



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)

MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA
DE AGUAS RESIDUALES CON APORTE A
ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA**

Autor

Francisco Muñoz Viguera

Directores

Carlos Morales Polo

Mar Cledera Castro

En Madrid, a Julio de 2017

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. FRANCISCO MUÑOZ VIGUERAS

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APOORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA , que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5º. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que

podieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 13 de Julio de 2017

ACEPTA

Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
CON APORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2016/2017 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.


Fdo.: Francisco Muñoz Viguera

Fecha: 13 / 07 / 2017

Autorizada la entrega del proyecto
LOS DIRECTORES DEL PROYECTO

 
Fdo.: Carlos Morales Polo y Mar Cledera Castro

Fecha: / /

ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA

Autor: Muñoz Viguera, Francisco

Directores: Morales Polo, Carlos. Cledera Castro, Mar.

Entidad colaboradora: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Introducción

Desde hace varios años la ciudad de Murcia se enfrenta a una necesidad de apoyo en la depuración de sus aguas residuales, pues la única EDAR presente, la planta “Murcia Este”, trabaja *por encima de su capacidad nominal* la mayor parte del tiempo debido al gran aumento de la población de la ciudad en los últimos años (30%), que además se espera crezca en un futuro.

Además, los problemas con el agua en la Región de Murcia se manifiestan en muchos aspectos: escasez para riego y consumo humano, sequía cada vez mayor de ríos y humedales, sobreexplotación de acuíferos, y contaminación del Mar Menor, arroyos y aguas subterráneas del Campo de Cartagena por la salmuera generada en la desalación de las aguas marinas.

El primer motivo expuesto de incapacidad de depuración muestra el beneficio ambiental y ahorro energético que traería la instalación de una EDAR adicional para la ciudad de Murcia, mientras que el segundo, motiva el intento de desarrollo de una nueva tecnología que además contribuya a la mejora de la calidad de las aguas de la Región.

El objetivo del presente Proyecto es el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para poder satisfacer la creciente demanda de depuración, y para contribuir a la mejora del ciclo del agua en Murcia.

Para ello se propone la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales no convencional, con aporte a aguas subterráneas (una tecnología pionera en España) con un nuevo tratamiento nunca antes implantado para la depuración de aguas residuales, consistente en el aprovechamiento de la energía potencial de la columna de agua para poder filtrarla por su

propio peso gracias al incremento de presión generado con esta altura, situando los filtros a una profundidad de 7 m bajo el nivel del suelo, y posteriormente vertiéndola a las aguas subterráneas de la ciudad de Murcia, en la actualidad sobreexplotadas y con necesidad de aporte.

De esta forma el proceso de filtración se realizará de forma natural *sin necesidad de aporte de energía*, lo que garantizará un ahorro de energía del 10% correspondiente a la eliminación del proceso de elevación del agua bruta necesario para garantizar el avance del agua en la línea de tratamiento. Este nuevo sistema de tratamiento contribuirá igualmente a la estabilización del nivel freático y permitirá reducir los efectos de posibles sequías sobre el consumo humano, habituales en la región, al aumentar las reservas de aguas subterráneas de la ciudad.

La planta estará emplazada además muy cerca del río Segura, al cual se verterán las aguas en caso de sequía en el río (la cual es bastante habitual) en caso de necesidad urgente de riego en la vega baja del río, o en caso de exceso de caudal de aguas subterráneas, lo que podría elevar el nivel freático de las mismas por encima del nivel superficial de la línea de aguas, provocando una inversión del caudal en la línea de la planta, dañando seriamente las máquinas y otros elementos de la EDAR.

El medio de aporte de las aguas tratadas será pues variable, quedando su elección en manos de personal de control de la EDAR, aconsejado por la Consejería de Medio Ambiente de la Región de Murcia, por la Confederación Hidrográfica del Segura, y por la empresa gestora de las aguas de la región, Aguas de Murcia.

Metodología de trabajo

El autor viene de una familia cuya dedicación ha sido la explotación agraria durante varias generaciones, y debido a ello conoce los problemas con el ciclo del agua y con la depuración de aguas residuales en la Región de Murcia. Ello le ha hecho querer, no sólo realizar un proyecto en este contexto, sino aportar además alguna nueva idea que realmente pudiera contribuir directamente a la mejora de ambos problemas. Con ello y tras intentar encontrar mejoras en el tratamiento de aguas residuales, surgió la idea del nuevo sistema de filtración propuesto de "*filtración por gravedad*". Para el diseño de este proceso y de la planta en general, se siguieron los siguientes pasos:

- Análisis de la situación en la Región de Murcia y en la ciudad de Murcia.
- Búsqueda de soluciones innovadoras para contribuir a mejorar los problemas en el ciclo del agua.
- Estudio de las **normativas** que afectan a la realización del proyecto, que son el Real decreto 1620/2007 de Reutilización de las Aguas y la Directiva 91/271/CEE del Consejo, del 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas. En ellos se especifican los parámetros de salida de las aguas de aporte a acuíferos, y los tratamientos necesarios en la depuración. La Confederación Hidrográfica del Segura, además establece los requisitos de aporte de aguas tratadas al río Segura.
- Modificación y ajuste de la solución innovadora encontrada a las posibilidades reales. Descubrimiento de un ahorro de energía menor del esperado inicialmente, estimado en el 80%.
- Predimensionado y estudio preliminar de la viabilidad económica.
- Diseño de la estación depuradora de aguas residuales. Para satisfacer todos estos requisitos normativos, se propone la instalación de una planta de tratamiento con 4 procesos básicos: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario.

El proceso de **pretratamiento** eliminaría todos los sólidos en suspensión no disueltos, que caigan (arenas y sólidos más densos) o floten (grasas) por su propio peso. El **tratamiento primario**, mediante un proceso físico-químico de coagulación-floculación, eliminaría el resto de sólidos que no caen por su propio peso, al agregar las partículas formando otras más grandes que son posteriormente decantadas. El **tratamiento secundario** (o biológico) por su parte reduciría la cantidad de oxígeno disuelta en las aguas residuales mediante digestión aerobia a través del uso de bacterias y microorganismos. El **tratamiento terciario** (o avanzado) eliminaría las bacterias restantes que puedan modificar la alta pureza de las aguas subterráneas, mediante un proceso de cloración seguido de una filtración por arena.

Este **proceso de filtración** será la gran innovación del proyecto, pues será un sistema que nunca se ha empleado anteriormente, consistiendo en el emplazamiento de 7 filtros

de arena por debajo del nivel de la línea de aguas 7 m, ganando una presión de hasta 4 atmósferas, consiguiendo una filtración rápida y aportando las aguas efluentes del tratamiento directamente a las aguas subterráneas situadas 250 m más abajo mediante una canalización de PVC. A este proceso se le ha denominado “filtración por gravedad”, y como se ha indicado reducirá el consumo energético de la planta un 10%.

- Cálculo del presupuesto de ejecución del proyecto.
- Estudio final de la viabilidad económica del proyecto.

Resultados

Los parámetros salida de las aguas tratadas, se comprueba tras el diseño de la planta, que cumplen la normativa al alcanzar los siguientes valores:

Tabla 1. Parámetros de salida para aporte a acuífero.

Concentración de SS en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de DBO	25
Concentración de DQO en la salida de la planta (mg/l O)	125
Concentración de N en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de P en la salida de la planta (mg/l)	1
Concentración de Escherichia coli en la salida de la planta (UFC/100 ml)	0
Concentración de Nematodos en la salida de la planta (huevo/10l)	1
Concentración de Legionella spp en la salida de la planta (mg/l)	No se fija límite
Turbidez (UNT)	2

Cuando las aguas de entrada a la planta presentaban una contaminación extremadamente elevada.

Tras realizar un **estudio económico**, se comprueba que la viabilidad de esta planta será muy elevada, con un VAN de 12.463.966,24 €, y una TIR del 23,47%, muy superior a la tasa de retorno establecida del 3% (valor de la inflación). Para el cálculo de la viabilidad del proyecto se ha empleado una estimación del *precio sombra* a través de un análisis coste-beneficio, usando como coste el coste real proyectado de la planta (gasto energético, gasto de productos

del tratamiento, alquiler de la parcela, salarios de los operarios, mantenimiento, reparaciones...), y como beneficio, una estimación del beneficio ambiental (ahorro de costes por contaminación en el caso de no tratar las aguas, incremento de la recaudación por aumento de consumo de agua por parte del estado, incremento de la actividad agrícola de la zona...) generado gracias a la instalación de la planta.

El VAN de 12.463.966,24 € es casi el doble del coste total de la planta de 6.784.318,88 €, lo que indica un gran rendimiento de la inversión, y el TIR tan elevado (23,47%) nos indica una rentabilidad muy superior a la media del mercado.

Conclusiones

Se concluye por tanto que la planta proyectada, además de satisfacer una necesidad de depuración clara cumpliendo con todos los requerimientos de los organismos reguladores, y de contribuir a la mejora del ciclo del agua en la Región de Murcia, supone una inversión **altamente viable**.

DESIGN OF A WATER TREATMENT PLAN IN THE CITY OF MURCIA, WITH OUTFLOW STREAM POURED TO UNDERGROUND WATERS

Author: Muñoz Viguera, Francisco

Directors: Morales Polo, Carlos. Cledera Castro, Mar.

Collaborating Entity: ICAI - Universidad Pontificia Comillas

PROJECT SUMMARY

Introduction

For several years the city of Murcia has faced a need for support in the purification of its wastewater, as the only present WWTP, the "Murcia Este" plant, works above its nominal capacity most of the time due to the large increase in the population of the city during the last years (30%), which is also expected to grow in the future.

In addition, problems with water in the Region of Murcia are manifested in many aspects: scarcity for irrigation and human consumption, growing drought of rivers and wetlands, over-exploitation of aquifers, and pollution of the Mar Menor, streams and groundwater of the "Campo de Cartagena" by the brine generated in the desalination of the marine waters.

The first exposed reason for the lack of capacity for purification shows the environmental benefit and energy saving that would bring the installation of an additional WWTP for the city of Murcia, while the second, motivates the attempt to develop a new technology that also contributes to the improvement of the water cycle quality of the Region.

The objective of this project is to design a wastewater treatment plant to meet the growing demand for wastewater treatment and to contribute to the improvement of the water cycle in Murcia.

For this purpose, we propose the installation of an unconventional wastewater treatment plant, with a contribution to groundwater (a pioneering technology in Spain) with a new treatment never before implemented for the treatment of wastewater, consisting of the use of potential energy of the water column to be able to filter it by its own weight thanks to the increase of

pressure generated with this height, placing the filters to a depth of 7 m below ground level, and then pouring it to the groundwater of the city of Murcia, at present overexploited and in need of contribution.

In this way the filtration process will be carried out naturally without the need for energy input, which will guarantee an energy saving of 10% corresponding to the elimination of the process of raising the raw water necessary to guarantee the water advance in the treatment line. This new treatment system will also contribute to the stabilisation of the phreatic level and will reduce the effects of possible droughts on human consumption, common in the region, by increasing the city's groundwater reserves.

The plant will also be located very close to the river Segura, to which the water will be poured in case of drought in the river (which is quite common) in case of urgent need of irrigation in the low valley of the river, or in case of groundwater excess, which could raise the phreatic level above the surface level of the water line, causing an inversion of the flow in the plant line, seriously damaging the machines and other elements of the WWTP.

The receiving environment of the treated water will therefore be variable, being its choice in the hands of control personnel of the WWTP, advised by the Ministry of Environment of the Region of Murcia, by the Segura Hydrographic Confederation, and by Aguas de Murcia, the company that manages the waters of the region.

Working Methodology

The author comes from a family whose dedication has been farming for several generations, and because of this he knows the problems with the water cycle and with the purification of waste water in the Region of Murcia. This has made him want not only to carry out a project in this context, but also to contribute some new idea that could really contribute directly to the improvement of both problems. With this and after trying to find improvements in the treatment of wastewater, the idea of the new filtration system proposed "gravity filtration" arose. For the design of this process, and of the plant in general, the following steps were followed:

- Analysis of the situation in the Region of Murcia and in the city of Murcia.

- Search for innovative solutions to contribute to improve the problems in the water cycle, arriving at the possibility
- Study of the regulations that affect the implementation of the project, which are Royal Decree 1620/2007 on Water Reuse and Council Directive 91/271 / EEC of 21 May 1991 on urban wastewater treatment, which specify the parameters of the output water flow poured to aquifers, and the necessary treatments in the purification. The Segura Hydrographic Confederation also establishes the requirements for the supply of treated water to the Segura River.
- Modification and adjustment of the innovative solution found to the real possibilities. Discovery of an energy saving lower than initially expected, estimated at 80%.
- Predimensioning and preliminary study of economic viability.
- Design of the sewage treatment plant. To meet all these regulatory requirements, it is proposed to install a treatment plant with 4 basic processes: pretreatment, primary treatment, secondary treatment and tertiary treatment.

The **pretreatment process** would remove all undissolved solids in suspension, which fall (sands and denser solids) or float (fats) by their own weight. The **primary treatment**, through a physical-chemical process of coagulation-flocculation, would eliminate the rest of solids that do not fall by their own weight, adding the particles forming larger ones that are later decanted. **Secondary (or biological) treatment** would reduce the amount of dissolved oxygen in the wastewater through aerobic digestion through the use of bacteria and microorganisms. **Tertiary (or advanced) treatment** would eliminate the remaining bacteria that can modify the high purity of the groundwater by a chlorination process followed by sand filtration.

This **filtration process** will be the great innovation of the project, since it will be a system that has never been used previously, consisting of the placement of 7 sand filters below the level of the water line 7 m, gaining a pressure of up to 4 atmospheres, achieving a rapid filtration and bringing the treatment effluent waters directly to the groundwater located 250 m below by means of a PVC pipe. This process has been called "gravity filtration", and as indicated will reduce the energy consumption of the plant by 10%.

- Calculation of the project execution budget.
- Final study of the economic viability of the project.

Results

It is proven once the WWTP has been designed, that all the outflow parameters fully meet the regulatory requirements, acquiring the following values:

Table 1. Outflow parametres.

Concentración de SS en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de DBO	25
Concentración de DQO en la salida de la planta (mg/l O)	125
Concentración de N en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de P en la salida de la planta (mg/l)	1
Concentración de Escherichia coli en la salida de la planta (UFC/100 ml)	0
Concentración de Nematodos en la salida de la planta (huevo/10l)	1
Concentración de Legionella spp en la salida de la planta (mg/l)	No se fija limite
Turbidez (UNT)	2

After carrying out an **economic study**, it is verified that the viability of this plant will be very high, with a NPV of € 12,463,966.24 and a TIR of 23.47%, well above the established rate of return of 3% (inflation rate). For the calculation of the viability of the project, an estimate of the shadow price has been used through a cost-benefit analysis, using as cost the actual projected cost of the plant (energy expenditure, treatment product expenditure, plot rent, wages, maintenance, repairs ...), and as a benefit, an estimate of the environmental benefit (cost savings for pollution in the case of not treating the water before pouring it, increased collection by increasing water consumption by the state, Increase of the agricultural activity of the area ...) generated by the installation of the plant.

The NPV of € 12,463,966.24 almost doubles the total cost of the plant of € 6,784,318.88, which indicates a high return on investment, and the high IRR (23.47%) indicates a profitability well above the market average.

Conclusions

It is concluded therefore that the plant, besides satisfying a clear purification need, and contributing to the improvement of the water cycle in the Region of Murcia fulfilling all the regulatory requirements, is a highly viable investment.



ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO N°1. - MEMORIA

Memoria
Cálculos funcionales
Cálculos eléctricos
Estudio económico
Impacto ambiental
Anexos

DOCUMENTO N°3. - PLIEGO DE CONDICIONES

Prescripciones técnicas generales
Prescripciones técnicas particulares

DOCUMENTO N°4. - PRESUPUESTO

Mediciones
Cuadro de precios n°1
Cuadro de precios n°2
Presupuestos parciales
Presupuesto general

DOCUMENTO N°5. - ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria
Pliego de condiciones
Presupuesto

MEMORIA

MEMORIA



ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Antecedentes.....	1
2. Objetivo del proyecto.....	1
3. Alcance.....	2
4. Estudios previos	3
4.1. Estudio de la población de la ciudad de Murcia en la actualidad	3
4.2. Estudio de las normativas que afectan al proyecto	4
4.3. Características del medio receptor	7
4.4. Estudio de la situación de tratamiento de aguas de la ciudad de Murcia en la actualidad.....	8
4.5. Estudio de la situación de las aguas subterráneas en Murcia en la actualidad	9
4.6. Conclusión del estudio	9
4.7. Procedimientos para obtener el contrato para la depuración de aguas residuales.	10
5. Bases de partida	11
5.1. Características de las aguas a tratar	11
5.2. Características de las aguas de salida.....	12
5.3. Cálculos de partida.....	13
5.4. Conclusiones	14
6. Descripción de las instalaciones de la EDAR	15
6.1. Pretratamiento	16
6.1.1. Instalaciones receptoras	16
6.1.2. Pozo de gruesos.....	17
6.1.3. Rejas de desbaste.....	18
6.1.4. Tamizado	20



6.1.5.	Desarenado y desengrasado	21
6.1.6.	Resultados del pretratamiento	22
6.2.	Tratamiento primario	24
6.2.1.	Coagulación-Floculación: Eliminación del fósforo	24
6.2.2.	Decantación Primaria	27
6.2.3.	Parámetros de salida del tratamiento primario	29
6.3.	Tratamiento secundario	30
6.3.1.	Introducción	30
6.3.2.	Reactor biológico	32
6.3.2.1.	Eliminación de la DBO y de los SS	32
6.3.2.1.	Eliminación del nitrógeno	35
6.3.2.2.	Dimensionamiento de los componentes del tratamiento secundario	36
6.3.2.3.	Resumen	40
6.3.3.	Decantación secundaria	40
6.3.4.	Parámetros de salida del tratamiento secundario	41
6.4.	Tratamiento terciario	43
6.4.1.	Cloración	43
6.4.2.	Filtración	47
6.5.	Línea de fangos	50
6.5.1.	Espesamiento por gravedad	50
6.5.2.	Digestión aerobia	51
6.5.3.	Deshidratación por Eras de secado	52
7.	Plazos de ejecución del proyecto	53
8.	Plazo de garantía	53
9.	Documentos del proyecto	54
10.	Resumen del presupuesto	55
11.	Declaración de obra completa	56



1. ANTECEDENTES

En los últimos años la ciudad de Murcia se enfrenta a una necesidad de apoyo en la depuración de sus aguas residuales, pues la única EDAR presente (la planta “Murcia Este”), trabaja por encima de su capacidad nominal la mayor parte del tiempo debido al gran aumento de la población de la ciudad en los últimos años, que además se espera crezca en un futuro.

Además, los problemas con el agua en la Región de Murcia se manifiestan en muchos aspectos: escasez para riego y consumo humano, sequía cada vez mayor de ríos, humedales y aguas subterráneas, sobreexplotación de acuíferos, y contaminación del Mar Menor, arroyos y aguas subterráneas del Campo de Cartagena por la salmuera generada en la desalación de las aguas marinas.

El primer motivo expuesto de incapacidad de depuración muestra el beneficio ambiental que traería la instalación de una EDAR adicional para la ciudad de Murcia, mientras que el segundo, motiva el intento de desarrollo de una nueva tecnología que además contribuya a la mejora de la calidad de las aguas de la Región.

2. OBJETIVO DEL PROYECTO

El objetivo del presente Proyecto es el diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para poder satisfacer los dos problemas principales en el ciclo del agua en la Región de Murcia (la incapacidad de la planta de tratamiento de la ciudad, y los problemas con aguas superficiales y subterráneas), dentro del marco ético y legal cumpliendo todas las normativas de suministro, seguridad y salud, y respetuosamente con el medio ambiente.

Para ello se propone una planta de tratamiento de aguas residuales no convencional, con aporte a aguas subterráneas (una tecnología pionera en España), con un nuevo tratamiento nunca antes implantado para la depuración de aguas residuales, consistente en el aprovechamiento de la energía potencial de la columna de agua para poder filtrarla por su propio peso gracias a la presión generada con esta altura, situando los filtros a una profundidad de 7 m bajo el nivel del suelo, y posteriormente vertiéndola a las aguas subterráneas de la ciudad de Murcia, en la actualidad sobre explotadas y con necesidad de aporte.



De esta forma el proceso de filtración se realizará de forma natural sin necesidad de aporte de energía, lo que garantizará un ahorro de energía del 10% correspondiente a la eliminación del proceso de elevación del agua bruta necesario para garantizar el avance del agua en la línea de tratamiento. Este nuevo sistema de tratamiento contribuirá igualmente a la estabilización del nivel freático y permitirá reducir los efectos de posibles sequías sobre el consumo humano, habituales en la región.

