.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

#### 1.3.5.2. Demora de los pagos por parte del propietario

Si el propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido el contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual (o el que se defina en el pliego particular), en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran 2 meses a partir del término de dicho plazo de 1 mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

#### 1.3.6. Seguro de las obras

El contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados.

El importe abonado por la sociedad aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del contratista, hecho en documento público, el propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de seguros, los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

Además, se han de establecer garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción, según se describe en el artículo 81, en base al artículo 19 de la LOE.

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 2.1. Prescripciones sobre los materiales

#### 2.1.1. Condiciones generales

- **Calidad de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

- **Pruebas y ensayos de materiales**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

- **Materiales no consignados en proyecto**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la dirección facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

- **Condiciones generales de ejecución**

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, aprobado por el Consejo Superior de los Colegios de Arquitecto/ingenieros en fecha 24 de abril de 1973, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la dirección facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

- **Pintura**

- Pintura al temple

Estará compuesta por una cola disuelta en agua y un pigmento mineral finamente disperso con la adición de un antifermo tipo formol para evitar la putrefacción de la cola. Los pigmentos a utilizar podrán ser:

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- Blanco de cinc, que cumplirá la UNE 48041.
- Litopón, que cumplirá la UNE 48040.
- Bióxido de titanio, según la UNE 48044.

También podrán emplearse mezclas de estos pigmentos con carbonato cálcico y sulfato básico. Estos dos últimos productos, considerados como cargas, no podrán entrar en una proporción mayor del 25% del peso del pigmento.

- Pintura plástica

Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

- **Colores, aceites, barnices, etc.**

Todas las sustancias de uso general en la pintura deberán ser de excelente calidad.

Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies.
- Fijeza en su tinta.
- Facultad de incorporarse al aceite, color, etc.
- Ser inalterables a la acción de los aceites o de otros colores.
- Insolubilidad en el agua.

Los aceites y barnices reunirán las siguientes condiciones:

- Ser inalterables por la acción del aire.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y color perfectos.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite, bien purificados y sin posos. Su color será amarillo claro, no admitiéndose el que al usarlos, dejen manchas o ráfagas que indiquen la presencia de sustancias extrañas.

- **Fontanería**

- Tubería de PVC

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma.

La medición se hará por m lineal de tubería.

## 2.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra y prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

- **Pintura**

- Condiciones generales de preparación del soporte

La superficie que se va a pintar debe estar seca, desengrasada, sin óxido ni polvo, para lo cual se empleará cepillos, sopletes de arena, ácidos y alices cuando sean metales.

Los poros, grietas, desconchados, etc., se llenarán con másticos o empastes para dejar las superficies lisas y uniformes. Se harán con un pigmento mineral y aceite de linaza o barniz y un cuerpo de relleno para las maderas. En los paneles se empleará yeso amasado con agua de cola, y sobre los metales se utilizarán empastes compuestos de 60-70% de pigmento (albayaide), ocre, óxido de hierro, litopón, etc. y cuerpos de relleno (creta, caolín, tiza, espato pesado), 30-40% de barniz copal o ámbar y aceite de maderas.

Los másticos y empastes se emplearán con espátula en forma de masilla; los líquidos con brocha o pincel o con el aerógrafo o pistola de aire comprimido. Los empastes, una vez secos, se pasarán con papel de lija en paredes y se alisarán con piedra pómez, agua y fieltro, sobre metales.

Antes de su ejecución se comprobará la naturaleza de la superficie a revestir, así como su situación interior o exterior y condiciones de exposición al roce o agentes atmosféricos, contenido de humedad y si existen juntas estructurales.

Estarán recibidos y montados todos los elementos que deben ir en el paramento, como cerco de puertas, ventanas, canalizaciones, instalaciones, etc.

Se comprobará que la temperatura ambiente no sea mayor de 28° C ni menor de 6° C.

El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación.

La superficie de aplicación estará nivelada y lisa.

En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Al finalizar la jornada de trabajo se protegerán perfectamente los envases y se limpiarán los útiles de trabajo.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

### ○ Aplicación de la pintura

Las pinturas se podrán dar con pinceles y brocha, con aerógrafo, con pistola, (pulverizando con aire comprimido) o con rodillos.

Las brochas y pinceles serán de pelo de diversos animales, siendo los más corrientes el cerdo o jabalí, marta, tejón y ardilla. Podrán ser redondos o planos, clasificándose por números o por los gramos de pelo que contienen. También pueden ser de nylon.

Los aerógrafos o pistolas constan de un recipiente que contiene la pintura con aire a presión (1-6 atmósferas), el compresor y el pulverizador, con orificio que varía desde 0,2 mm hasta 7 mm, formándose un cono de 2 cm al metro de diámetro.

Dependiendo del tipo de soporte se realizarán una serie de trabajos previos, con objeto de que al realizar la aplicación de la pintura o revestimiento, consigamos una terminación de gran calidad.

Sistemas de preparación en función del tipo de soporte:

#### - Yesos y cementos así como sus derivados:

Se realizará un lijado de las pequeñas adherencias e imperfecciones. A continuación se aplicará una mano de fondo impregnado los poros de la superficie del soporte. Posteriormente se realizará un plastecido de faltas, repasando las mismas con una mano de fondo. Se aplicará seguidamente el acabado final con un rendimiento no menor del especificado por el fabricante.

#### - Madera:

Se procederá a una limpieza general del soporte seguida de un lijado fino de la madera.

A continuación se dará una mano de fondo con barniz diluido mezclado con productos de conservación de la madera si se requiere, aplicado de forma que queden impregnados los poros.

Pasado el tiempo de secado de la mano de fondo, se realizará un lijado fino del soporte, aplicándose a continuación el barniz, con un tiempo de secado entre ambas manos y un rendimiento no menor de los especificados por el fabricante.

#### - Metales:

Se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo, seguido inmediatamente de una limpieza manual esmerada de la superficie.

A continuación se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva, con un rendimiento no inferior al especificado por el fabricante.

Pasado el tiempo de secado se aplicarán dos manos de acabado de esmalte, con un rendimiento no menor al especificado por el fabricante.

## PROYECTO DE EJECUCIÓN DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (EDARI) EN UNA FÁBRICA DE SALSAS SITUADA EN DOS HERMANAS (SEVILLA)

---

- Medición y abono.

La pintura se medirá y abonará en general, por m<sup>2</sup> de superficie pintada, efectuándose la medición en la siguiente forma:

Pintura sobre muros, tabiques y techos: se medirá descontando los huecos. Las molduras se medirán por superficie desarrollada.

Pintura sobre carpintería: se medirá por las dos caras, incluyéndose los tapajuntas.

Pintura sobre ventanales metálicos: se medirá una cara.

En los precios respectivos está incluido el coste de todos los materiales y operaciones necesarias para obtener la perfecta terminación de las obras, incluso la preparación, lijado, limpieza, plastecido, etc. y todos cuantos medios auxiliares sean precisos.

- Fontanería
- Tubería PVC

Toda la tubería se instalará de forma que presente un aspecto limpio y ordenado. Se usarán accesorios para todos los cambios de dirección y los tendidos de tubería se realizarán de forma paralela o en ángulo recto a los elementos estructurales del edificio.

La tubería estará colocada en su sitio sin necesidad de forzarla ni flexarla; irá instalada de forma que se contraiga y dilate libremente sin deterioro para ningún trabajo ni para sí misma.