La planta estará emplazada además muy cerca del río Segura, al cual se verterán las aguas en caso de sequía en el río (lo cual es bastante habitual), en caso de necesidad urgente de riego en la vega baja del río mediante extracción de agua del cauce, o en caso de exceso de caudal de aguas subterráneas, lo que podría elevar el nivel freático de las mismas por encima del nivel superficial de la línea de aguas, provocando una inversión del caudal en la línea de la planta, dañando seriamente las máquinas y otros elementos de la EDAR.

El medio de aporte de las aguas tratadas será pues variable, estando su elección en manos de personal de control de la EDAR, aconsejado por la Consejería de Medio Ambiente de la Región de Murcia y por la empresa gestora de las aguas, Aguas de Murcia.

3. ALCANCE

Este proyecto contemplará el diseño de todos los procesos de la depuradora desde la recepción de las aguas residuales directamente desde la red de alcantarillado hasta su liberación como aguas tratadas ya sea en las aguas subterráneas o al río Segura.

No está dentro del alcance del presente proyecto, el diseño del sistema de Gestión de Calidad de la planta, el diseño del Sistema de Protección contra Incendios, el aprovechamiento energético de los gases generados en el tratamiento de fangos, y el estudio de posible suministro eléctrico mediante fuentes renovables como de energía eólica y solar, quedando todos ellos en manos de profesionales especializados en dichas materias.

4. ESTUDIOS PREVIOS

4.1. ESTUDIO DE LA POBLACIÓN DE LA CIUDAD DE MURCIA EN LA ACTUALIDAD

La población actual de la ciudad es de 420.000 habitantes. Como en toda España, durante los últimos años, el crecimiento de la población se ha reducido y la población ha permanecido prácticamente constante durante los últimos 6 años, con un crecimiento en el último año de únicamente 0,21%, especialmente debido a la inmigración desde otras zonas.

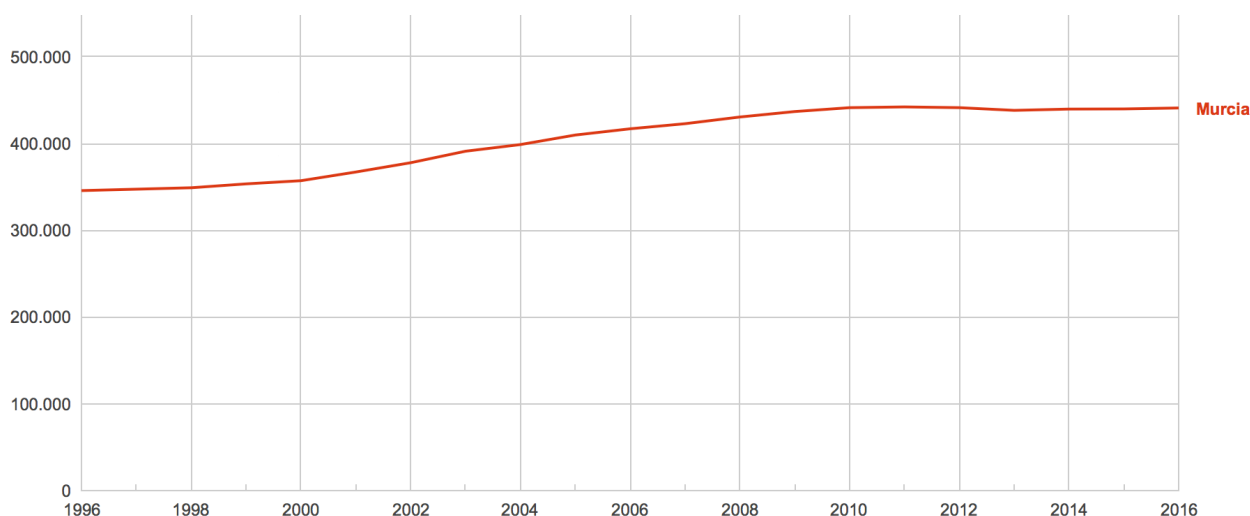


Figura 1.1.1. Evolución de la población en la ciudad de Murcia (fuente *google public data*).

Puesto que se carece de estudios precisos realizados por organismos públicos del futuro de la población de Murcia, se van a emplear los datos del pronóstico del INE de la evolución de la población española desde 2016 a 2064. Como se puede observar en la figura 3.2, la población española se espera vaya a reducirse progresivamente durante los próximos 50 años si se continúa con la tendencia actual. La Región de Murcia no obstante sería una de las únicas comunidades autónomas que ganaría población los próximos 15 años, llegando el aumento hasta 20.000 habitantes (INE, 2016). Como un 30% de la población de la Región de Murcia se sitúa en la actualidad en la ciudad de Murcia, y además la tendencia de la población a vivir en ciudades es cada vez mayor, se aproxima para el cálculo de la estación depuradora que en 30

años (vida útil de una EDAR)¹ y para una estimación del 40%² de los habitantes de la Región de Murcia situados en la ciudad de Murcia, la población de ésta ciudad haya aumentado en tan sólo **8.000 habitantes** (referencia a Cálculos). Esta cifra comparada con la actual población de 420.000 habitantes corresponde a un aumento redondeado al alza del 2%. Como máximo se espera una población en Murcia de **430.000 habitantes, y se diseñará la planta depuradora siguiendo esta estimación.**

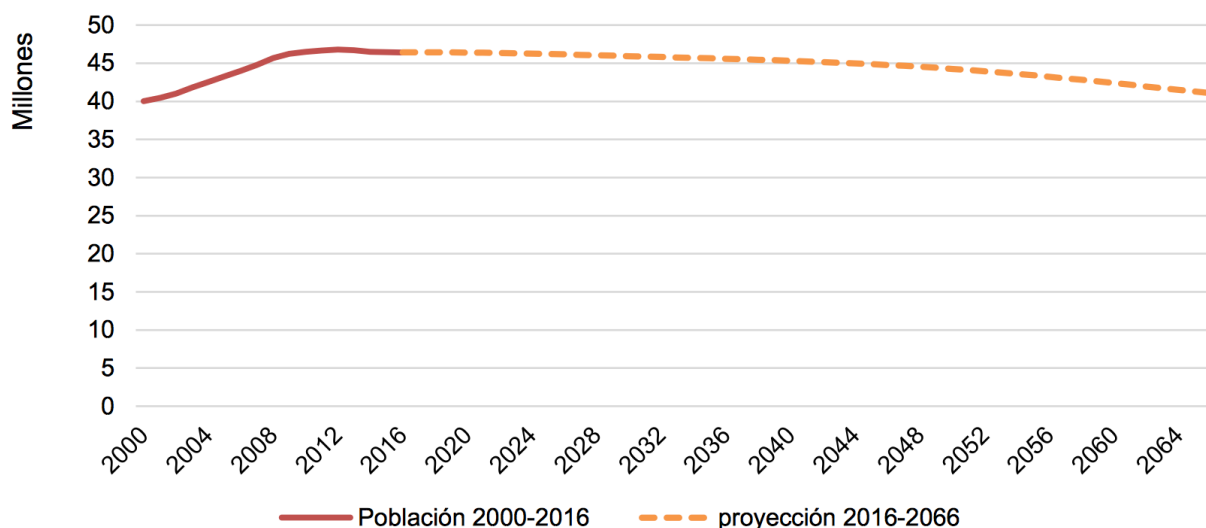


Figura 1.1.2. Proyección de la población en España en millones de habitantes (fuente *INE*, 2016).

4.2. ESTUDIO DE LAS NORMATIVAS QUE AFECTAN AL PROYECTO

Todas las aguas efluentes para todos los distintos usos posibles tienen que seguir las pautas que especifica la ley española y la Comunidad Europea. A un proyecto de una planta de tratamiento de aguas residuales le afectan en toda la península española las siguientes normas:

- Directiva del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE)
- Real Decreto 1620/2007 de Reutilización de las Aguas

¹ METCALF & EDDY, INC. *Ingeniería de aguas residuales*. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995)

² En la Región de Murcia, el 60% de la población vive en las cuatro ciudades más importantes (Murcia, Cartagena, Lorca y Molina de Segura). De este porcentaje, la mitad se encuentra en la ciudad de Murcia (el 30% del total), pero según muchos autores, el porcentaje de población que vivirá en ciudades en el futuro será mucho más alto que el actual. Debido a nuestra ausencia de datos, vamos a suponer en un criterio conservador en el diseño de la planta, un futuro porcentaje del 40% de la población de la Región de Murcia en la capital.



Los parámetros de las aguas para su consumo humano (aguas potables) en cambio vienen dados por el RD 140/2003, pero no afectan a este proyecto pues las aguas tratadas no serán utilizadas para consumo humano directo, entre otras cosas, pues lo impide la norma española.

La norma 91/271/CEE establece los valores de contaminación que deben cumplir las aguas tratadas:

Tabla 1.1.1

Parámetros	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción
DBO	25 mg/L O	70-90 %
DQO	125 mg/L O	75%
Total sólidos en suspensión	35 mg/L (d)	90 % (d)

Si además las aguas van a ser aportadas a una **zona sensible**, se deben limitar los contenidos de Nitrógeno y Fósforo del agua de salida como indica la siguiente tabla (norma 91/271/CEE):

Tabla 1.1.2

Parámetros	Concentración		Porcentaje mínimo de reducción
	10.000 a 100.000 h-e	> 100.000 h-e	
Fósforo total	2 mg/L P	1 mg/L P	80%
Nitrógeno total (mg/L N)	15 mg/L N	10 mg/L N	70-80 %

Según la norma 91/271/CEE, se considera que un medio acuático es zona sensible si puede incluirse en uno de los siguientes grupos:

- Lagos, lagunas, embalses, estuarios y aguas marítimas que sean eutróficos³ o que podrían llegar a ser eutróficos en un futuro próximo si no se adoptan medidas de protección.

³ **Eutrófico.** Con abundancia de nutrientes que favorecen el crecimiento de las algas y otros organismos.



- Aguas continentales superficiales destinadas a la obtención de agua potable que podrían contener una concentración de nitratos superior a 50 mg/l NO₃-
- Masas de agua en las que sea necesario un tratamiento adicional al tratamiento secundario para cumplir lo establecido en la normativa comunitaria.

Tabla 1.1.3. Parámetros normalizados de pureza de las aguas tratadas según sus usos (Real Decreto 1620/2007) .

USOS	Tipo de Calidad	Escherichia coli UFC/100 ml	Nematodos	Legionella spp. UFC/100 ml
- Torres de refrigeración y condensadores evaporativos (3.2)	A	Ausencia	Ausencia	Ausencia
- Residenciales (1.1)		Ausencia	< 1 huevo/10L	< 100
- Recarga acuíferos inyección directa (5.2)		Ausencia	< 1 huevo/10L	No se fija límite
- Servicios urbanos (1.2) - Riego agrícola sin restricciones (2.1) - Riego campos de golf (4.1)	B	< 100-200	< 1 huevo/10L	< 100
- Riego de productos agrícolas que no se consumen frescos. - Riego pastos animales productores. - Acuicultura (2.2) - Aguas proceso y limpieza industria alimentaria (3.1)	C	< 1.000	< 1 huevo/10L	No se fija límite
- Recarga acuíferos por percolación a través del terreno (5.1)		< 1.000	No se fija límite	No se fija límite
- Riego cultivos leñosos, viveros y cultivos industriales (2.3) - Masas agua sin acceso público (4.2)	D	< 10.000	< 1 huevo/10L	< 100
- Riego de bosques y zonas verdes no accesible al público (5.3)	E	No se fija límite	No se fija límite	No se fija límite
- Ambientales: mantenimiento humedales, caudales mínimos (5.4)	F	La calidad se estudiará caso por caso		



Además, el Real Decreto 1620/2007 de Reutilización de las Aguas exige el cumplimiento de los límites de contaminación de las aguas tratadas mostrados en la tabla 3.3. En el *Anexo I.A "Criterios de Calidad para la Reutilización de las aguas según sus usos"*, se establecen los usos permitidos para cada tipo de agua depurada en función de la calidad del agua, existiendo 6 niveles denominados con las letras A, B, C, D, E y F, así como de los parámetros de contaminación del agua *escherichia coli*, *nematodos*, y *legionella spp.*

4.3. CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO RECEPTOR

Puesto que el Real Decreto 1620/2007 de Reutilización de las Aguas exige el control del Nitrógeno y Fósforo en las aguas de aporte a acuíferos, **las aguas subterráneas a las que se aportará el agua tratada en este proyecto se consideran zonas sensibles**, y se requerirá el control de los niveles de N y P.

El agua depurada objetivo del presente proyecto corresponde una agua para recarga de acuíferos por inyección directa, lo que corresponde a una Calidad del agua A (5.2) de gran pureza y que exige una serie de limitaciones en los parámetros del fluente mostradas en la tabla 3.3.

La depuradora diseñada tratará además las aguas efluentes de una población mayor de 100.000 habitantes equivalentes, por lo que los niveles de N y P máximos permitidos serán de 10 y 1 mg/l respectivamente.

En resumen, las aguas tratadas por la planta a diseñar, deberán cumplir las siguientes **características de salida**:

DBO₅	< 25 mg/l O ₂
DQO	< 125 mg/l O ₂
Sólidos en Suspensión	< 10 mg/l
Escherichia coli	0 UFC/100 ml
Nematodos⁴	< 1 huevo / 10l

⁴ Gusanos principalmente acuáticos de pequeño tamaño y forma alargada presentes en las aguas residuales y que pueden causar un serio número de enfermedades como *triquinosis*, *anisakiasis*, *anquilostomiasis*, *ascariasis*, *estrongiloidiasis*...



Legionella spp⁵	No se fija límite
Turbidez	< 2 UNT
N	< 10 mg/l
P	< 1 mg/l

donde las unidades de medida significan:

- UFC (Unidades formadoras de colonias): valor que indica el grado de contaminación microbiológica de un ambiente.
- UNT (unidad nefelométrica de turbiedad, en inglés NTU): es una unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido. Corresponde con una concentración del producto utilizado como patrón llamado Formacina.

Además, en el caso de que las aguas subterráneas estuviesen sobrecargadas, el agua tratada será desviada de la línea de aguas tras el tratamiento secundario, siendo vertida al río Segura, situado en las inmediaciones de la planta, y sus características en este punto (antes del tratamiento terciario) deberán ser las especificadas por la normativa para vertidos al

El río Segura, siguiendo la Directiva 91/271/CEE, no se considera una zona sensible.

4.4. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MURCIA EN LA ACTUALIDAD

En la actualidad la ciudad de Murcia cuenta con una única planta de tratamiento de aguas llamada “EDAR Murcia Este”. Su información es la siguiente⁶:

- **Localización:** Pedanía Llano de Brujas
- **Capacidad:** 36.500.000 m³/año ó 100.000 m³/día ó 325.000 habitantes.
- **Población servida:** Toda la ciudad de Murcia
- **Cargas contaminantes:** DBO₅ de 588 mg/l, y SS de 548 mg/l

⁵ Grupo de bacterias presentes en las aguas estancadas cuyo crecimiento se ve favorecido por la presencia de materia orgánica. Son causantes de la enfermedad denominada *legionelosis*, que puede llegar a ser muy peligrosa.

⁶ Esamur, <http://www.esamur.com/mapa-de-edar>



- **Tecnología:** Tratamiento biológico de fangos activados
- **Receptor de las aguas depuradas:** Río Segura
- **Empresa explotadora:** Aguas de Murcia

En la actualidad la población de la ciudad de Murcia ha aumentado a 420.000 habitantes, pero la capacidad de depuración de la EDAR Murcia Este sigue siendo la inicial (325.000 habitantes). Por este motivo la depuradora trabaja en la actualidad sobre su capacidad de diseño y se considera como “urgente” la necesidad de ampliación de la capacidad de depuración de la ciudad⁷. Además se espera como se calculó en el punto 3.1 un incremento de la población de la ciudad durante los próximos 15 años de hasta 8.000 habitantes (incremento del 2%).

Las aguas depuradas se vierten al río Segura una vez éste ha pasado la ciudad, por lo que no se reutilizan para el consumo de agua de la ciudad.

4.5. ESTUDIO DE LA SITUACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN MURCIA EN LA ACTUALIDAD

La Región de Murcia siempre ha destacado por ser una Comunidad Autónoma con déficit de agua, tanto para riego como para consumo humano. En los últimos años los problemas se han agravado aumentando así el *riesgo de sequía*, y reduciendo las reservas de aguas subterráneas, que en la actualidad se consideran *sobreexplotadas*. En el anexo 2 se muestra la situación actual de los acuíferos en España, pudiéndose observar que los acuíferos de la Región de Murcia son detríticos y se encuentran sobreexplotados:

$$\frac{\text{Agua extraída}}{\text{Capacidad de recarga}} > 1$$

4.6. CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO

Debido a tanto a la necesidad de aumentar la capacidad de depuración como de sanear la explotación de los acuíferos de la ciudad de Murcia, **se propone en este proyecto la instalación**

⁷ Fuente *Informe de propuestas para el Plan Hidrológico de la Cuenca del Segura 2015/2021*.



de una nueva planta de tratamiento de aguas con aporte a las aguas subterráneas, por inyección directa pues el elevado caudal fluente no permitiría una adecuada percolación.

La novedad de este proyecto se da en la fase de filtración del agua tratada, que no usa en este caso una bomba para aumentar la presión del agua, sino la presión generada con la altura de la columna de agua, que permite filtrar el agua de forma natural *sin aporte de energía*, conllevando por tanto un considerable *ahorro energético* en el proceso de depuración.

4.7. PROCEDIMIENTOS PARA OBTENER EL CONTRATO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES.

Para obtener la concesión o autorización de reutilización de las aguas, la empresa gestora de la planta diseñada deberá proceder al registro de la planta en la Administración y en la Confederación Hidrográfica, entregando a la Confederación Hidrográfica del Segura los documentos mostrados mostrados en el anexo 1.



5. BASES DE PARTIDA

Tras los estudios previos realizados se procede en el presente apartado a indicar las bases de partida para el cálculo de las instalaciones depuradoras, como las características de las aguas efluentes a tratar. Los cálculos realizados para obtener los resultados que se muestran se encuentran en la sección del proyecto *Cálculos*.

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS A TRATAR

Las aguas a tratar serán procedentes del alcantarillado común a toda la ciudad y a las industrias situadas a los alrededores, por lo que serán de procedencia tanto *doméstica* como *industrial*⁸. Además hay que sumar la posible procedencia pluvial y de infiltraciones. La composición de las aguas será por tanto muy variada y con un alto nivel de contaminación. Los parámetros de entrada de las aguas residuales en época de máxima contaminación son⁹:

Tabla 1.1.4. Parámetros de entrada.

Población (habitantes reales)	100.000
Población (habitantes equivalentes)	155.000
Caudal de diseño (m ³ /s)	31.000
Caudal máximo (m ³ /s)	46.500
Dotación (l/habitante y día)	200
Concentración de SS en la entrada a la planta (mg/l)	548
Concentración de DBO	588
Concentración de N en la entrada a la planta (mg/l)	58
Concentración de P en la entrada a la planta (mg/l)	11

Donde el caudal máximo se ha considerado como un 50% mayor que el caudal de diseño.

⁸ Directiva 91/271 CEE

⁹ Fuente Aguas de Murcia



5.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS DE SALIDA

Tras los estudios previos de las normativas que afectan al proyecto los parámetros de salida de las aguas depuradas aportadas a las aguas subterráneas se puede concluir que son los siguientes:

Tabla 1.1.5. Parámetros de salida de aporte a acuífero.

Concentración de SS en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de DBO	25
Concentración de DQO en la salida de la planta (mg/l O)	125
Concentración de N en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de P en la salida de la planta (mg/l)	1
Concentración de Escherichia coli en la salida de la planta (UFC/100 ml)	0
Concentración de Nematodos en la salida de la planta (huevo/10l)	1
Concentración de Legionella spp en la salida de la planta (mg/l)	No se fija límite
Turbidez (UNT)	2

Los parámetros de salida de las aguas que se vayan a aportar al río, por su parte no vienen especificados por el Real Decreto 1620/2007, sino que vienen dados por la Confederación Hidrográfica del Segura (Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente):

Tabla 1.1.6. Parámetros de salida de aporte al río.

Concentración de SS en la salida de la planta (mg/l)	70
Concentración de DBO	30
Concentración de DQO en la salida de la planta (mg/l O)	120
Concentración de N en la salida de la planta (mg/l)	300
Concentración de P en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de Escherichia coli en la salida de la planta (UFC/100 ml)	No se fija límite
Concentración de Nematodos en la salida de la planta (huevo/10l)	No se fija límite
Concentración de Legionella spp en la salida de la planta (mg/l)	No se fija límite
Turbidez (UNT)	No se fija límite



Los siguientes parámetros de contaminación de las aguas depuradas, serán medidos con la siguiente frecuencia, tanto para aporte a aguas subterráneas como para aporte al río Segura, tal y como especifica el Real Decreto 1620/2007:

Tabla 1.1.7. Frecuencia de medición de parámetros.

Nematodos intestinales	Semanal
Escherichia Coli	3 veces por semana
SS	Diaria
Turbidez	Diaria
N	Semanal
P	Semanal

5.3. CÁLCULOS DE PARTIDA

A partir de los parámetros de entrada calculados anteriormente, podemos calcular la cantidad de residuos que entran a la planta por día, y el rendimiento de eliminación que necesitaremos para cumplir con los requisitos de la normativa para verter las aguas efluentes a las aguas subterráneas.

Tabla 1.1.8. Cálculos de partida

Caudal diario (m)	31.000
Caudal de diseño (m)	1.292
Kilogramos de SS que entran por día	16.988
Kilogramos de DBO	18.228
SS por habitante y día (g/hab·día)	109,60
DBO ₅	117,60
Rendimiento de eliminación de SS (%)	98,18%
Rendimiento de eliminación de DBO	95,75%

Lo que cumple con los requerimientos de eliminación de residuos de la norma 91/271/CEE.



5.4. CONCLUSIONES

Para poder llevar a cabo la depuración de las aguas residuales se necesitará diseñar e instalar una EDAR, que aportará las aguas tratadas a las aguas subterráneas para ayudar a su recuperación por sobreexplotación. El tratamiento necesario será un tratamiento calificado como *Tratamiento tipo I* por el Real Decreto 1620/2007 y recomendado para poder generar un agua de Calidad 1. Para ello:

1. Se requiere un **pretratamiento** para la eliminación de materias gruesas, flotantes y arenas que puedan afectar a los procesos posteriores y dañar los equipos. Se incorporarán las siguientes fases:
 - 1.1. Pozo de gruesos para eliminar sólidos muy grandes y las partículas más densas y de mayor tamaño.
 - 1.2. Rejas de desbaste para eliminar todos los sólidos de tamaño medio y grande.
 - 1.3. Tamizado para eliminar los sólidos restantes de pequeño tamaño.
 - 1.4. Desarenado para eliminar la arena y gravilla mezclada con el agua, junto a desengrasado mediante tratamiento para separar grasas, aceites y partículas pequeñas.

No se ha incluido un tratamiento de decantación con fosas sépticas pues el núcleo de población generador de las aguas es demasiado voluminoso.

2. Se requiere un **tratamiento primario** para la reducción de SS y que es también aprovechado para la precipitación de sulfuros y del **fósforo** en el agua depurada mediante un proceso de **coagulación-floculación**.
3. Se requiere un **tratamiento secundario** para poder reducir los niveles de DBO₅ y DQO hasta los niveles requeridos de salida.
4. Se requiere un **tratamiento terciario** puesto que se requiere:
 - la eliminación de gran parte de los **huevos de nematodo**



- la eliminación total de **escherichia coli** y éste es el único capaz de eliminarlos
- una reducción de SS a menos de 35 mg/l

Se compondrá de una filtración seguida por una ultrafiltración. Además éste tratamiento permitirá una eliminación casi completa de los virus y bacterias contenidos en las aguas.

Una pequeña dosis de **hipoclorito sódico** para la desinfección de mantenimiento, con el objetivo de asegurar la calidad del efluente regenerado hasta el punto de entrega al usuario, con la que se asegura la eliminación total de coliformes y demás riesgos microbiológicos.

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE LA EDAR

Como se ha indicado en el apartado anterior la EDAR a diseñar se compondrá de varios tratamientos los cuales se describen a continuación. Los cálculos realizados para obtener los resultados que se muestran se encuentran en la sección del proyecto *Cálculos*.

Las instalaciones se pueden dividir en dos grupos principales:

- **Línea de agua** (pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario y tratamiento terciario).
- **Línea de fangos**, donde serán tratados los fangos extraídos de los tratamientos primario y secundario.

A continuación se describen las instalaciones que componen todo el proceso.



6.1. PRETRATAMIENTO

6.1.1. INSTALACIONES RECEPTORAS

Son las instalaciones que conducen el agua desde su salida de la alcantarilla pública hasta el pretratamiento de la planta.

Constará de los siguientes elementos:

- **OBRA DE LLEGADA.** Se trata de la obra civil por la que entra el agua residual a la depuradora. Deberá estar construida por una canalización cilíndrica y de hormigón de **70 cm** de diámetro, para garantizar una velocidad del agua en su interior de 1 m/s a caudal nominal.
- **ALIVIADERO Y BYPASS.** Rebosadero y conducción que evacuan el agua residual que no puede tratarse en la EDAR por problemas de capacidad. Esta situación se da frecuentemente en caso de tormenta. Si el caudal de agua superara 1.5 veces el caudal de diseño, éste deberá ser desviado para no desestabilizar las condiciones biológicas del reactor. Para llevar a cabo la limitación de caudal, se instalará un desvío en la entrada del reactor, que dirija el agua directamente al río Segura. Para medir el caudal, se instalará un medidor en las instalaciones receptoras, que indicará el caudal de entrada, la DBO, los SS, el N, el P y el pH de las aguas a tratar.

Estará formado por una tubería de hormigón de 50 cm de diámetro con una compuerta mecanizada que conduce las aguas residuales excedentes hasta el río Segura, situado a decenas de metros de distancia. Su apertura se activará manualmente si el caudal de entrada de la EDAR es mayor al caudal máximo proyectado de 3.000 m³/h.

- **RETORNO.** Agua eliminada en algunos procesos de la planta, que se devuelve a la cabecera para ser tratada (espesamiento de lodos, desengrasado...). Será una compuerta mecanizada conectada a la tubería de retorno que devuelve el agua de otros procesos.



6.1.2. POZO DE GRUESOS

El pozo de gruesos es una balsa cuadrada o rectangular con tiempo de residencia muy corto para evitar la sedimentación de materia orgánica y pequeños sólidos. Su misión es múltiple: eliminar de la corriente los sólidos de gran tamaño que originan problemas incluso en las rejillas de gruesos, eliminar grandes cantidades de sólidos que en ocasiones pueden sobrecargar las rejillas (como en caso de tormenta), eliminar grandes cantidades de arena que puedan causar problemas en las rejillas o sobrecargar el desarenador y eliminar arenas gruesas que puedan depositarse en los canales y tuberías.

Se propone la instalación de un pozo de gruesos de las siguientes características:

Tabla 1.1.9.

Profundidad útil (m)	2,50
Longitud (m)	11,37
Anchura (m)	14,67
Producción normal de arena y residuos secos (m)	31,00
Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta (m)	5,81

A la profundidad útil se le añadirán 20 cm de resguardo para evitar desbordamientos por posibles subidas.

Se propone instalar para recoger los sólidos sedimentados en fondo, una **cuchara bivalva**. La cuchara bivalva escogida será de tipo hidráulico con una capacidad de 250 kg y fabricada en acero inoxidable altamente resistente a la corrosión. Su actuación tendrá lugar gracias a una grúa monorail que por la alta relación longitud-anchura permite la instalación de la grúa en un sólo raíl a un lado del pozo, ahorrando el coste de un segundo raíl y de un puente con doble sustentación a ambos lados más complejo, y reduciendo el número de conmutaciones del movimiento de la cuchara.

Se instalarán además **3 contenedores** abiertos que serán llenados mediante la cuchara bivalva con recogida de dos veces al día por contenedor. Serán contenedores de escombros estándar de 5 m³.



La entrada al pozo se regulará mediante una **compuerta de entrada** de acero inoxidable muy resistente a la corrosión con estanqueidad por neopreno y de apertura motorizada de sección $0,6 \text{ m}^2$ que permitirán tener una velocidad de entrada de agua menor de $0,6 \text{ m/s}^2$.

La salida de agua del pozo se regulará mediante una **compuerta de salida** con las mismas características que la compuerta de entrada, i.e. $0,6 \text{ m/s}$ de sección y fabricada en acero inoxidable con estanqueidad mediante neopreno y apertura y cierre motorizado.

6.1.3. REJAS DE DESBASTE

El pozo de gruesos permite la sedimentación de gran parte de los residuos de densidad superior a la del agua contenidos en las aguas sucias, pero no elimina los sólidos de gran tamaño de densidad inferior (flotantes). Por este motivo, debido a la gran importancia de quitar los residuos que puedan afectar a los tratamientos posteriores, se debe realizar un proceso de desbaste, que consiste en la eliminación de los sólidos de tamaño considerable mediante rejas que no permiten el paso de cuerpos de tamaño superior a la distancia entre barrotos (luz).

Debido a la alta contaminación de las aguas a tratar se van a necesitar dos tipos de rejas, en primer lugar una reja de gruesos para eliminar los sólidos de mayor tamaño, seguida de una reja de desbaste de finos, para eliminar los sólidos de menor tamaño. Las características de construcción más importantes de ambas se muestran a continuación:

Table 1.1.10. Parámetros de las rejas de gruesos.

Anchura del canal (m)	0,89
Velocidad de paso entre barrotos a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotos (mm)	15
Distancia entre los barrotos (luz) (mm)	60
Profundidad útil del canal (m)	0,79
Producción normal de residuos (gruesos) (m)	3,10

Table 7. Parámetros de las rejas de finos.

Anchura del canal (m)	0,79
-----------------------	------



Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotes (mm)	6
Distancia entre los barrotes (Luz)(mm)	10
Profundidad útil del canal (m)	0,89
Producción normal de residuos (finos) (m)	1,55

Se propone la instalación de un único canal pues es posible obtener una velocidad de paso alta (0,9 m/s) con una anchura de menos de 1 m. Así se reducirá el coste de construcción y mantenimiento de los canales, y se reducirá el número de rejillas a instalar, así como el número de cintas transportadoras de residuos hasta los contenedores.

A ambas rejillas se les instalará un **peine** de movimiento vertical para arrastrar los residuos eliminados hasta el fondo del canal, y deberán incluir salientes que proporcionen una limpieza de los residuos acumulados entre barrotes. Ambos peines serán adaptables a cada tipo de reja en función de sus dimensiones y características, y serán de *limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal*. Esta configuración es más simple por poseer un solo peine por reja y por no poseer partes sumergidas a parte de éste. Además la limpieza frontal permite una mejor eliminación de los residuos acumulados. El peine deberá se

Se deberá instalar igualmente un **contenedor** para acumular los residuos extraídos en cada reja, a los cuales se verterán los desechos directamente desde el peine de las rejillas de gruesos, y se instalará una **cinta transportadora** desde el peine de las rejillas de finos para permitir el vertido de los residuos extraídos en éstas en el mismo contenedor que las rejillas de gruesos, reduciendo el coste de transporte y limpieza que conllevaría el uso de varios contenedores.

El contenedor será un contenedor estándar de escombros de 5 m³ de capacidad con una recogida de residuos necesaria de una vez al día, lo que permitirá la correcta retirada de la planta de la extracción total de residuos en ambas rejillas diaria de 4,65 m³. La recogida diaria es necesaria además por la elevada atracción a insectos y otros animales por los altos olores, requiriéndose la posesión de **cal** para combatir presencias excesivas de animales en ciertos periodos (como en primavera o en periodos con cantidades más elevadas de residuos extraídos).



6.1.4. TAMIZADO

Se trata de un proceso para eliminar sólidos en suspensión en el proceso de tratamiento de aguas. Presentan ventajas sobre los decantadores, como un menor coste, una mayor simplicidad y la extracción de un residuo más seco que no requiere posterior deshidratación.

En esta fase del proceso se van a instalar **8 tamices estáticos**, sin partes móviles que además no requieren aporte eléctrico, suministrados por una **red de tuberías** que transportan las aguas residuales desde el anterior proceso de desbaste hasta los tamices con las siguientes características:

- 1 tubería madre de diámetro decreciente desde 60 hasta 28 mm de 12 m de longitud
- 8 tuberías de conexión a los tamices de 2 m de longitud

Este tipo de tamices se ha escogido por su precio menor al de los tamices rotativos, por su mayor simplicidad y vida útil, y por su menor coste de mantenimiento. Además en la actualidad existen modelos autolimpiantes que permiten costes de mantenimiento y limpieza muy reducidos.

Los parámetros obtenidos en el cálculo de los tamices son los siguientes:

Tabla 1.1.11. Características del proceso de tamizado

Caudal de diseño (m ³ /h)	1.291,67
Número de líneas	8
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (mg/l)	548
Eliminación de sólidos en suspensión (%)	25
Distancia entre barras (Luz del tamiz) (mm)	1,5
Caudal de diseño por la línea (m ³ /h)	161,46
Anchura útil del tamiz filtrante (m)	1,97
Caudal de diseño por la línea (m ³ /h)	161,46
Anchura útil del tamiz filtrante (m)	1,97
Superficie en planta aproximada ocupada por tamiz (m ²)	3,34
Peso aproximado del tamiz en vacío (Kg)	425,28
Producción de fangos en tamices (kg/día de sólidos)	4247,00



Se necesitará un **contenedor de escombros** de capacidad estándar 5 m³ para la recogida de los residuos, con al menos una recogida diaria mediante camión para garantizar la cobertura de la producción de residuos y para evitar presencias excesivas de insectos y animales debido a los altos olores de los residuos extraídos.

6.1.5. DESARENADO Y DESENGRASADO

Se propone la instalación de un desarenador para eliminar arena y abrasivos que pudiesen depositarse o dañar las máquinas o equipos mecánicos de procesos posteriores. Además éste deberá ser un desarenador **aireado**, pues el caudal a tratar es muy elevado (31.000m³/día), y este sistema permite mantener la eficiencia del proceso para un rango muy amplio de caudal.

La instalación de este proceso se considera de vital importancia pues la Región de Murcia es altamente susceptible a ser foco de situaciones de tormenta o lluvias donde se pueden haber producido grandes arrastres de arena y tierra. Además este sistema previene las condiciones sépticas¹⁰, generando arenas libres de materia orgánica que no necesitan un tratamiento de separación de ambas, ahorrando consigo dicho coste.

El proceso constará de los siguientes equipos:

- **Compuertas de entrada.** Se necesitará 1 compuerta de entrada para cada una de las cuatro líneas con una sección de 0,139m² para garantizar una velocidad de 1 m/s. Serán motorizadas de fundición inoxidable con aislamiento de neopreno.
- **Puentes desarenadores aireados.** Se necesitarán 4 puentes (1 puente por cada línea) móviles con bomba vertical de profundidad 4,86m y anchura del puente 2,22m.
- **Bombas de arenas.** Se necesitan 4 bombas (una por línea) de caudal de extracción 130m³/h cada una.
- **Concentrador de arenas.** Su capacidad debe ser igual a la máxima producción de arena de 6 m³/h con tormenta.
- **Soplantes de desarenado.** Se necesitan 4 (uno por línea), con un caudal de aire atmosférico necesario de al menos 1067 m³/h, y con una presión de descarga de 4,75 m.c.a.

Las condiciones sépticas son aquellas que provocan la digestión de la materia orgánica mediante procesos anaerobios, produciendo gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio.



- **Concentrador de grasas.** Se instalará un único concentrador, de anchura y profundidad 1,5m, y longitud 3 m.
- **Compuertas de salida.** Se necesitará 1 compuerta de entrada para cada una de las cuatro líneas con una sección de $0,139\text{m}^2$ para garantizar una velocidad de 1 m/s. Serán motorizadas de fundición inoxidable con aislamiento de neopreno.
- **Difusores de aire.** Se necesitará un total de 118 difusores.
- **Rampa de salida de grasas.** Se instalarán 4 (una por línea).
- **Panel separador.** Se instalarán 4 (uno por cada línea).
- **Canal de arena extraída del desarenador.** Es el encargado de transportar las arenas extraídas hasta el contenedor de recogida. Se necesitan 4, uno por línea, y deben poder transportar hasta $1,5\text{ m}^3/\text{h}$ de arenas (para el caso de situaciones de tormenta).
- **Contenedor de arenas.** Los residuos de arenas, habitualmente de $0,96 \approx 1\text{ m}^3/\text{día}$, se recogerán en un contenedor de 5 m^3 retirándose cada 5 días, es decir unas 6 veces al mes. No será necesario una retirada más frecuente por la ausencia de materia orgánica en las arenas, lo que evita la atracción a insectos.
- **Contenedores de grasas.** Las grasas extraídas tienen un elevado contenido de materia orgánica, lo que provoca una gran atracción de insectos y animales, por lo que se debe retirar éste residuo diariamente. Puesto que la cantidad diaria extraída es inferior a $2000\text{ m}^3/\text{día}$, se necesitarán 2 contenedores estándar de basuras de 1100 litros, uno para cada dos líneas. El transporte de la grasa extraída en cada línea se realizará mediante cintas transportadoras.
- **Cintas transportadoras.** Se necesitarán 2 cintas, pues cada una enviará los residuos extraídos de dos líneas hasta un contenedor.

6.1.6. RESULTADOS DEL PRETRATAMIENTO

A lo largo de todo el pretratamiento se han ido eliminando los residuos presentes en las aguas más fáciles de eliminar, de mayor tamaño y no disueltos, como todos los sólidos presentes de



tamaño mayor de 1,5 mm y la mayor parte de las arenas y grasas. En total, se ha extraído la siguiente cantidad de residuos:

Tabla 1.1.12. Residuos totales extraídos en el tratamiento primario.

Pozo de gruesos	
Producción normal de arena y residuos secos (m)	31,00
Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta (m)	5,81
Desbaste	
Producción normal de residuos (gruesos) (m)	3,10
Producción máxima de residuos con tormenta (gruesos) (m)	0,97
Tamizado	
Producción normal de residuos (finos) (m)	1,55
Producción máxima de residuos con tormenta (finos) (m)	0,19
Desarenado y desengrasado	
Producción normal de arena seca (m)	0,96
Producción máxima de arena seca con tormenta (m)	6
Extracción normal de residuos (m)	36,61
Extracción máxima de residuos con tormenta (m)	12,97

Y la concentración de los parámetros de las aguas (SS, DBO₅, N y P) a la salida del proceso de pretratamiento será:

Tabla 1.1.13. Concentración de parámetros en las aguas a la salida del pretratamiento.

Elemento	Concentración a la entrada del pretratamiento (mg/l)	Eliminación en el pretratamiento (%)	Concentración a la salida del pretratamiento (mg/l)
SS	548	5%	520,6
DBO	588	5%	558,6
N	58	0%	58
P	11	0%	11

donde los porcentajes de eliminación de cada elemento son estimaciones medias generales de pretratamientos compuestos por los procesos escogidos en este proyecto.



6.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

Las aguas a tratar son aguas muy contaminadas. Por ello se requiere la instalación de un tratamiento primario que permita tanto eliminar la mayor parte de los sólidos en suspensión como el fósforo presente, prohibido en el aporte a las aguas subterráneas. Se proponen por tanto un tratamiento de coagulación-floculación que permita eliminar el fósforo presente, y un tratamiento de decantación que permita eliminar el resto de sólidos en suspensión presentes, junto a los flóculos generados en el tratamiento de floculación.

6.2.1. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO

Se propone la instalación de un tratamiento de coagulación-floculación para la eliminación del **fósforo**, en cumplimiento de la norma 91/271/CEE con respecto a las necesidades de pureza de aguas de aporte a las aguas subterráneas de contener una cantidad de fósforo menor a 1 mg/l. Además éste tratamiento permite la reducción del tamaño del biológico y mejora el rendimiento de la eliminación de los sólidos en suspensión y de DBO.

Este proceso consta de dos etapas:

- Coagulación
- Floculación

En la fase de **coagulación** se propone el uso de un agente coagulante de Cl_3Fe de concentración al menos 400 mg/l. Los precios actuales del mercado posicionan al Cloruro Ferrico como la alternativa más efectiva y económica para el tratamiento de efluentes y la potabilización de agua. Entre las ventajas técnicas del cloruro férrico se destaca su capacidad para trabajar en un amplio rango de pH, que va desde 4,5 hasta 12. Es muy eficaz en la eliminación de sólidos suspendidos, rastros de metales y DBO. Remueve fosfatos con una eficiencia superior al 95% permitiendo alcanzar los valores requeridos por la legislación.¹¹

También actúa sobre los sulfuros evitando la formación del oloroso y corrosivo ácido sulfhídrico. Comparado con el tradicional sulfato de aluminio, se requiere la mitad de cloruro férrico para lograr la coagulación. Esta importante diferencia en la efectividad se traduce en una

¹¹ Ingeniería Química.com. *Extraído de <http://www.iquimica.com/nota.asp?Id=1727>*



importante diferencia en el costo. El sulfato de aluminio produce sedimentos menos densos que el cloruro férrico, con menor capacidad de arrastre, requiere ajustes de pH más precisos y es poco efectivo en la remoción de partículas coloidales, metales, sulfuros y fosfatos.

Por último con las sales de hierro sería posible minimizar los residuos de aluminio en el agua tratada. La toxicidad del aluminio en el agua ha sido por muchos años tema de interés para la comunidad médica de investigación.

Tras la aplicación del coagulante se aportará igualmente un *reactivo alcalino* para reducir la acidez y aportar OH^- a las reacciones de hidrólisis. La contracción de alcalino deberá ser también de al menos 400 mg/l para garantizar la adecuada reducción de contaminantes según el diseño escogido. El alcali escogido ha sido NaOH pues presenta un bajo precio, alta eficiencia operativa, facilidad de tratamiento de aplicación y muy bajo riesgo y toxicidad para las aguas tratadas.

Se requiere además una *gran agitación* que permita una distribución rápida del reactivo y su posterior contacto con las partículas en suspensión. La dosificación de ambos elementos deberá realizarse además, las 24 h del día.

En la fase de **floculación** se deberá realizar un aporte de polielectrolitos (polímeros sintéticos) que reaccionen con los coágulos para formar flóculos de mayor tamaño fácilmente eliminables de las aguas. La concentración de la dosificación de polielectrolito será de 5 kg/ton de reactivo diluido, igualmente aplicado 24 h al día. Cualquier tipo de polielectrolito ya sea de naturaleza iónica, aniónica o catiónica se considera adecuado siempre que cumpla las condiciones especificadas en los cálculos anexos a la memoria.

El proceso de coagulación-floculación estará formado por **4 líneas de agua** debido al alto caudal a tratar, donde primero se aplicará la dosis de coagulante y alcali en la arqueta de coagulación y posteriormente la dosis de floculante en la arqueta de floculación. Tras el proceso, las cuatro líneas de agua convergerán en una sola mezclando todas las aguas efluentes del proceso. Las arquetas de coagulación y floculación están unidas entre ellas mediante tuberías de transporte de corta longitud.



Los elementos y equipos presentes en las líneas y sus interconexiones se detallan a continuación.

Fase de coagulación

- Cuatro **compuertas de reparto** a arquetas de coagulación (una por línea) de fundición y altamente resistentes a la corrosión.
- Cuatro **arquetas** de coagulación para la aplicación conjunta del coagulante y del alcali de 16,67 m³ por arqueta.
- Un **depósito de almacenamiento de coagulante** de PRFV (plástico reforzado con vidrio, resistente al cloruro férrico) para almacenar el reactivo comercial, de al menos 25,4 m³ (cantidad calculada necesaria para poder tratar durante 15 días).
- Una **bomba de descarga de coagulante** situada entre el depósito de coagulante y el agitador donde se realiza la mezcla diluida capaz de transferir un caudal de al menos 105,86 l/h (dosificación de reactivo diluido a caudal máximo), y que deberá ser resistente al reactivo.
- Cuatro **bombas de dosificación de coagulante** para transportar la mezcla diluida desde el depósito de agitación hasta la arqueta de inyección con caudal de impulsión de al menos 600 l/h (dosificación de reactivo diluido a caudal máximo), y que deberá ser resistente al reactivo.
- Un **tanque de dilución de coagulante** cilíndrico vertical (para permitir la agitación e la mezcla) donde se producirá la mezcla del coagulante comercial con agua mediante agitación con hélice. El material del tanque deberá ser PRFV y el agitador de acero inoxidable resistente a la corrosión.
- Un **depósito de almacenamiento de alcali** de PRFV (plástico reforzado con vidrio, resistente al cloruro férrico) para almacenar el reactivo comercial, de al menos 25,4 m³ (cantidad calculada necesaria para poder tratar durante 15 días).
- Una **bomba de descarga de alcali** situada entre el depósito de coagulante y el agitador donde se realiza la mezcla diluida capaz de transferir un caudal de al menos 105,86 l/h (dosificación de reactivo diluido a caudal máximo), y que deberá ser resistente al reactivo.



- Cuatro **bombas de dosificación de alcali** para transportar la mezcla diluida desde el depósito de agitación hasta la arqueta de inyección con caudal de impulsión de al menos 600 l/h (dosificación de reactivo diluido a caudal máximo), y que deberá ser resistente al reactivo.
- Un **tanque de dilución de alcali** cilíndrico vertical (para permitir la agitación e la mezcla) donde se producirá la mezcla del coagulante comercial con agua mediante agitación con hélice. El material del tanque deberá ser PRFV y el agitador de acero inoxidable resistente a la corrosión.
- Cuatro **agitadores** de las arquetas de coagulación (uno por línea), capaces de mezclar al menos 16,67 m³ de mezcla.

Fase de floculación

- Cuatro **arquetas** de floculación para la aplicación conjunta del coagulante y del alcali de 250 m³ por arqueta.
- Un **paquete de preparación de polielectrolito en polvo**, con capacidad de al menos 5,45 kg/h, con inyección automática del polielectrolito en la mezcla y con agitador automático. Debe estar fabricada de materiales resistentes a la corrosión y a los reactivos.
- Cuatro **bombas de dosificación de polielectrolito** capaz de impulsar un caudal de al menos 1200 l/h (cantidad de polielectrolito diluido requerido a caudal máximo).
- Cuatro **agitadores** de las arquetas de floculación (uno por línea), capaces de mezclar al menos 250 m³ de mezcla.
- Cuatro **compuertas de salida** de arquetas de floculación (una por línea) de fundición y altamente resistentes a la corrosión.

6.2.2. DECANTACIÓN PRIMARIA

Tras la coagulación-floculación, casi todo el fósforo presente, y la mayor parte de los SS presentes en el agua han sido convertidos en flóculos. Ahora, deben ser eliminados, para lo que se escoge un proceso de decantación, consistente en la eliminación de todos estos flóculos y



sólidos en suspensión mediante la precipitación por su propio peso en una balsa de agua a muy baja velocidad.

Este proceso posee la ventaja primordial de conllevar un coste muy bajo (mucho menor al de un tratamiento biológico). Además permite eliminar la DBO contenida en los sólidos en suspensión, pero la DBO disuelta debe ser tratada posteriormente en el tratamiento secundario.

Debido al elevado caudal de agua a tratar, se propone la instalación de un de proceso de decantación mediante **decantadores circulares mecanizados** con recogida automática de fangos, con un menor coste frente a la instalación de decantadores rectangulares mecanizados de mayor complejidad y necesidad de espacio.

Se instalarán **4 decantadores** circulares mecanizados, de 22,13 m de diámetro interno y profundidad cilíndrica útil de 3,25 m. La longitud cilíndrica de vertedero por decantador será por su parte de 66,38 m.

Como se ha dicho, este proceso permitirá reducir la DBO no disuelta hasta un valor generalmente del 33%, y los SS hasta un valor aproximado del 70%. Pero tras haber introducido un proceso de coagulación-floculación química, el rendimiento de eliminación de DBO aumenta hasta el 75%, y el de eliminación del SS hasta el 90%.

En el proceso de decantación primaria, los residuos precipitados del agua se aglomeran formando un **fango** en el fondo de los decantadores primarios que serán eliminados mecánicamente. El caudal de fangos primarios generado será de 31,24 m³/h, el cual será extraído mecánicamente mediante bombas y añadido a la línea de fangos a través de tuberías de salida de fangos.

Los elementos que formarán los decantadores primarios serán:

- Cuatro **compuertas de entrada** a decantadores cuadradas de lado 0.139 m² para garantizar una velocidad de fluido de 1 m/s.
- **Muro** de la balsa circular de 3,25 m de profundidad útil y 22,35 m de diámetro, y **columna central** de hormigón también de 3,25 m de profundidad útil. La **pendiente** de la balsa se recomienda entre 7° y 10°.



- Cuatro **puentes** de acero (uno por balsa) de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m. La pendiente de extracción debe coincidir con la pendiente de la balsa.
- Ocho **bombas de fangos** (2 por cada balsa) de tipo tornillo sinfin, capaces de extraer un caudal de fangos de 3,9 m³/h cada una. Los materiales y juntas de las bombas deben ser muy resistentes a la corrosión.
- Cuatro **Vertederos** de aluminio.
- Red de **tuberías** de acero o fundición.

6.2.3. PARÁMETROS DE SALIDA DEL TRATAMIENTO PRIMARIO

A modo de resumen, se recoge a continuación la concentración de los parámetros de las aguas (SS, DBO₅, N y P) a la salida del proceso de pretratamiento:

Tabla 1.1.14. Concentración de parámetros a la salida del proceso de pretratamiento.

Elemento	Concentración a la entrada del primario (mg/l)	Eliminación en el primario (%)	Concentración a la salida del primario (mg/l)
SS	520,6	90%	52,06
DBO	558,6	75%	139,65
N	58	0%	58
P	11	90,9%	1

Donde se puede comprobar que la concentración de fósforo a la salida es adecuada para cumplir la normativa, mientras que las concentraciones de SS, DBO y N aún requieren tratamientos adicionales para reducirse hasta niveles de 10, 25 y 10 mg/l respectivamente.



6.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

6.3.1. INTRODUCCIÓN

Con el tratamiento primario de coagulación-floculación química se ha conseguido reducir la concentración de fósforo (P) del agua hasta el nivel máximo exigido por la normativa de 1 mg/l, y se han reducido los niveles de SS y de DBO₅ hasta 52,06 y 139,65 mg/l respectivamente. No obstante, se requiere una reducción de la DBO₅ mucho más drástica hasta 25 mg/l (un 82% de la DBO₅ presente en este punto del tratamiento), y una reducción de los SS hasta 10 mg/l (un 80% de los SS presentes en este punto del tratamiento), pues aún estarían presentes en el agua todos los sólidos disueltos.

Para cumplir con estos requerimientos, se propone a continuación la instalación de un reactor biológico de fangos de activos, puesto que se trata del tratamiento más utilizado tanto en aguas residuales como en aguas industriales por su sencillez y bajo coste de operación, permitiendo en este caso cumplir con las reducciones de SS y DBO mencionadas anteriormente de más del 80%. Tras el reactor biológico, se instalará un proceso de desnitrificación para poder reducir la concentración de nitrógeno presente en el agua hasta el máximo requerido por la normativa. Posteriormente se recurrirá a la instalación del último proceso del tratamiento secundario, la decantación secundaria, que permitirá eliminar todos los flóculos y SS formados en los dos procesos anteriores.

Tras este proceso, los tratamientos restantes serán la filtración y la cloración, que no eliminan ningún porcentaje de la DBO, pero sí de los SS y del N disuelto en el agua, por lo que a la salida de este proceso, la DBO deberá haberse reducido un 82% para cumplir la normativa, mientras que los sólidos en suspensión podrán ser simplemente eliminados en el posterior las aguas efluentes deberán poseer las siguientes características:



Tabla 1.1.15. Concentración necesaria en la salida del secundario.

Elemento	Concentración a la entrada del secundario (mg/l)	Eliminación en el secundario (%)	Concentración a la salida del secundario (mg/l)
SS	52,06	0%	52,06
DBO	139,65	82%	25,137
N	58	82,8%	10
P	1	0,0%	1

Como primera etapa del tratamiento secundario de las aguas residuales a purificar se propone la instalación de un **reactor biológico**, consistente en una serie de procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre los que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes solubles en el agua. El oxígeno no es imprescindible, ya que los microorganismos son capaces de degradar la materia orgánica también en condiciones anaerobias.

Existen tres tipos principales de reactores biológicos:

- **Sistemas aerobios:** el oxígeno es el aceptor final de electrones preferido por cualquier célula. Si existe oxígeno en el medio, éste será el aceptor final de electrones, lo que conlleva que se obtengan rendimientos energéticos elevados y una importante generación de fangos, debido al alto crecimiento de las bacterias en condiciones aerobias.
- **Sistemas anaerobios:** en este caso el aceptor final de electrones es la propia materia orgánica que actúa como fuente de carbono. Como resultado de este metabolismo, la mayor parte del carbono se destina a la formación de subproductos del crecimiento (biogás, que es CO₂ y metano) mientras que la fracción de carbono utilizada para la síntesis celular es baja. De cara al tratamiento, este hecho supone una doble ventaja: se produce poca cantidad de lodos a la vez que se produce biogás, el cual puede ser revalorizado. Normalmente se aprovecha para producir energía eléctrica, la cual se autoconsume en la propia instalación.
- **Sistemas anóxicos:** Se denominan así los sistemas en los que el aceptor final de electrones no es el oxígeno ni tampoco la materia orgánica. En condiciones anóxicas el aceptor final de electrones suelen ser los nitratos, los sulfatos, el hidrógeno, etc. Cuando el aceptor final de electrones es el nitrato, como resultado del proceso metabólico, el



nitrógeno de la molécula de nitrato es transformado en nitrógeno gas. Así pues, este metabolismo permite la eliminación biológica del nitrógeno del agua residual (desnitrificación).

Los procesos más sencillos y de menor costo, son los procesos aeróbicos, aunque conllevan un mayor costo de operación. Los procesos de mayor coste, aunque conllevan un menor coste de operación son los procesos anaeróbicos, y son además más complejos. Ambos procesos son muy eficaces en la eliminación de la DBO₅, pero ninguno permite una reducción considerable de nitrógeno como exige la normativa.

Por lo tanto, **se propone la instalación de un tratamiento anóxico de nitrificación-desnitrificación mediante reactor biológico** que permita la reducción tanto de los SS y DBO como del N disuelto.

6.3.2. REACTOR BIOLÓGICO

6.3.2.1. Eliminación de la DBO y de los SS

Este tratamiento se encarga de eliminar la materia orgánica biodegradable presente en las aguas residuales, y consiste en una serie de procesos de tratamiento que tienen en común la utilización de microorganismos (entre los que destacan las bacterias) para llevar a cabo la eliminación de componentes solubles en el agua. Estos procesos aprovechan la capacidad de los microorganismos de asimilar la materia orgánica y los nutrientes (nitrógeno y fósforo) disueltos en el agua residual para su propio crecimiento. Cuando se reproducen, se agregan entre ellos y forman unos flóculos macroscópicos con suficiente masa crítica como para decantar en un tiempo razonable. La aplicación tradicional consiste en la eliminación de materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen nitrógeno y fósforo.¹²

La materia orgánica constituye la fuente de energía y de carbono que necesitan los microorganismos para su crecimiento. Además, también es necesaria la presencia de nutrientes, que

¹² Fuente *Cordorchem Envitech*



contengan los elementos esenciales para el crecimiento, especialmente nitrógeno y fósforo, y por último, en el caso de sistemas aerobios, la presencia de oxígeno disuelto en el agua.

Como se ha indicado, el reactor biológico propuesto utiliza un proceso aerobio, más sencillo y de menor costo, en el que los microorganismos transforman la DBO presente en nuevos microorganismos, energía y productos químicos entre los que destacan CO_2 , H_2O , NO_3^- y SO_4^{2-} .

La composición de la materia orgánica se representa generalmente por la fórmula $\text{C}_5\text{N}_7\text{O}_2\text{N-P}_{0,2}$, aunque también incluye K, Na, Mg, S, Ca, Fe y pequeñas cantidades de otros elementos.

El proceso de biodegradación tiene lugar en dos fases principales diferenciadas:

- **Oxidación:** conversión de la materia orgánica en CO_2 , H_2O , liberándose energía.
- **Síntesis:** conversión de una parte de la materia orgánica en nueva biomasa, usando la energía anteriormente liberada.

Otra forma en la que ocurre el proceso de biodegradación es la auto-oxidación, que solamente toma lugar ante escasez de alimento para los microorganismos, convirtiéndose algunos componentes de las células en productos de bajo nivel de energía con una liberación de energía adicional.

Bulking es un proceso en el que microorganismos filamentosos pueden tener un desarrollo excesivo que puede perjudicar al correcto funcionamiento de la planta, normalmente provocados por la sedimentación del fango y por la formación anormal de espumas. Sus causas pueden ser las siguientes:

- Poco oxígeno disuelto
- Baja relación alimento/microorganismos
- Escasez de nutrientes
- Bajo pH

Para evitarlo, se propone instalar un **sistema de aireación por difusión**, que permitirá subir los niveles de oxígeno disuelto por encima de los niveles críticos que provocarían bulking. Este proceso será el que más energía consuma de la depuradora, con un rango habitual de en-



tre el 50 y el 90%. Este elevado consumo se debe principalmente al consumo de oxígeno necesario, gasto energético que depende de la DBO y SS del agua a tratar y de la presencia o no de nitrificación. Los componentes que forman este proceso son los siguientes:

- Difusores
- Filtros de aire
- Soplantes
- Tuberías

El pH del agua a tratar se recomienda se encuentre en un valor en torno a 7,5, pues para valores inferiores a 6 o superiores a 8,5, la velocidad de reacción disminuye y algunos tipos de microorganismos mueren.

El balance de nutrientes más apropiado para asegurar la sedimentación del fango, es de¹³:

$$\text{DBO/N/P} = 100/5/1$$

En la salida del tratamiento primario (entrada del secundario), los valores que tenemos son 140/58/1 (ó 100/41/0,71) que se consideran adecuados para el correcto funcionamiento del proceso. Si esta relación se ve muy alterada, los fangos formados podrían no precipitar correctamente, no quedando eliminados en el siguiente proceso de decantación. Por ello se deberá tener en la planta disponibilidad de nutrientes como *fosfato diamónico* para casos en los que se vea muy alterada la relación anterior.

Para poder medir esta relación, se deberá además incluir un **equipo medidor** instalado a la salida del tratamiento primario, que deberá medir al menos:

- Caudal de agua
- pH
- DBO
- N
- P

¹³ Isla de Juana, R. *Proyectos de plantas de tratamiento de aguas*



Si el caudal de agua superara 1.5 veces el caudal de diseño, éste deberá ser desviado para no desestabilizar las condiciones biológicas del reactor. Para llevar a cabo la limitación de caudal, se instalará un desvío en la entrada del reactor, que dirija el agua directamente al río Segura. No obstante, dada la existencia de un bypass en la entrada de la planta, no debe ser necesario recurrir a él salvo que existan fallos en el bypass del aliviadero.

6.3.2.1. Eliminación del nitrógeno

Además de todo lo indicado anteriormente, este proceso anóxico permitirá eliminar la mayor parte del nitrógeno presente en las aguas a tratar. El nitrógeno se puede encontrar en las aguas residuales procedentes de la ciudad de Murcia en forma de nitrógeno orgánico (procedente de la urea generada en el metabolismo humano), de amoníaco (procedente principalmente de la industria, y más concretamente de la industria agraria, muy numerosa en la región), de nitritos y de nitratos.

Como se ha dicho anteriormente, la concentración de nitrógeno en las aguas residuales a tratar es de 58 mg_{TKN}/l, y se requiere una eliminación del 82,6% hasta alcanzar una concentración de 10 mg/l para poder aportar el agua tratada a las aguas subterráneas.

Esta medida de N contenido se indica en la unidad denominada TKN (Total Kjeldahl Nitrogen), que mide la cantidad total de nitrógeno presente en las aguas correspondiente al nitrógeno orgánico, al nitrógeno inorgánico, a los nitratos, y a los nitritos.

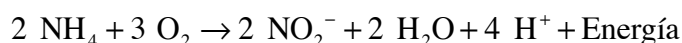
Este proceso de nitrificación-desnitrificación, emplea un sistema combinado de ambos procesos con varias etapas mostradas a continuación, que emplean carbón endógeno de las propias células contaminantes del agua residual como fuente de materia carbonosa, en lugar de metanol, lo que abarata su coste y permite ahorrar energía. Para ello se disponen de 4 subprocesos en serie con las siguientes características:

- 1. Balsa de desnitrificación previa.** Es de tipo anóxico (ausencia de O₂) y en ella se mezclan el agua residual, el fango recirculado y el licor mixto recirculado de la salida de la balsa de nitrificación. La fuente de oxígeno son los nitratos contenidos en las aguas, siempre y cuando haya carbono disponible para ser oxidado. El carbono empleado es el presente en el agua residual, puesto que es la fuente más económica,

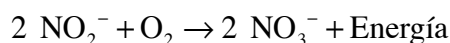


y casi siempre estará presente en estas aguas por su elevada contaminación. En esta etapa tiene lugar la mayor parte de la nitrificación.

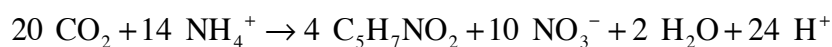
- 2. Balsa de nitrificación.** Es de tipo aerobio y en ella se produce la oxidación de la materia carbonosa y del amoníaco a nitratos. El licor mixto efluente de esta balsa es recirculado a la balsa anóxica inicial para su desnitrificación. Inicialmente el amoníaco es transformado a nitritos por bacterias autótrofas aerobias, tomando lugar la siguiente reacción:



Justo después, tiene lugar la conversión de nitrito a nitrato mediante bacterias autótrofas aerobias denominadas nitrobacterias, siguiendo la reacción:



Y a su vez, estas dos reacciones van acompañadas de la reacción de síntesis celular:



- 3. Balsa de desnitrificación posterior.** Es de tipo anóxico y en ella los nitratos que han escapado de la segunda balsa se transforman en nitrógeno. En ella, las bacterias usan su carbono endógeno como como fuente de carbono a oxidar; por esta razón su capacidad de desnitrificación es muy limitada.
- 4. Balsa de reaireación.** Pequeño reactor de tipo aerobio con bajo tiempo de residencia que mejora la sedimentabilidad del fango.

Con este proceso de nitrificación-desnitrificación se obtienen altos rendimientos de eliminación de N, además de permitir un gran ahorro de oxígeno y metanol al emplear la DBO del agua residual y el carbón endógeno.

La decantación secundaria y la recirculación de fangos de este proceso son similares a un sistema convencional de fangos activos.

6.3.2.2. Dimensionamiento de los componentes del tratamiento secundario



En los cálculos anexos a la memoria se definen una serie de parámetros de partida escogidos para el diseño de los fangos activos, que queda dividido en cinco secciones: dimensionamiento de las balsas, cálculo de las necesidades de oxígeno, dimensionamiento de los equipos de aireación, cálculo de las balsas anóxicas previa y posterior, cálculo de la balsa de reaireación y balance de alcalinidad final.

En primer lugar en el proceso, se instalarán **4 balsas de desnitrificación previa**, con las siguientes características dimensionales:

Tabla 1.1.15.

Profundidad útil (m)	4
Anchura de cada balsa (m)	13,89
Longitud de cada balsa (m)	41,68
Kilos de NO	3881,65

Tras ellas, se instalarán **4 balsas de nitrificación**, de las siguientes dimensiones:

Tabla 1.1.16.

Profundidad útil (m)	4
Anchura de cada balsa (m)	14,17
Longitud de cada balsa (m)	42,50
Kilos de DBO alimentados por día a la balsa de nitrificación	6703,20

En las balsas de nitrificación, se instalarán **4 equipos de soplado de aire**, necesario para el proceso biológico de eliminación de la DBO. En cuanto al cálculo de las necesidades de oxígeno de la balsa de nitrificación, se ha obtenido, a partir de la concentración de nitrógeno presente en las aguas entrantes y de otros parámetros definidos, una necesidad de oxígeno de **20.202,55 kg/día** en los difusores en condiciones media de operación. Se emplearán **8 turbinas** sumando un total de **750 CV**.

Posteriormente se instalarán **4 balsas de desnitrificación posterior**, con las siguientes características:



Tabla 1.1.17.

Profundidad útil (m)	4
Anchura de cada balsa (m)	18,99
Longitud de cada balsa (m)	56,98
Kilos de NO	2506,85

Y tras ellas se instalarán **4 balsas de reaireación**, con las siguientes características:

Tabla 1.1.18.

Profundidad útil (m)	4
Anchura de cada balsa (m)	18,99
Longitud de cada balsa (m)	56,98
Oxígeno requerido (kg/h)	46,72

Para los sistemas de aireación de las 4 balsas, se inhalarán igualmente **8 turbinas** sumando un total de **500 CV**.

Se deberá también construir un **foso de fangos en exceso**, de capacidad al menos 1000 m³, correspondiente aproximadamente a la acumulación de fangos en exceso durante un día entero considerando 16 horas y un caudal de fangos en exceso calculado de 65,53 m³/h.

Se deberá disponer siempre de metanol suficiente almacenado, para poder seguir tratando las aguas en caso de que la cantidad de DBO sea insuficiente para garantizar el correcto desarrollo del tratamiento secundario.

Además, se deberán instalar los siguientes equipos:

- **Compuertas de entrada a proceso.** Se instalarán 4, de sección cuadrada y lado 0,139 m, para garantizar una velocidad de flujo de 1 m/s. Se deberá garantizar la estanqueidad de las mismas recomendándose para ello neopreno, y se recomienda a su vez que estén fabricadas de fundición inoxidable, exigiéndose un accionamiento motorizado por su elevado peso.



- **Compuertas de salida de proceso.** Se instalarán 4, de sección cuadrada y lado 0,139 m, para garantizar una velocidad de flujo de 1 m/s. Se deberá garantizar la estanqueidad de las mismas recomendándose para ello neopreno, y se recomienda a su vez que estén fabricadas de fundición inoxidable, exigiéndose un accionamiento motorizado por su elevado peso.
- **Bombas de purga de fangos en exceso.** Se instalarán 4 (uno para cada balsa), para el transporte de los fangos en exceso de al menos 24,57 m³/h. El material recomendado de fabricación de las bombas es la fundición inoxidable.
- **Bombas de recirculación de fangos.** Se instalarán 4, una en cada balsa de nitrificación con un caudal de al menos 100 m³/h por bomba.
- **Difusores de aire en balsa de nitrificación.** Se instalarán 8 de ellos en cada balsa para permitir un suministro de aire homogéneo por toda la balsa.
- **Agitadores balsa anóxica previa.** Se instalarán 3 en cada balsa debido a la larga longitud, y deberán tener un diámetro de al menos 10 m (cercano a la anchura de la balsa).
- **Soplantes de aireación de la balsa de reaireación.** Se instalarán 3 por balsa debido a la relación 1:3 de la balsa, formando un total de 12 y cada uno transportará un caudal de 4 m³ (1/12 del aire total de las 4 balsa).
- **Difusores de aire en balsa de nitrificación.** Se instalarán 9 de ellos en cada balsa para permitir un suministro de aire homogéneo por toda la balsa.
- **Filtros de aire.** Se instalarán 4, uno a la entrada de cada turbina. En ningún caso se instalarán aguas abajo de la turbina pues las impurezas contenidas en el aire sin filtrar pueden dañar la misma.

Los problemas que se pueden presentar en esta etapa son¹⁴:

- Bulking.
- Disminución de rendimiento por sobrecargas, fallos en el diseño, roturas, falta de oxígeno y de aire, o presencia de tóxicos o inhibidores.
- Fangos flotantes debido a la desnitrificación.

¹⁴ Isla de Juana, R. (2015). *Proyectos de plantas de tratamiento de aguas*.



- El desprendimiento de algún difusor es un grave problema que obliga a vaciar por completo la balsa de aireación.
- Acumulación de arenas en el fondo de la balsa.
- Aparición de espumas durante la puesta en marcha o ante la presencia de vertidos tóxicos o sobrecargas, lo que se puede combatir fácilmente mediante una línea de aspersores alrededor de la balsa.
- Atascamiento en los difusores, por paradas en el suministro de aire que provocan la entrada de SS en los poros del difusor.
- Aparición de olores, hecho que se puede mitigar mediante un aumento de la aireación o una reducción del caudal de agua.

6.3.2.3. Resumen

Tras pasar por este tratamiento, el agua residual habrá visto su nitrógeno reducido un **90%**, hasta alcanzar una concentración de 10 mg/l (9 mg/l de TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)), aceptable por la norma europea. El recorrido del agua por el proceso llevará un total de 18 h, y el caudal total de fangos extraído del tratamiento secundario es de **4.344,76 kg/día**.

6.3.3. DECANTACIÓN SECUNDARIA

Tras el tratamiento secundario, todos los fangos y SS presentes en las aguas deben ser eliminados, para lo que se escoge un proceso de decantación, consistente en la eliminación de todos estos flóculos y sólidos en suspensión mediante la precipitación por su propio peso en una balsa de agua a muy baja velocidad.

Debido al elevado caudal de agua a tratar, se propone la instalación de un de proceso de decantación mediante **decantadores circulares mecanizados** con recogida automática de fangos, con un menor coste frente a la instalación de decantadores rectangulares mecanizados de mayor complejidad y necesidad de espacio.

Se instalarán **4 decantadores** circulares mecanizados, de 30,82 m de diámetro interno y profundidad cilíndrica útil de 2,75 m. La longitud cilíndrica de vertedero por decantador será por su parte de 93,70 m.



Como se ha dicho, este proceso permitirá reducir la DBO disuelta hasta un valor del 82%.

En el proceso de decantación secundaria, los residuos precipitados del agua se aglomeran formando un **fango** en el fondo de los decantadores que serán eliminados mecánicamente. El caudal de fangos primarios generado será de **4.344,76 kg/día**, el cual será extraído mecánicamente mediante bombas y añadido a la línea de fangos a través de tuberías de salida de fangos.

Los elementos que formarán los decantadores secundarios serán:

- Cuatro **compuertas de entrada** a decantadores cuadradas de fundición de lado 0.139 m² para garantizar una velocidad de fluido de 1 m/s.
- **Muro** de la balsa circular de 2,75 m de profundidad útil y 22,35 m de diámetro, y **columna central** de hormigón también de 2,75 m de profundidad útil. La **pendiente** de la balsa se recomienda entre 7° y 10°.
- Cuatro **puentes** de acero (uno por balsa) de longitud 15,42 m, y de profundidad útil de extracción de 2,75 m. La pendiente de extracción debe coincidir con la pendiente de la balsa.
- Ocho **bombas de fangos** (2 por cada balsa) de tipo tornillo sinfin, capaces de extraer un caudal de fangos total de **4.344,76 kg/día** cada una. Los materiales y juntas de las bombas deben ser muy resistentes a la corrosión.
- Cuatro **Vertederos** de aluminio (uno para cada balsa), con capacidad de al menos 1.000 m³, que garantice almacenamiento suficiente para todo un día. Se requerirá por tanto, una recogida diaria.
- Red de **tuberías** de acero o fundición.

6.3.4. PARÁMETROS DE SALIDA DEL TRATAMIENTO SECUNDARIO

A modo de resumen, se recoge a continuación la concentración de los parámetros de las aguas (SS, DBO₅, N y P) a la salida del proceso:



Tabla 1.1.19.

Elemento	Concentración a la entrada del secundario (mg/l)	Eliminación en el secundario (%)	Concentración a la salida del secundario (mg/l)
SS	52,06	90%	5
DBO	139,65	82%	25
N	58	90%	57
P	1	0,0%	1

Donde se puede comprobar que las concentraciones de DBO y N a la salida son adecuadas para cumplir la normativa.



6.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

Tras los tres procesos por los que han pasado las aguas residuales hasta ahora (pretratamiento, primario y secundario), solamente quedan por eliminar una parte muy reducida de sólidos en suspensión, y una serie de bacterias todavía presentes, que ninguno de los tratamientos hasta ahora aplicados han sido capaces de eliminar. Para eliminar estas bacterias y reducir aún más los SS, se propone instalar un tratamiento terciario compuesto por dos etapas: cloración y filtración.

Hasta ahora, las aguas tratadas cumplen con las condiciones de depuración requeridas para el aporte al río Segura, por lo que en aquellos momentos en los que las aguas subterráneas receptoras hayan alcanzado un nivel excesivo o que se necesite aporte de agua al río por caudal muy reducido debido a sequía, las aguas que lleguen a este punto serán desviadas directamente al río, sin ser cloradas ni filtradas.

Para ello se instalará un **desvío** o **bypass** en la salida del tratamiento secundario, que se activará manualmente si se detecta un nivel excesivo de aguas subterráneas, que pueda paralizar la circulación de las aguas en el proceso, quedando éstas paradas en las líneas, e incluso pudiendo producirse una *inversión de caudal*, extremadamente peligroso para todos los equipos, en especial las bombas. Al ser activado, todo o parte del caudal de agua será desviado hasta el río Segura, situado en las inmediaciones de la planta.

El agua desviada circulará por unos conductos de transporte hasta el cauce del río.

En este desvío, se deberá proceder a realizar las mediciones indicadas en el apartado de la memoria “Características de las aguas a tratar”, con la frecuencia indicada, mediante equipos fijos de medición instalados antes de la compuerta del desvío.

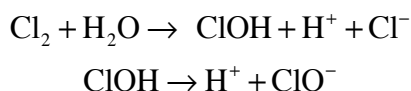
6.4.1. CLORACIÓN

Se da a entender la cloración o desinfección como el proceso de destrucción mayoritaria de las bacterias patógenas, y aunque algunas bacterias y virus no son destruidos mediante la aplicación de cloro, entre este tratamiento y el siguiente de filtración, hasta el 99% de los **huevos de nemátodo** y de **escherichia coli** serán eliminados.



Este proceso además, posee la ventaja de permanecer en las aguas tratadas durante semanas, lo que es muy útil para poder controlar las bacterias patógenas.

La reacción que tiene lugar en este proceso es:



El grado de ionización del ClOH (ácido hipocloroso) depende del pH y de la temperatura del agua.

En presencia de ciertos contaminantes, el cloro reacciona formando nuevos compuestos. En presencia de amoníaco, se pueden formar algunos como monocloraminas, dicloraminas y tricloraminas.

En este proceso de cloración, podemos encontrar 4 fases:

1. Reacción de oxidación del cloro con los compuestos reductores presentes en el agua como lo son los iones ferrosos, los sulfuros o los nitritos.
2. Formación de cloro combinado con el amoníaco o las aminas, hasta que empieza la oxidación de las cloraminas por el cloro libre.
3. En caso de que una cantidad de cloro adicional fuese añadida, las cloraminas se transformarían en compuestos de nitrógeno disminuyendo la concentración de cloro combinado.
4. La cantidad de cloro libre aumenta debido a que la gran mayoría de las cloraminas han sido oxidadas.

La dosis de cloro requerida en este proceso, al haber sido ya el agua ampliamente tratada en las fases anteriores, se considera suficiente con **7 mg/l** para poder alcanzar la concentración deseada de 1,5 mg/l¹⁵. A pesar de que la norma no lo exige expresamente, se deberá medir la concentración de cloro en las aguas efluentes al menos dos veces al día (por la mañana y por la tarde al ser los puntos de mayor demanda de depuración). Para ello se deberá instalar un

¹⁵ Recomendación extraída de "Isla de Juana, R. (2015). *Proyectos de plantas de tratamiento de aguas*."



medidor de cloro automático, cuya precisión y rapidez son mayores que las obtenidas mediante una medición manual realizada por un operario.

Para realizar el aporte de cloro, se pueden utilizar los siguientes tres métodos principales:

- Cloro puro licuado
- Cloro en disolución en forma de hipoclorito sódico
- Pastillas de cloro en forma de hipoclorito cálcico

De ellas se propone emplear **cloro puro licuado**. El empleo de pastillas se descarta pues su coste es demasiado elevado para depuración a gran escala, quedando su uso limitado a la escala doméstica (piscinas, pozos, aljibes...). El empleo de cloro en disolución es también caro comparado con el empleo de cloro puro, destacando especialmente el elevado coste de almacenamiento y transporte por la necesidad de almacenar y transportar una cantidad casi 7 veces mayor de disolución (para una disolución de riqueza 15%). El cloro en disolución no obstante, posee la ventaja de emplear una instalación más sencilla y económica, que a la larga no se ve amortizada por el alto coste de almacenamiento y transporte.

El cloro puro proporcionará pues, un ahorro económico considerable, pero también posee la desventaja de que las instalaciones más complejas y peligrosas.

La instalación que se propone instalar estará compuesta por dos salas:

1. Una **sala independiente** para albergar los tanques de almacenamiento, que estará formada por los siguientes elementos:
 - Un **punte grúa** para transportar los contenedores de cloro
 - Un **sistema de renovación de aire**
 - Un **sistema de absorción de fugas de cloro**, cuyo correcto funcionamiento deberá comprobarse al menos una vez al mes, debido a la extrema peligrosidad de una fuga de cloro.

Esta etapa puede resultar muy peligrosa por lo anteriormente comentado: una fuga de cloro gaseoso es extremadamente explosiva, y la despresurización de los depósitos de



cloro puede resultar en la congelación de válvulas y tuberías por la transformación del líquido en gas a baja temperatura.

La sala deberá tener capacidad suficiente para albergar **937,7 l** de cloro (dosis requerida semanal).

2. Una **sala secundaria**, donde se emplazarán el resto de equipos, que son los siguientes:
 - Un **evaporador** para la despresurización del cloro líquido.
 - Un **clorador** para regular y medir la cantidad dosificada de cloro, capaz de impulsar un caudal de al menos 14 kg/h.
 - Una **bomba auxiliar** para impulsar el cloro gaseoso hasta el agua, de función inoxidable y resistente al cloro.
 - Un **eyector** para aportar el gas impulsado por la bomba en el agua.
 - **Conducciones** de PVC o polietileno para el transporte del cloro.

La presión del cloro en los conductos de transporte deberá ser inferior a la atmosférica, para prevenir el escape de cloro en caso de fuga o rotura de un conducto.

Por demanda de la normativa de seguridad en el trabajo, se deberá instalar **una ducha de seguridad con lavado de ojos** cerca de las salas de cloración.

Además, se deberá instalar una **balsa de cloración** donde tendrá lugar el aporte del cloro al agua residual, que deberá disponer de **placas deflectoras** para garantizar el flujo turbulento y mejorar la mezcla del cloro con el agua residual. Sus dimensiones serán:

Table 1.1.20.

Profundidad útil (m)	4
Longitud de la balsa (m)	19,36
Anchura de la balsa (m)	9,68

El resto de equipos a instalar en el proceso serán:

- Una **compuerta de entrada** al proceso, de sección cuadrada de lado 0,55 m, fabricada de fundición y con estanqueidad por neopreno.



- No se instalará una compuerta de salida puesto que se dispondrá de una compuerta de entrada al proceso de filtración con la misma función que ésta.

6.4.2. FILTRACIÓN

Dada la exigencia de la norma de eliminar gran parte de los **huevo de nematodo** y la totalidad de la **escherichia coli** presente, se requiere la instalación de un tratamiento terciario de filtración, ya que éste es el único capaz de eliminar estas bacterias.

La filtración consiste en la eliminación de ciertos componentes del agua a hacerlo circular a través de un medio poroso. En este caso, se va a emplear filtración por arena a presión, tecnología que permite eliminar hasta un 99% de bacterias y virus, y hasta un 90% de los SS, muy reducidos en este tramo del proceso.

La tecnología seleccionada para este proceso, es **una nueva tecnología no recogida en la bibliografía de tratamientos de aguas**. El filtro a emplear, será un filtro ya existente, un tanque de filtrado con arena. Pero en este caso, en lugar de instalar bombas que aumenten la presión necesaria para la filtración, **se va a emplear el propio peso del agua**. Para ello, se excavará un pozo en el suelo y se situará el tanque de arena en el fondo, de forma que con la caída del agua por los conductos, se gane la presión requerida para la filtración.

El coste de esta operación por lo tanto, será MUY REDUCIDO, siendo los únicos costos, la necesidad de elevación de los residuos generados en la filtración y las bombas de los soplates de aire necesarias para la limpieza del filtro.

Como se ha hallado en los cálculos anexos a la memoria, se necesitarán **7 filtros de arena verticales lavables con agua**, de diámetro 4 m, y altura 3,5 m.

El material de fabricación será acero al carbono. Al no existir bombas para aumentar la presión, **no tendrán que estar automatizados**, y como medios filtrantes, se utilizará **antracita** para el medio 1, y **arena** para el medio 2. El resto de parámetros de su diseño se muestran en los cálculos anexos.



La pérdida de carga del filtro sucio, es de 6 mca¹⁶, por lo que para que la presión del agua antes de ser vertida a las aguas subterráneas sea de 1 atmósfera. Para ello, se construirá el proceso teniendo en cuenta lo siguiente:

- El agua a la entrada del proceso (salida del tratamiento de cloración) pasará por una arqueta abierta a la superficie de manera que la presión de ésta sea de 1 atm, para evitar posibles sobrepresiones en el filtro que podrían dañarlo.
- La altura del pozo será de **9,5 m** (6 metros de altura para garantizar una presión de 6 mca, más 3,5 m de altura de los filtros). El diámetro del pozo será de 15 m (12 m de diámetro total de los filtros (3·4 m) más 3 m de margen para que los operarios puedan moverse entre los filtros).
- En la salida de los filtros, las aguas efluentes de los 7 filtros se mezclarán en una arqueta cerrada, pero comunicada a la superficie a través de un ducto de ancho grosor (mayor de 30 cm). Este ducto, tendrá la única utilidad de establecer en el agua de salida, una presión próxima a 1 atm.

Todo ello garantizará una presión de entrada al filtro siempre de 6 mca, y una presión a la salida de éste de 1 atm. Esto garantizará que nunca se sobrepase la presión de 6 mca en el filtro de manera que nunca pueda ser dañado.

El volumen de pozo construido será por tanto de **1678,7 m³**.

Este proceso arrastrará el agua de todo el proceso forma continua, de manera que no se necesita instalar ningún medio mecánico para ello, ahorrándose así el coste de instalación, operación y mantenimiento de **elevadores de agua** al principio del proceso.

Además de lo mencionado, se instalarán los siguientes equipos:

- **2 soplantes** de lavado de filtros mediante aire, de presión de descarga de 7 mca.
- **2 bombas** de contralavado de filtros mediante agua limpia,
- 1 agitador vertical de la arqueta de fango de contralavado
- 2 bombas de evacuación de fangos de contralavado de presión 20 mca.

¹⁶ **mca**: metros de columna de agua.



Todos los equipos nombrados tienen que cumplir obligatoriamente las especificaciones mostradas en los cálculos.



6.5. LÍNEA DE FANGOS

Para el tratamiento de los fangos generados a lo largo del proceso de depuración, se propone emplear los siguientes 3 procesos:

- Espesamiento por gravedad
- Estabilización mediante *digestión aerobia*
- Deshidratación natural mediante *eras de secado*

6.5.1. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

Consiste en un depósito donde se retiene el fango el tiempo necesario para que su concentración aumente hasta el nivel deseado. Esta fase es de gran importancia pues se reduce notablemente el volumen de fango a bombear y a estabilizar en el proceso siguiente, se mejora la sequedad final tras salir del proceso de deshidratación y se reduce el consumo de polielectrolito en dicho proceso, y finalmente se ahorra un coste importante de transporte del fango seco hasta el vertedero.

Pero el espesamiento también posee los siguientes inconvenientes:

- Provoca atascos en tuberías
- Provoca problemas en las bombas centrífugas, lo que requiere a veces su sustitución por bombas de desplazamiento positivo
- Incrementa los malos olores
- En ocasiones se forman fangos flotantes

Además del depósito, se instalará **un sistema de arrastre de fangos**, suspendido de un puente fijo, y de movimiento radial.

El depósito tendrá una pendiente de inclinación hacia el centro de 5°, de manera que los fangos puedan ser extraídos sin problema mediante el sistema de arrastre.

Su profundidad será de 3,27 m, y su diámetro interno de 27 m., y solamente se instalará un depósito.



El caudal de fangos generado será de 31,24 m³/h con una concentración de 30 kg/m³.

Se incluirán también **20 piquetas de espesamiento**, consistentes en barras verticales de agitación mecánica, que mueven lentamente el fangos para liberar los gases contenidos en él y acelerar el espesamiento.

Para su movimiento, se instalará **un motor** de baja potencia conectados a las barras mediante cadenas de acero inoxidable.

Se instalarán igualmente **dos bombas de extracción de fangos espesados**, capaces de extraer el caudal de fangos espesados indicado, de tipo tornillo sinfín y cierre por neopreno.

6.5.2. DIGESTIÓN AEROBIA

Este proceso es el mismo que el proceso de lodos activos diseñado en el tratamiento secundario, con la diferencia de que no existe recirculación de fangos. Se escoge un proceso aerobio pues su coste y sencillez son mucho menores que las de un proceso de digestión anaerobia.

El proceso consiste en el uso de **un digestor aerobio**, donde mediante el uso de bacterias y mediante la recirculación de fangos se consigue reducir la cantidad de materia orgánica de los fangos, aumentando la concentración de los mismos.

El digestor será rectangular excavado en el suelo con una profundidad de 4 m, un anchura de 39,68 m y una longitud de 79,35 m. El caudal de fangos digerido será de 36 m³/h.

El sistema de aireación a instalar será de una serie de **28 difusores** distribuidos homogéneamente en el fondo de la balsa (7x4) que distribuirán un caudal impulsado por 4 turbinas. Las necesidades de oxígeno serán de 6413 kg/día en los difusores.

Los equipos necesarios en este proceso son los siguientes:

- **1 compuerta de reparto** al digestor aerobio, motorizada y de sección cuadrada de lado 0,55 m, fabricada de fundición y con estanqueidad por neopreno.
- **4 turbinas de aireación** capaces de impulsar un caudal de 67,5 m³/h (4275 m³/día en total entre las 4 turbinas).



- **28 difusores** de caudal 14,31 m³/h.
- **1 compuerta de salida** del digestor aerobio, motorizada y de sección cuadrada de lado 0,55 m, fabricada de fundición y con estanqueidad por neopreno.

6.5.3. DESHIDRATACIÓN POR ERAS DE SECADO

Se instalarán un total de **20 eras de secado**, debido a la gran cantidad de fangos a tratar, de forma rectangular con 8,67 m de longitud y 4,33 m de anchura. Su funcionamiento consistirá en dos fases:

- **Filtración** mediante arena hasta alcanzar una sequedad del 20%. El fango caerá por gravedad hasta las tuberías de drenaje, donde será bombeado hasta la cabeza de la depuradora.
- **Evaporación** hasta conseguir sequedades de hasta el 65%. En esta fase el fango seco se agrieta permitiendo la vaporización del agua contenida, aumentando así su sequedad.

La recogida de fangos se realizará de forma automática, mediante **puentes** instalados sobre las eras de secado. Se instalará **un puente en cada era**.

Los equipos necesarios en este proceso son:

- **20 puentes** de extracción en las eras de 4,33 m.
- **2 bombas** de impulsión a las eras de caudal total 11,52 m³/día.
- **20 bombas** de extracción capaces de bombear un caudal de fangos de 11,52 m³/día.



7. PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del presente proyecto será de **18 meses**, siguiendo el calendario de ejecución mostrado en el anexo 3.

El contratista deberá asegurarse que se cumplen todos los plazos de ejecución propuestos, y en el orden establecido, de lo contrario podrían ocasionarse problemas en la ejecución debido al inadecuado seguimiento de dichos plazos.

8. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía del presente será de **12 meses**, contando desde la fecha de recepción provisional de obra terminada.



9. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

DOCUMENTO N°1. - MEMORIA

Memoria

Cálculos funcionales

Cálculos eléctricos

Estudio económico

Impacto ambiental

Anexos

DOCUMENTO N°3. - PLIEGO DE CONDICIONES

Prescripciones técnicas generales

Prescripciones técnicas particulares

DOCUMENTO N°4. - PRESUPUESTO

Mediciones

Cuadro de precios n°1

Cuadro de precios n°2

Presupuestos parciales

Presupuesto General

DOCUMENTO N°5. - ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria

Pliego de Condiciones

Presupuesto



10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Concepto	Importe (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4.162.414,19
Gastos generales (13%)	541.113,84
Beneficio industrial (6%)	249.744,85
TOTAL	4.953.272,88
IVA (21%)	1.040.187,31
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	6.784.318,89 €

Asciende el presupuesto del estudio de seguridad y salud del presente proyecto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO euros con OCHENTA Y NUEVE céntimos.

En Madrid, a Julio de 2017

El autor del proyecto:

Francisco Muñoz Viguera



11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

La obra proyectada constituye una obra completa, susceptible de entrar en servicio a su terminación de acuerdo con el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, y para que conste, a los efectos oportunos, se firma la presente declaración.

En Madrid, a 13 de julio de 2017

El autor del proyecto:

Francisco Muñoz Viguera

CÁLCULOS FUNCIONALES



ÍNDICE

1. Bases de partida	60
2. Instalaciones de la EDAR.....	61
2.1. Pretratamiento.....	61
2.1.1. Instalaciones receptoras.....	61
2.1.2. Pozo de gruesos	61
2.1.3. Rejas de desbaste de gruesos.....	63
2.1.4. Rejas de desbaste de finos.....	64
2.1.5. Tamizado	66
2.1.6. Desarenado.....	67
2.2. Tratamiento Primario.....	70
2.2.1. Coagulación-Floculación: Eliminación del fósforo.....	70
2.2.1.1. Dosificación de coagulante.....	70
2.2.1.2. Dosificación de alcali	71
2.2.1.3. Dosificación de polielectrolito.....	73
2.2.1.4. Dimensionado de arquetas.....	75
2.2.1.5. Producción de fangos químicos con aluminio	76
2.2.1.6. Cálculo de compuertas.....	77
2.2.2. Decantación primaria.....	78
2.2.2.1. Cálculo de los decantadores primarios	78
2.2.2.2. Cálculo de la producción de fangos.....	80
2.2.2.3. Cálculo de compuertas.....	81
2.3. Tratamiento Secundario.....	82
2.3.1. Dimensionamiento preliminar de la balsa de fangos activos	82
2.3.2. Diseño del proceso de nitrificación-desnitrificación	83
2.3.2.1. Balsa de desnitrificación previa	84
2.3.2.2. Balsa de nitrificación	85
2.3.2.3. Necesidades de oxígeno.....	87
2.3.2.4. Cálculo de los equipos de aireación	88
2.3.2.5. Balsa de desnitrificación posterior	89
2.3.2.6. Balsa de reaireación final	90



2.3.2.7. Necesidades de oxígeno y equipos para balsas de reaireación	91
2.3.2.8. Resumen y balance de alcalinidad.....	92
2.3.2.9. Cálculo de compuertas.....	92
2.3.3. Decantación secundaria	93
2.3.3.1. Dimensionamiento del proceso	93
2.3.3.2. Cálculo de la producción de fangos.....	94
2.3.3.3. Cálculo de compuertas.....	95
2.4. Tratamiento terciario	96
2.4.1. Cloración	96
2.4.1.1. Dimensionamiento del proceso	96
2.4.1.2. Cálculo de la dosis de cloro semanal requerida.....	97
2.4.1.3. Cálculo de compuertas.....	97
2.4.2. Filtración.....	97
2.4.2.1. Cálculo de compuertas.....	99
2.5. Línea de fangos.....	100
2.5.1. Espesamiento por gravedad	100
2.5.2. Digestión aerobia.....	101
2.5.2.1. Dimensionamiento del digestor	101
2.5.2.2. Necesidades de oxígeno.....	102
2.5.2.3. Cálculo de los equipos de aireación	103
2.5.3. Deshidratación mediante Eras de secado	103



1. BASES DE PARTIDA

La población suministradora de las aguas que va a tratar la depuradora a diseñar es de aproximadamente **100.000 habitantes reales**. La EDAR existente (Murcia Este) trata 100.000 m³/día lo que corresponde a 325.000 habitantes reales. Para poder calcular la demanda de agua que la nueva planta deberá tratar, se va a calcular el caudal de aguas residuales (q) que genera cada habitante en Murcia (incluyendo también las aguas residuales industriales):

$$q = \frac{100.000 \text{ m}^3 / \text{día}}{325.000 \text{ hab}} = 0,308 \frac{\text{m}^3}{\text{día} \cdot \text{habitante real}}$$

Y para la población a tratar de 100.000 habitantes el caudal diario será:

$$0,308 \frac{\text{m}^3}{\text{día} \cdot \text{habitante real}} \cdot 100.000 \text{ habitantes reales} = 31.000 \text{ m}^3 / \text{día}$$

Este caudal corresponde a una población de **155.000 habitantes equivalentes**.

Una vez calculados estos parámetros de entrada, y conociendo las características de entrada y salida de las agua podemos calcular el resto de valores de este apartado, agrupándolos en la tabla mostrada en la memoria:

Tabla 1.2.1.

Caudal diario (m	31.000
Caudal de diseño (m	1.292
Kilogramos de SS que entran por día	16.988
Kilogramos de DBO	18.228
SS por habitante y día (g/hab·día)	109,60
DBO ₅	117,60
Rendimiento de eliminación de SS (%)	98,18%
Rendimiento de eliminación de DBO	95,75%



2. INSTALACIONES DE LA EDAR

A continuación se procede a explicar los cálculos realizados y procesos seguidos en el diseño de las instalaciones propuestas en el diseño de la planta. Todas las tablas de cálculo se han construido siguiendo el libro “Proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas” de Ricardo Isla de Juana. Otras bibliografías consultadas se citan a lo largo del capítulo.

2.1. PRETRATAMIENTO

2.1.1. INSTALACIONES RECEPTORAS

OBRA DE LLEGADA. Deberá estar construida por una canalización cilíndrica y de hormigón de **70 cm** de diámetro, para garantizar una velocidad del agua en su interior de 1 m/s a caudal nominal.

$$Q = v \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2000}{\pi \cdot 1,3600}} \approx 70 \text{ cm}$$

2.1.2. POZO DE GRUESOS

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros escogidos como base del cálculo de los distintos parámetros de salida de las aguas fluentes y de las dimensiones del pozo:

Tabla 1.2.2.

Caudal de diseño (m)	1.291,67
Caudal máximo (m)	1.937,50
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (minutos)	5,00
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m)	0,50
Relación longitud anchura del pozo	5



Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m residual a caudal de diseño	1
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m residual con tormenta	3

El **tiempo medio de residencia** se ha escogido como el máximo valor recomendado (5 min) pues así permitirá una mayor sedimentación de los sólidos más grandes. La velocidad ascensional se ha estimado con un valor estándar de 0,5. El caudal máximo por su parte se trata del caudal en situaciones de tormenta, que se aproxima como un 50% mayor al caudal de diseño.

La **relación longitud-anchura del pozo** se ha escogido como el máximo valor recomendado pues así se reducirá el número de conmutaciones de dirección de la cuchara bivalva automatizada. Además este valor permitirá la instalación de una cuchara bivalva monorail, lo que reducirá su coste al evitarse la instalación de un puente que conlleva un mayor mantenimiento, coste de instalación y complejidad de maquinaria.

La **cantidad de arena y residuos** contenida en las aguas de entrada se ha estimado como un valor alto pues las aguas a tratar tienen procedencias muy diversas, desde aguas residuales urbanas hasta industriales de alta contaminación como mataderos o industrias agrarias o químicas. La cantidad de arenas y residuos en caudales con tormenta se ha estimado como el triple de la cantidad a caudal de diseño.

Resultados del cálculo¹

Tabla 1.2.3.

Volumen útil (m	107,64
Superficie (m	43,06
Profundidad útil (m)	11,37
Longitud (m)	14,67
Anchura (m)	2,93
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (min)	3,33
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m	0,75
Producción normal de arena y residuos secos (m	31,00

¹ Fuente *Isla de Juana, R. (2005). Proyectos de plantas de tratamiento de aguas. Bellisco Ediciones.*



Producción máxima de arena y residuos secos con tormenta (m) 5,81

Para obtener una velocidad de entrada de agua de 0,6 m/s a caudal de diseño la sección de la compuerta de entrada deberá ser:

$$s = \frac{Q(m^3 / s)}{v(m / s)} = \frac{0,36}{0,6} = 0,6m^2$$

El número de contenedores de escombros estándar de 5 m³ de capacidad con recogida de dos veces al día y transporte en camión será:

$$n = \frac{Residuos(m^3 / día)}{V_{contenedor}(m^3) \cdot (viajes / día)} = \frac{31}{5 \cdot 2} \approx 3 \text{ contenedores}$$

2.1.3. REJAS DE DESBASTE DE GRUESOS

Parámetros de partida

Tabla 1.2.4.

Caudal de diseño (m)	1.291,67
Caudal máximo (m)	1.937,50
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotes (mm)	15
Distancia entre los barrotes (luz) (mm)	60
Resguardo del canal (m)	0,3
Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
Relación profundidad útil/anchura del caudal	1
Metros cúbicos de residuos por 1000 m caudal de diseño	0,1
Metros cúbicos de residuos por 1000 m tormenta	0,5



Los altos valores de residuos contenidos en las aguas residuales se deben a la elevada contaminación de las aguas de entrada, y especialmente al gran incremento de ésta en situaciones de tormenta donde la sequía de la región provoca grandes inundaciones con enormes arrastres de sedimentos que van a parar a las aguas residuales.

La velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño debe ser de al menos 0,9 m/s para evitar la deposición de arena en la parte inferior de la reja, acto que podría causar su inutilización.

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.5.

Caudal de diseño por la línea (m)	1291,67
Caudal máximo por línea (m)	1937,50
Superficie útil del canal (m)	0,62
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	0,63
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	0,95
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máx. con reja colmatada (m/s)	1,35
Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	0,58
Anchura del canal (m)	0,79
Profundidad útil del canal (m)	0,79
Profundidad total del canal (m)	1,09
Producción normal de residuos (gruesos) (m)	3,10
Producción máxima de residuos con tormenta (gruesos) (m)	0,97

2.1.4. REJAS DE DESBASTE DE FINOS

Parámetros de partida

Tabla 1.2.6.

Caudal de diseño (m)	1.291,67
Caudal máximo (m)	1.937,50



Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja sucia (m/s)	0,9
Número de líneas de desbaste	1
Espesor de los barrotes (mm)	6
Distancia entre los barrotes (luz) (mm)	10
Resguardo del canal (m)	0,3
Angulo de inclinación de los barrotes (grados)	60
Máxima colmatación entre dos limpiezas (%)	30
Relación profundidad útil/anchura del caudal	1
Metros cúbicos de residuos por 1000 m caudal de diseño	0,05
Metros cúbicos de residuos por 1000 m tormenta	0,1

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.7.

Caudal de diseño por la línea (m)	1291,67
Caudal máximo por línea (m)	1937,50
Superficie útil del canal (m)	0,79
Velocidad de paso entre barrotes a caudal de diseño con reja limpia (m/s)	0,63
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máximo con reja limpia (m/s)	0,95
Velocidad de paso entre barrotes a caudal máx. con reja colmatada (m/s)	1,35
Velocidad de aproximación por el canal a caudal de diseño (m/s)	0,45
Anchura del canal (m)	0,89
Profundidad útil del canal (m)	0,89
Profundidad total del canal (m)	1,19
Producción normal de residuos (gruesos) (m)	1,55
Producción máxima de residuos con tormenta (gruesos) (m)	0,19



2.1.5. TAMIZADO

La anchura inicial requerida si se utilizase un único tamiz sería de más de 15 m, por lo que se requiere la instalación de 8 líneas con un tamiz por línea, ya que los tamices de mayor tamaño comercializados son de 2 m. Con 8 líneas de tuberías obtenemos los siguientes parámetros de entrada:

Tabla 1.2.8.

Caudal de diseño (m ³ /h)	1.291,67
Número de líneas	8
Sólidos en suspensión en el agua a tratar (mg/l)	548
Eliminación de sólidos en suspensión (%)	25
Distancia entre barras (Luz del tamiz) (mm)	1,5

y los siguientes parámetros de salida:

Tabla 1.2.9.

Caudal de diseño por la línea (m ³ /h)	161,46
Carga hidráulica a caudal máximo (m ³ /m ² de tambor·h)	121,64
Anchura útil del tamiz filtrante (m)	1,97
Superficie en planta aproximada ocupada por tamiz (m ²)	3,34
Peso aproximado del tamiz en vacío (Kg)	425,28
Producción de fangos en tamices (kg/d de sólidos)	4247,00
Carga hidráulica a caudal de diseño (m ³ /m ² de tambor·h)	48,33

Los tamices estarán emplazado justo a la salida del canal de desbaste para ahorrar coste de tuberías de transporte, y estarán colocados en batería en doble fila, de manera que hayan dos filas de 4 tamices paralelas al canal de desbaste.

Las aguas residuales serán transportadas a cada tamiz estático a través de tuberías. Las tuberías de transporte en la llegada de los tamices deberán ser de las dimensiones de la boca de entrada de agua del fabricante del tamiz. Los tamices estarán situados justo a la salida del tratamiento de desbaste, y se instalará una tubería de gran grosor con diámetro decreciente



conectada a los tamices por tuberías más cortas de longitud de hasta 2 m por la cercanía de la tubería principal. La tubería principal tendrá una longitud de 12 m:

$$l = 2 \frac{m_{\text{ancho}}}{\text{tamiz}} \cdot 4 \text{ tamices} + 0,5 m_{\text{espacio entre tamices}} \cdot 3 \text{ huecos} + 2,5 m_{\text{entrada a tamizado}} = 12 m$$

Las tuberías de conexión a los tamices tendrán un diámetro aproximado de 200 mm. La tubería de gran grosor comenzará con un diámetro calculado para que la velocidad sea similar en todos los tramos de las tuberías de la siguiente manera:

$$Q = V \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) = 8q = 8v \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = 8v \left(\frac{\pi 20^2}{4} \right)$$

e igualando la velocidad de entrada a la de salida ($v=V$) obtenemos un diámetro inicial de la tubería grande de:

$$D = \sqrt{3200} = 56,56 \text{ cm}$$

El diámetro final por su parte se calculará igual pero considerando únicamente el caudal de suministro a los dos últimos tamices:

$$Q_{\text{final}} = V \left(\frac{\pi D_{\text{final}}^2}{4} \right) = 2q = 2v \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) = 2v \left(\frac{\pi 20^2}{4} \right)$$

$$D_{\text{final}} = \sqrt{800} = 28,28 \text{ cm}$$

2.1.6. DESARENADO

Parámetros de partida

Los siguientes parámetros de diseño se han escogido siguiendo las recomendaciones del autor (Isla de Juana, R) para una depuradora de características similares a la presente.

Tabla 1.2.10.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2.000,00
--------------------------------------	----------



Caudal máximo (m ³ /h)	3.000,00
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m ³ /m ² ·h)	15,00
Velocidad de paso a caudal de diseño (m ³ /m ² ·h)	60,00
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (min)	15,00
Número de líneas	4
Metros cúbicos de aire por metro cuadrado de superficie y hora	8
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m ³ de agua residual a caudal de diseño	0,02
Metros cúbicos de arena y residuos por 1000 m ³ de agua residual con tormenta	2,00

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.11.

Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	500
Caudal máximo por línea (m ³ /h)	750
Superficie horizontal (m ²)	33,33
Sección transversal (m ²)	8,33
Volumen útil unitario (m ³)	125
Longitud (m)	15,00
Profundidad útil (m)	3,75
Anchura (m)	2,22
Velocidad ascensional a caudal máximo (m ³ /m ² ·h)	22,50
Velocidad de paso a caudal máximo (m ³ /m ² ·h)	90,00
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (min)	10
Caudal total de aire necesario por línea (m ³ /h)	1.067
Producción normal de arena seca (m ³ /día)	0,96
Producción máxima de arena seca con tormenta (m ³ /h)	6

En cuanto al cálculos de los equipos necesarios para este proceso se incluyen los siguientes:

- **Compuertas de entrada.** Se necesitará 1 compuerta de entrada para cada una de las cuatro líneas con una sección de 0.139m² para garantizar una velocidad de 1 m/s:



$$s = \sqrt{\frac{q(m^3 / h \cdot línea)}{v_{1m/s} \cdot 3600}} = .139m^2$$

- **Puentes desarenadores aireados.** Su profundidad de trabajo se calcula como:

$$P_{recta} = P_{recta \text{ útil}} + 0.3 = 3,75 + 0,3 = 4,05m$$

y su profundidad total como:

$$P_{total} = P_{recta} + \frac{anchura}{2} = 3,75 + 1,11 = 4,86m$$

La anchura del puente es la misma que la de cada línea (2,22m).

- **Bombas de arenas.** Se necesita una por línea, y el caudal de extracción de cada una se calcula como:

$$q_{unitario} = \frac{Producción \text{ arena}_{máx} \cdot \rho_{arena}}{n^{\circ} \text{ bombas}} = \frac{6 \cdot \frac{2600}{30}}{4} = 130m^3 / h$$

- **Concentrador de arenas.** Su capacidad debe ser igual a la máxima producción de arena de 6 m³/h con tormenta.
- **Soplantes de desarenado.** Su caudal es el caudal de aire necesario y su presión de descarga se calcula como la profundidad recta útil del desarenador más 1.
- **Concentrador de grasas.** Suelen ser de anchura 1,5, su profundidad útil igual a su anchura, y su longitud el doble de su anchura.
- **Compuertas de salida.** Tienen las mismas características que las compuertas de entrada.
- **Difusores de aire.** Su número se calcula como:

$$n_{difusores} = 2l_{desarenador} \cdot n_{desarenadores} - 2 = 2 \cdot 15 \cdot 4 - 2 = 118$$



2.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

2.2.1. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN: ELIMINACIÓN DEL FÓSFORO

2.2.1.1. Dosificación de coagulante

Parámetros de partida

El primer paso de cálculo en la fase la coagulación-floculación es la determinación de la dosificación de coagulante. Los parámetros de partida fijados se recogen a continuación:

Tabla 1.2.12.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2.000,00
Caudal máximo (m ³ /h)	3.000,00
Tipo de coagulante	Cl
Dosis de coagulante (mg/l)	20
Concentración de reactivo comercial (kg/ton)	400
Densidad de reactivo comercial (kg/l)	1,417
Autonomía de almacenamiento (días)	15
Concentración de dosificación (reactivo diluido) (kg/ton)	100
Horas de dosificación al día	24

De entre ellos cabe detallar los siguientes:

- La dosis de coagulante se refiere a la concentración de reactivo en el agua a tratar.
- La autonomía de almacenamiento son el número de días para los que requiere disponer de reactivo en cantidad suficiente en la planta (para las condiciones de la planta). Se ha fijado un periodo de al menos medio mes para prevenir posibles retrasos en el suministro del reactivo.

Resultados del cálculo

A partir de la fijación de los parámetros de partida se procede al cálculo de las variables más importantes de este proceso, cuyos resultados se recogen en la siguiente tabla:



Tabla 1.2.13.

Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h)	40,00
Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h)	70,57
Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (kg/h)	400,00
Densidad aproximada de reactivo diluido (kg/l)	0,18
Consumo de reactivo puro a caudal máximo (kg/h)	60,00
Consumo de reactivo comercial a caudal máximo (l/h)	105,86
Consumo de reactivo diluido a caudal máximo (l/h)	600,00
Cantidad a almacenar de reactivo comercial (l)	25406

donde las variables se han calculado como:

- Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h):

$$\frac{\text{caudal de diseño}}{1000} \cdot \text{dosis de coagulante}$$

- Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de reactivo comercial} \cdot (\text{densidad})} \cdot 1000$$

- Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de dosificación}} \cdot 1000$$

En este cálculo la densidad de reactivo diluido se ha estimado en 1 aproximadamente.

- Los tres caudales de reactivo a caudal máximo se han calculado de la misma manera pero empleando el caudal máximo de 3000 m³/h en lugar del caudal de diseño de 2000 m³/h.
- Cantidad a almacenar de reactivo comercial (l):

$$\text{consumo de reactivo comercial a cd} \cdot \text{horas de dosificación al día} \cdot \text{autonomía almacenamiento}$$

2.2.1.2. Dosificación de alcali



El segundo paso de cálculo en la fase la coagulación-floculación es la determinación de la dosificación de alcali. Los parámetros de partida fijados se recogen a continuación:

Tabla 1.1.14.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2.000,00
Caudal máximo (m ³ /h)	3.000,00
Tipo de alcali	NaOH
Dosis de alcali (mg/l)	20
Concentración de reactivo comercial (kg/ton)	400
Densidad de reactivo comercial (kg/l)	1,43
Autonomía de almacenamiento (días)	15
Concentración de dosificación (reactivo diluido) (kg/ton)	100
Horas de dosificación al día	24

De entre ellos cabe detallar los siguientes:

- La dosis de alcali se refiere a la concentración de reactivo en el agua a tratar.
- La autonomía de almacenamiento son el número de días para los que requiere disponer de reactivo en cantidad suficiente en la planta (para las condiciones de la planta). Se ha fijado un periodo de al menos medio mes para prevenir posibles retrasos en el suministro del reactivo.

A partir de la fijación de los parámetros de partida se procede al cálculo de las variables más importantes de este proceso, cuyos resultados se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2.15.

Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h)	40,00
Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h)	70,57
Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (kg/h)	400,00
Consumo de reactivo puro a caudal máximo (kg/h)	60,00
Consumo de reactivo comercial a caudal máximo (l/h)	105,86
Consumo de reactivo diluido a caudal máximo (kg/h)	600,00
Cantidad a almacenar de reactivo comercial (l)	25406



donde las variables se han calculado como:

- Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h):

$$\frac{\text{caudal de diseño}}{1000} \cdot \text{dosis de alcali}$$

- Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de reactivo comercial} \cdot (\text{densidad})} \cdot 1000$$

- Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de dosificación}} \cdot 1000$$

- Los tres caudales de reactivo a caudal máximo se han calculado de la misma manera pero empleando el caudal máximo de 3000 m³/h en lugar del caudal de diseño de 2000 m³/h.
- Cantidad a almacenar de reactivo comercial (l):

consumo de reactivo comercial a cd · horas de dosificación al día · autonomía almacenamiento

2.2.1.3. Dosificación de polielectrolito

El último paso de cálculo en la fase la coagulación-floculación es la determinación de la dosificación de polielectrolito. Los parámetros de partida fijados se recogen a continuación:

Tabla 1.2.16.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2.000,00
Caudal máximo (m ³ /h)	3.000,00
Tipo de polielectrolito	NaOH
Dosis de polielectrolito (mg/l)	2
Concentración de reactivo comercial (kg/ton)	1000
Densidad de reactivo comercial (kg/l)	1,1



Autonomía de almacenamiento (días)	15
Concentración de dosificación (reactivo diluido) (kg/ton)	5
Horas de dosificación al día	24

De entre ellos cabe detallar los siguientes:

- La dosis de polielectrolito se refiere a la concentración de reactivo en el agua a tratar.
- La autonomía de almacenamiento son el número de días para los que requiere disponer de reactivo en cantidad suficiente en la planta (para las condiciones de la planta). Se ha fijado un periodo de al menos medio mes para prevenir posibles retrasos en el suministro del reactivo.

A partir de la fijación de los parámetros de partida se procede al cálculo de las variables más importantes de este proceso, cuyos resultados se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2.17.

Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h)	4,00
Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h)	3,64
Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (kg/h)	800,00
Consumo de reactivo puro a caudal máximo (kg/h)	6,00
Consumo de reactivo comercial a caudal máximo (l/h)	5,45
Consumo de reactivo diluido a caudal máximo (l/h)	1200,00
Cantidad a almacenar de reactivo comercial (kg)	1440

donde las variables se han calculado como:

- Consumo de reactivo puro a caudal de diseño (kg/h):

$$\frac{\text{caudal de diseño}}{1000} \cdot \text{dosis de polielectrolito}$$

- Consumo de reactivo comercial a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de reactivo comercial} \cdot (\text{densidad})} \cdot 1000$$



- Consumo de reactivo diluido a caudal de diseño (l/h):

$$\frac{\text{consumo de reactivo puro a caudal de diseño}}{\text{concentración de dosificación}} \cdot 1000$$

- Los tres caudales de reactivo a caudal máximo se han calculado de la misma manera pero empleando el caudal máximo de 3000 m³/h en lugar del caudal de diseño de 2000 m³/h.
- Cantidad a almacenar de reactivo comercial (kg):

$$\text{consumo de reactivo comercial a cd} \cdot \text{horas de dosificación al día} \cdot \text{autonomía almacenamiento} \cdot \rho$$

2.2.1.4. Dimensionado de arquetas

Parámetros de partida

Tabla 1.2.18.

Caudal de diseño (m	2000
Caudal máximo(m	3000
Número de arquetas de cada proceso	4
Tiempo de retención en arqueta de coagulación a caudal de diseño (min)	2
Profundidad útil de arqueta de coagulación (m)	2
Relación longitud/anchura de arqueta de coagulación	2
Tiempo de retención en arqueta de floculación a caudal de diseño (min)	30
Profundidad útil de arqueta de floculación (m)	2
Relación longitud/anchura de arqueta de floculación	2

Resultados del cálculo

Tabla 1.2.19.

Caudal de diseño unitario (m	500,00
Caudal máximo unitario (m	750,00



Volumen útil de la arqueta de coagulación (m)	16,67
Longitud de la arqueta de coagulación (m)	4,08
Anchura de la arqueta de coagulación (m)	2,04
Volumen útil de la arqueta de floculación (m)	250,00
Longitud de la arqueta de floculación (m)	15,81
Anchura de la arqueta de floculación (m)	7,91
Tiempo de retención en arqueta de coagulación a caudal de máximo (min)	1,33
Tiempo de retención en arqueta de floculación a caudal de máximo (min)	20,00

2.2.1.5. Producción de fangos químicos con aluminio

A partir del caudal de entrada y de las cantidades dadas de fósforo a la entrada y a la salida del proceso, se puede hallar la cantidad total de fangos formados con aluminio. Para proceder a su cálculo se muestran a continuación los parámetros de partida fijados:

Tabla 1.2.20.

Caudal de diseño (m)	2.000,00
Concentración de fósforo en el agua a tratar (mg/l)	11
Concentración de fósforo en el agua tratada (mg/l)	1
Dosis de aluminio (mg/l)	400
Factor de recuperación del fango químico (%)	100
Horas de dosificación al día	24
Concentración del fango químico separado (kg/m)	25

Y a partir de ellos se puede proceder a calcular la cantidad de fangos, PO_4Al y $Al(OH)_3$ formada, y la reducción de fósforo, cuyos valores se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1.2.21.

Fósforo eliminado (kg/h)	20
PO_4Al formado (kg/h)	78,75
$Al(OH)_3$	2260,79



Peso total de fangos químicos formados (kg/h)	2339,54
Peso total de fangos químicos separados (kg/h)	2339,54
Caudal total de fangos químicos (m)	93,58

donde las variables de salida se han calculado como:

- Fósforo eliminado:

$$\frac{C_{\text{fósforo(agua a tratar)}} - C_{\text{fósforo(agua tratada)}}}{1000} \cdot Q_{\text{diseño}}$$

- PO₄Al formado:

$$\frac{121,95 \cdot 30,97}{1000} P_{\text{eliminado}}$$

- Al(OH)₃ formado:

$$\left[\text{Dosis}_{Al} - 26,98 \cdot \frac{C_{\text{fósforo(agua a tratar)}} - C_{\text{fósforo(agua tratada)}}}{30,97 \cdot 1000} \right] \frac{78,00}{26,98} \frac{Q_{\text{diseño}}}{1000}$$

- Peso total de fangos químicos formados:

$$PO_4Al_{\text{formado}} + Al(OH)_3_{\text{formado}}$$

- Peso total de fangos químicos separados:

$$\text{Peso total}_{\text{fangos químicos formados}} \cdot \text{factor recuperación}(\%)$$

- Caudal total de fangos químicos:

$$\frac{\text{Peso total}_{\text{fangos químicos formados}}}{C_{\text{fangos separados}}}$$

2.2.1.6. Cálculo de compuertas

Se instalarán 4 compuertas de entrada de las siguientes dimensiones:

$$\text{Anchura} = \text{Altura} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{n_{\text{líneas}}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{4} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,139m$$



donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.

Se instalarán a su vez 4 compuertas de salida de las mismas dimensiones de las compuertas de entrada:

$$\text{Anchura} = \text{Altura} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{n_{\text{líneas}}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{4} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,139m$$

2.2.2. DECANTACIÓN PRIMARIA

2.2.2.1. Cálculo de los decantadores primarios

Parámetros de partida

A continuación se definen una serie de parámetros iniciales necesarios para el cálculo de las instalaciones y parámetros de salida:

Tabla 1.2.22.

Caudal de diseño (m)	2000
Caudal máximo (m)	3000
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m)	1,3
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (h)	2,5
Número de líneas	4
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba (m)	0,5

donde el tiempo de residencia a caudal de diseño se ha establecido lo suficientemente alto para dar tiempo a las partículas a caer por su propio peso.

La distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba, por su parte se trata de la anchura del vertedero en el que el agua de la superficie sale del decantador.

Resultados del cálculo



A partir de los parámetros iniciales fijados se procede a realizar los cálculos pertinentes para dimensionar los decantadores:

Tabla 1.2.23.

Caudal de diseño por línea (m	500
Caudal máximo por línea (m	750
Superficie del decantador (m	384,62
Diámetro interno (m)	22,13
Volumen cilíndrico útil (m	1250,00
Profundidad cilíndrica útil (m)	3,25
Velocidad ascensional a caudal máximo (m	1,95
Tiempo medio de residencia a caudal máximo (h)	1,67
Longitud de vertedero por decantador (m)	66,38
Carga máxima sobre vertedero (m	11,30

donde los parámetros se han calculado de la siguiente forma:

$$\text{- Caudal de diseño por línea} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{n_{\text{líneas}}}$$

$$\text{- Caudal máximo por línea} = \frac{Q_{\text{máximo}}}{n_{\text{líneas}}}$$

$$\text{- Superficie del decantador (S}_{\text{decantador}}) = \frac{Q_{\text{diseño por línea}}}{v_{\text{ascensional a } Q_{\text{diseño}}}}$$

$$\text{- Diámetro interno (D}_{\text{interno}}) = \sqrt{\frac{4S_{\text{decantador}}}{\pi}}$$

$$\text{- Volumen cilíndrico útil} = Q_{\text{diseño por línea}} \cdot t_{\text{residencia a } Q_{\text{diseño}}}$$

$$\text{- Profundidad cilíndrica útil} = \frac{V_{\text{cilíndrico útil}}}{S_{\text{decantador}}}$$

$$\text{- Velocidad ascensional a } Q_{\text{máximo}} = \frac{Q_{\text{máximo por línea}}}{S_{\text{decantador}}}$$



- _ Tiempo medio de residencia a caudal máximo = $\frac{V_{\text{Cilíndrico útil}}}{Q_{\text{máximo por línea}}}$
- _ Longitud de vertedero por decantador = $2\pi \left(\frac{D_{\text{interno}}}{2} - d_{\text{vertedero a pared}} \right)$
- _ Carga máxima sobre vertedero = $\frac{Q_{\text{máximo por línea}}}{L_{\text{vertedero/decantador}}}$

2.2.2.2. Cálculo de la producción de fangos

Parámetros de partida

A continuación se definen una serie de parámetros iniciales necesarios para el cálculo:

Tabla 1.2.24.

Eliminación de SS (%)	90%
Eliminación de DBO (%)	75%
Concentración de SS a la entrada de la decantación (mg/l)	520,6
Concentración de DBO a la entrada de la decantación (mg/l)	558,6
Concentración del fango decantado (kg/m	30

donde, como se introdujo en la memoria, tras el tratamiento de coagulación-floculación se obtendrá un rendimiento de eliminación de SS del 90% y de DBO del 75%.

La concentración de fango decantado se ha escogido siguiendo las recomendaciones del autor Ricardo Isla de Juana, escogiendo la concentración más elevada recomendada, para ahorrar almacenamiento, tratamiento y transporte de fangos.

Resultados del cálculo

A partir de los parámetros iniciales fijados se procede a realizar los cálculos pertinentes para dimensionar los decantadores:



Tabla 1.2.25.

Producción de fangos primarios (kg/día de sólidos)	22.489,92
Producción media de fangos primarios (kg/día de sólidos)	937,08
Caudal medio de fangos primarios (m)	31,24
Concentración de sólidos en suspensión en la salida de decantación (mg/l)	52,06
Concentración de DBO en la salida de decantación (mg/l)	139,65

donde los parámetros se han calculado de la siguiente forma:

$$- \text{ Producción de fangos primarios} = Q_{\text{diseño}} \cdot C_{SS} \cdot \text{Eliminación}_{SS} (\%) \cdot \frac{24(h)}{1000}$$

$$- \text{ Producción media de fangos primarios} = Q_{\text{diseño}} \cdot C_{SS} \cdot \text{Eliminación}_{SS} (\%) \cdot \frac{1}{1000}$$

$$- \text{ Caudal medio de fangos primarios} = \frac{\text{Producción}_{\text{fangos}} \left(\frac{kg}{h} \right)}{C_{\text{fangos decantado}} \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$$

$$- \text{ Concentración de SS en la salida de decantación (mg/l)} = C_{SS \text{ entrada}} \cdot (1 - \text{Eliminación}_{SS})$$

$$- \text{ Concentración DBO en la salida de decantación (mg/l)} = C_{DBO \text{ entrada}} \cdot (1 - \text{Eliminación}_{DBO})$$

2.2.2.3. Cálculo de compuertas

Se instalarán 4 compuertas de entrada a los decantadores de las siguientes dimensiones:

$$\text{Anchura} = \text{Altura} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{n_{\text{decantadores}}} \cdot \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{4} \cdot \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,139m$$

donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.



2.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

2.3.1. DIMENSIONAMIENTO PRELIMINAR DE LA Balsa DE FANGOS Activos

A continuación se exponen los cálculos preliminares realizados para el dimensionamiento del reactor biológico, siendo preliminares pues **no definen los parámetros definitivos de construcción y caracterización de este proceso**, sino que servirán para el dimensionamiento definitivo del tratamiento secundario en los siguientes apartados.

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el diseño preliminar de la balsa del tratamiento secundario:

Tabla 1.2.26.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2000
Caudal máximo (m ³ /h)	3000
Número de líneas	4,00
Concentración de SS en la salida del biológico (mg/l)	52,06
Concentración de DBO en la salida del biológico (mg/l)	25,14
Concentración de SS en a entrada del biológico (mg/l)	52,06
Concentración de DBO en la entrada del biológico (mg/l)	139,65
Sólidos en suspensión en balsa (MLSS) (mg/l)	3000,00
Relación alimento/microorganismos [(kg DBO alimentados/d)/(kg MLSS en las balsas)]	0,40
Profundidad útil (m)	5,00
Relación longitud/anchura de la balsa	3,00
Concentración de SS en la recirculación (mg/l)	8000,00

donde MLSS son las siglas en inglés de *Mixer Licour Suspended Solids*, que en español se denomina Sólidos en suspensión en el licor mixto.

Resultados



A partir de los parámetros iniciales fijados se procede a realizar los cálculos pertinentes para dimensionar la balsa:

Tabla 1.2.27.

Rendimiento esperado de SS (%)	0
Rendimiento esperado de DBO (%)	82
Kilos de DBO alimentados por día al biológico	6703,20
Kilos de MLSS en balsa de lodos activos	16758,00
Volumen total útil de balsa/s de lodos activos (m ³)	5586,00
Volumen unitario de cada balsa (m ³)	1396,50
Superficie unitaria de cada balsa (m ²)	279,30
Anchura de cada balsa (m)	9,65
Longitud de cada balsa (m)	28,95
Tiempo de retención hidráulico a caudal de diseño (h)	2,79
Carga volumétrica a caudal de diseño (kg de DBO/m ³ .d)	1,20
Caudal teórico de recirculación (m ³ /h)	1200,00
Caudal de recirculación recomendado (m ³ /h)	2000,00
Producción de fangos en exceso (kg/d de SS a purgar)	4718,01
Caudal de fangos en exceso a purgar de la recirculación (m ³ /h)	24,57
Caudal de fangos en exceso a purgar del licor mixto (m ³ /h)	65,53
Edad del fango (Tiempo de residencia celular) (días)	2,32

2.3.2.DISEÑO DEL PROCESO DE NITRIFICACIÓN-DESNITRIFICACIÓN

Como se ha dicho anteriormente, los cálculos dimensionales recién realizados en el proceso de fangos activos no son definitivos, sino que van a ser empleados ahora en el cálculo de la balsa real (llamada en el presente proyecto balsa de nitrificación-desnitrificación), cuyos parámetros sí definen las características del tratamiento secundario.

El cálculo se divide en seis secciones:



2.3.2.1. Balsa de desnitrificación previa

Parámetros de partida

Tabla 1.2.28.

Caudal de diseño (m	2000
Número de líneas	4
Concentración de NO	43,50
Concentración de SS en la entrada del biológico con el agua a tratar (mg/l)	52,06
porcentaje de recirculación del licor mixto (%)	400,00
Profundidad útil (m)	4,00
Relación longitud/anchura de la balsa	3,00
Coefficiente de producción máxima de bacterias (kg MLVSS/kg NO	0,80
Coefficiente de descomposición celular (kg/kd·día)	0,04
Concentración de NO	43,50

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.29.

Kilos de NO	3841,28
Concentración de NO	80,03
Coefficiente de producción de pseudomonas etc. (kg/kg·d)	0,05
Tiempo de residencia celular mínimo (edad del fango) (d)	20,39
Tiempo de residencia celular diseño (edad del fango) (d)	40,79
Relación alimento/microorganismos (kg DBO/d)/kg MLVSS)	0,08
Volumen total útil de balsa/s anóxicas previas (m	9058,39
Volumen unitario útil por balsa (m	2264,60
Superficie unitaria de cada balsa (m	566,15
Anchura de cada balsa (m)	13,74



Longitud de cada balsa (m)	41,21
Tiempo de retención hidráulico a caudal de diseño (h)	4,53
Carga volumétrica a caudal de diseño (kg de NO	0,42
Kilos de MLSS en balsas anóxicas previas	27175,17
Relación alimento/microorganismos (kg NO	0,14
Rendimiento de eliminación de NO	45,12

2.3.2.2. Balsa de nitrificación

Parámetros de partida

Tabla 1.2.30.

Caudal de diseño	2000
Número de líneas	4
Concentración de TKN en la entrada del biológico (mg/l)	58,00
Concentración de TKN en la salida del biológico (mg/l)	10,00
Concentración de DBO en la entrada del biológico (mg/l)	139,65
Sólidos en suspensión en balsa (MLSS) (mg/l)	3000,00
Concentración de SS en la recirculación (mg/l)	8000,00
Profundidad útil (m)	4,00
Relación longitud/anchura de la balsa	3,00
Temperatura de diseño del licor mixto (°C)	25,00
Concentración de oxígeno a mantener en el licor mixto (mg/l)	2,20
pH de diseño	7,10
Concentración de oxígeno a mantener en el licor mixto (mg/l)	0,65
Coefficiente de descomposición celular (kg/kg.d)	0,05



Resultado del cálculo

Tabla 1.2.31.

Rendimiento de eliminación de TKN	82,76
Kilos de TKN alimentados por día al biológico	2784,00
kilos de DBO alimentados por día al biológico	6703,20
Coefficiente de producción de nitrosomonas (kg/kg.d)	0,56
Tiempo de residencia celular mínimo (edad del fango) (d)	1,79
Tiempo de residencia celular diseño (edad del fango) (d)	5,38
Relación alimento/microorganismos ((kg DBO/d)/kg MLVSS)	0,36
TKN influente descontado el que se incorpora al fango (mg/l)	53,53
DBO soluble en efluente (mg/l)	2,46
Volumen total útil de balsa/s de nitrificación(m)	9448,80
Volumen unitario útil por balsa (m)	2362,20
Superficie unitaria de cada balsa (m)	590,55
Anchura de cada balsa (m)	14,03
Longitud de cada balsa (m)	42,09
Tiempo de retención hidráulico a caudal de diseño (h)	4,72
Carga volumétrica a caudal de diseño (kg de DBO/m)	0,71
Caudal teórico de recirculación (m)	1200,00
Caudal de recirculación recomendado (m)	2000,00
Producción de fangos en exceso (kg/d de SS a purgar)	4372,74
Caudal de fango en exceso a purgar de la recirculación (m)	22,77
Caudal de fango en exceso a purgar del licor mixto (m)	60,73
Kilos de MLSS en balsas de nitrificación (m)	28346,40
Relación alimento/microorganismos ((kg DBO/d)/kg MLSS)	0,24
Relación alimento/microorganismos ((kg TKN/d)/kg MLSS)	0,10



2.3.2.3. Necesidades de oxígeno

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el cálculo de las necesidades de oxígeno del tratamiento biológico:

Tabla 1.2.32.

Coefficiente de síntesis celular	0,56
Coefficiente de respiración celular	0,105
Coefficiente de puntas de caudal y contaminación	2,10
Concentración de saturación de O ₂ a la temperatura del licor mixto (mg/l)	9,54
Coefficiente impurezas	0,95
Coefficiente de temperatura	1,03
Presión atmosférica a la altitud de la depuradora (mm de Hg)	720,00
Coefficiente de intercambio entre licor mixto y agua pura (turbinas)	0,78
Coefficiente de intercambio entre licor mixto y agua pura (difusores)	0,52

donde el coeficiente de síntesis celular fija los kg de oxígeno para síntesis celular en función de los kg de DBO eliminados en el agua a tratar, y se calcula como:

$$C_{síntesis} = 0,682 \cdot 2,71828^{-0,643 \cdot \frac{F}{M}}$$

El coeficiente de respiración celular por su parte varía con la relación alimento/microorganismos, fija los kg de oxígeno para la respiración celular en función de los kg de MLSS en las balsas, y se calcula como:

$$C_{resp\ celular} = 0,143 + 0,0327 \cdot \ln \frac{F}{M}$$

Resultados

A partir de los parámetros iniciales fijados se procede a realizar los cálculos pertinentes para calcular las necesidades de oxígeno:



Tabla 1.2.33.

Oxígeno teórico requerido para síntesis celular (kg/h)	27,28
Oxígeno teórico requerido para respiración celular (kg/h)	124,02
Oxígeno teórico requerido para nitrificación (kg/h)	374,36
Oxígeno teórico medio requerido (kg/h)	12.615,56
Oxígeno teórico requerido en condiciones punta (kg/h)	967,44
Oxígeno real requerido en condiciones medias de operación (kg/d) (turbinas)	19.931,73
Oxígeno real requerido en condiciones punta de operación (kg/h) (turbinas)	1.528,50
Oxígeno real requerido en condiciones medias de operación (kg/d) (difusores)	29.935,77
Oxígeno real requerido en condiciones punta de operación (kg/h) (difusores)	2.295,67

2.3.2.4. Cálculo de los equipos de aireación

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el diseño de los equipos de aireación empleados en el tratamiento secundario:

Tabla 1.2.34.

Capacidad específica de oxigenación de las turbinas (kgO)	1,9
Rendimiento del moto-reductor de la turbina (%)	90
Rendimiento del moto-reductor de la soplante (%)	85,00
Número total de turbinas	8,00
Coefficiente de transferencia para difusores	0,36

donde MLSS son las siglas en inglés de *Mixer Licour Suspended Solids*, que en español se denomina Sólidos en suspensión en el licor mixto.

Resultados

A partir de los parámetros recién definidos, podemos calcular los parámetros que caracterizan a los equipos de aireación a emplear, que son los siguientes:



Tabla 1.2.35.

Potencia total requerida de las turbinas (CV)	749,87
Potencia unitaria mínima requerida por turbina (CV)	93,73
Potencia mínima de agitación (W/m)	16,96
Potencia de agitación instalada (W/m)	98,80
Caudal punta de aire con difusores (Nm)	13615,64
Potencia total requerida por las soplantes (CV)	600,25
kg de oxígeno/kg de DBO eliminada (turbinas)	1,85
kg de oxígeno/kg de DBO eliminada (difusores)	2,78

2.3.2.5. Balsa de desnitrificación posterior

Parámetros de partida

Tabla 1.2.36.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2000
Número de líneas	4
Concentración de NO ₃ -N en salida de balsa anóxica posterior (mg/l)	1,00
Profundidad útil (m)	4,00
Relación longitud/anchura de la balsa	3,00
Coefficiente de producción máxima de bacterias (kg MLVSS/kg NO ₃ -N)	0,80
Coefficiente de descomposición celular (kg/kg.d)	0,04

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.37.

Kilos de NO ₃ -N alimentados por día a balsa anóxica posterior	2.498,07
Concentración de NO ₃ -N en entrada de balsa anóxica posterior (mg/l)	52,04
Coefficiente de producción de pseudomonas etc. (kg/kg.d)	0,02



Tiempo de residencia celular mínimo (edad del fango) (d)	68,13
Tiempo de residencia celular diseño (edad del fango) (d)	136,27
Relación alimento/microorganismos (kg DBO/d)/kg MLVSS)	0,06
Volumen total útil de balsa/s anóxicas posteriores (m	17.252,12
Volumen unitario útil por balsa (m	4.313,03
Superficie unitaria de cada balsa (m	1.078,26
Anchura de cada balsa (m)	18,96
Longitud de cada balsa (m)	56,88
Tiempo de retención hidráulico a caudal de diseño (h)	8,63
Carga volumétrica a caudal de diseño (kg de NO ₃ -N/m	0,15
Kilos de MLSS en balsas anóxicas posteriores	51.756,35
Relación alimento/microorganismos (kg NO	0,05
Rendimiento de eliminación de NO	98,05

2.3.2.6. Balsa de reaireación final

Parámetros de partida

Tabla 1.2.38.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2000
Número de líneas	4
Tiempo de retención hidráulico a caudal de diseño (h)	0,50
Profundidad útil (m)	3,50
Relación longitud/anchura de la balsa	3,00

Resultado del cálculo



Tabla 1.2.39.

Volumen total útil de balsa/s de reaireación final (m3)	1.000,00
Volumen unitario útil por balsa (m3)	250,00
Superficie unitaria de cada balsa (m2)	71,43
Anchura de cada balsa (m)	4,88
Longitud de cada balsa (m)	14,64
Kilos de MLSS en balsas de reaireación final	3.000,00

2.3.2.7. Necesidades de oxígeno y equipos para balsas de reaireación

Parámetros de partida

Tabla 1.2.40.

Coefficiente de seguridad	1,5
Número total de turbinas	2
Coefficiente de transferencia para difusores	0,32

Resultado del cálculo

Tabla 1.2.41.

Oxígeno teórico requerido	19,69
Oxígeno real requerido (kg/h) (turbinas)	31,11
Oxígeno real requerido (kg/h) (difusores)	46,72
Potencia total requerida de las turbinas (CV)	24,72
Potencia unitaria mínima requerida por turbinas (CV)	12,36
Potencia mínima de agitación necesaria (W/m3) (turbinas)	16,96
Potencia de agitación instalada (W/m3) (turbinas)	18,19
Caudal de aire con difusores (Nm3/h)	506,25



2.3.2.8. Resumen y balance de alcalinidad

A continuación se muestra un resumen de los parámetros de salida obtenidos en los que se observa la consecución del objetivo fijado de producir un efluente con una concentración de 10 mg/l de N, junto a otros parámetros de importancia en el proceso.

Tabla 1.2.42.

Volumen total útil de balsa/s de nitrificación (m3)	9635,35
Volumen total útil de balsa/s de anóxicas previas (m3)	9266,93
Volumen total útil de balsa/s anóxicas posteriores (m3)	17313,90
Volumen total útil de balsa/s de reaireación final (m3)	1000,00
Volumen total de todas las balsas (m3)	37216,19
Tiempo de retención hidráulico global de diseño (h)	18,61
Kilos de MLSS en todas las balsas	111648,56
Potencia total requerida de las turbinas (CV)	1254,64
Caudal punta total de aire con difusores (Nm3/h)	22593,78
Concentración de TKN en la salida del biológico (mg/l)	9,00
Concentración de NO ₃ -N en la salida del biológico (mg/l)	1,00
Nitrógeno total en el efluente (mg/l)	10,00
Rendimiento global de eliminación de N (%)	90,00

2.3.2.9. Cálculo de compuertas

Se instalarán 4 compuertas de entrada de las siguientes dimensiones:

$$Anchura = Altura = \frac{Q_{diseño}}{n_{líneas}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{4} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,139m$$

donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.



Se instalarán a su vez 4 compuertas de salida de las mismas dimensiones de las compuertas de entrada:

$$\text{Anchura} = \text{Altura} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{n_{\text{líneas}}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{4} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,139m$$

2.3.3. DECANTACIÓN SECUNDARIA

2.3.3.1. Dimensionamiento del proceso

Parámetros de partida

Tabla 1.2.43.

Caudal de diseño (m ³ /s)	2000
Caudal máximo (m ³ /s)	3000
Velocidad ascensional a caudal de diseño (m/s)	0,67
Tiempo medio de residencia a caudal de diseño (h)	4,10
Número de líneas	4,00
Distancia desde el vertedero a la pared interna de la cuba (m)	0,50

Resultados del cálculo

A continuación se muestran los resultados del cálculo de los parámetros del proceso:

Tabla 1.2.44.

Caudal de diseño por línea (m ³ /s)	500
Caudal máximo por línea (m ³ /s)	750
Superficie del decantador (m ²)	746,27
Diámetro interno (m)	30,82
Volumen cilíndrico útil unitario (m ³)	2050,00
Profundidad cilíndrica útil (m)	2,75
Velocidad ascensional a caudal máximo (m/s)	1,01



Tiempo medio de residencia a caudal máximo (h)	2,73
Longitud de vertedero por decantador (m)	93,70
Carga máximo sobre vertedero (m)	8,00

2.3.3.2. Cálculo de la producción de fangos

Parámetros de partida

A continuación se definen una serie de parámetros iniciales necesarios para el cálculo:

Tabla 1.2.45.

Eliminación de SS (%)	90%
Eliminación de DBO (%)	82%
Concentración de SS a la entrada de la decantación (mg/l)	52,06
Concentración de DBO a la entrada de la decantación (mg/l)	139,65
Concentración del fango decantado (kg/m)	30

donde, como se introdujo en la memoria, tras el tratamiento de coagulación-floculación se obtendrá un rendimiento de eliminación de SS del 90% y de DBO del 75%.

La concentración de fango decantado se ha escogido siguiendo las recomendaciones del autor Ricardo Isla de Juana, escogiendo la concentración más elevada recomendada, para ahorrar almacenamiento, tratamiento y transporte de fangos.

Resultados del cálculo

A partir de los parámetros iniciales fijados se procede a realizar los cálculos pertinentes para dimensionar los decantadores:

Tabla 1.2.46.

Producción de fangos primarios (kg/día de sólidos)	8.995,97
Producción media de fangos primarios (kg/h de sólidos)	374,83
Caudal medio de fangos primarios (m)	12,49



Concentración de sólidos en suspensión en la salida de decantación (mg/l)	5,21
Concentración de DBO en la salida de decantación (mg/l)	25,14

donde los parámetros se han calculado de la siguiente forma:

- Producción de fangos primarios = $Q_{diseño} \cdot C_{SS} \cdot Eliminación_{SS}(\%) \cdot \frac{24(h)}{1000}$
- Producción media de fangos primarios = $Q_{diseño} \cdot C_{SS} \cdot Eliminación_{SS}(\%) \cdot \frac{1}{1000}$
- Caudal medio de fangos primarios = $\frac{Producción_{fangos} \left(\frac{kg}{h} \right)}{C_{fango\ decantado} \left(\frac{kg}{m^3} \right)}$
- Concentración de SS en la salida de decantación (mg/l) = $C_{SS\ entrada} \cdot (1 - Eliminación_{SS})$
- Concentración DBO en la salida de decantación (mg/l) = $C_{DBO\ entrada} \cdot (1 - Eliminación_{DBO})$

2.3.3.3. Cálculo de compuertas

Se instalará 1 compuerta de entrada de las siguientes dimensiones:

$$Anchura = Altura = \frac{Q_{diseño}}{n_{líneas}} \cdot \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{1} \cdot \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,55m$$

donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.

No se instalará una compuerta de salida pues su función la realiza la compuerta de entrada del proceso siguiente.



2.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

2.4.1. CLORACIÓN

2.4.1.1. Dimensionamiento del proceso

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el diseño del proceso de cloración:

Tabla 1.2.47.

Caudal de diseño (m ³ /h)	2000
Caudal máximo (m ³ /h)	3000
Dosis de cloro (mg/l)	7,00
Número de unidades	1,00
Tiempo contacto a caudal máximo (min.)	15,00
Profundidad útil (m)	4,00
Relación longitud/anchura de la balsa	2,00

Resultados del cálculo

A continuación se muestran los resultados del cálculo de los parámetros del proceso:

Tabla 1.2.48.

Caudal de diseño por línea (m ³ /h)	2000
Caudal máximo por línea (m ³ /h)	3000
Consumo medio de cloro (kg/d)	336,00
Consumo punta de cloro (kg/h)	21,00
Volumen unitario útil de la balsa (m ³)	750,00
Volumen total útil de balsas (m ³)	750,00
Superficie unitaria de la balsa (m ²)	187,50



Longitud de la balsa (m)	19,36
Anchura de la balsa (m)	9,68

2.4.1.2. Cálculo de la dosis de cloro semanal requerida

La dosis necesaria de cloro cada semana se puede calcular del siguiente modo:

$$Dosis \left[\frac{l}{semana} \right] = Dosis \left[\frac{g}{l} \right] Q_{diseño} \left[\frac{l}{día} \right] \cdot 7 \left[\frac{días}{semana} \right] \frac{1}{\rho_{cloro}} \left[\frac{l}{g} \right] = 0,007 \cdot 31.000.000 \cdot 7 \cdot \frac{1}{1,56} = 973,7$$

2.4.1.3. Cálculo de compuertas

Se instalará 1 compuerta de entrada de las siguientes dimensiones:

$$Anchura = Altura = \frac{Q_{diseño}}{n_{líneas}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{1} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,55m$$

donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.

2.4.2. FILTRACIÓN

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el diseño del proceso de filtración:

Tabla 1.2.49

Caudal de diseño (m)	2000,00
Número de unidades	7,00
Número máximo de unidades lavando simultáneamente	1,00
SS del influente (mg/l)	52,06
SS del efluente (mg/l)	10,00



Velocidad de filtración (m)	23,00
Tiempo de operación por ciclo (h)	6,00
m ³ de huecos por m ³ de lecho del medio 1	0,60
m ³ de huecos por m ³ de lecho del medio 2	0,45
Contenido de materia seca del sólido/flóculo retenido (kg/m)	30,00
Máximo porcentaje de huecos a ocupar del lecho	25,00
Profundidad del medio 1 (%)	66,67
Profundidad del medio 2 (%)	33,33
Profundidad del lecho adicional sobre la de cálculo (m)	0,34
Expansión del lecho (%)	60,00
Altura de resguardo de la virola (m)	0,50
Caudal normal por boquilla (m)	1,00
Pérdida de carga del medio 1 limpio (m.c.a/m de profundidad)	0,20
Pérdida de carga del medio 2 limpio (m.c.a/m de profundidad)	0,35
Pérdida de carga en la boquilla (m.c.a)	0,50
Talla efectiva del medio 1 (mm)	1,00
Talla efectiva del medio 2 (mm)	0,50
Velocidad del agua de lavado (m)	40,00
Velocidad del aire de lavado (m)	60,00

Resultados del cálculo

A continuación se muestran los resultados del cálculo de los parámetros del proceso:

Tabla 1.2.50

Caudal de diseño unitario (m)	285,71
Sección unitaria (m)	12,42
Diámetro interior (m)	3,98
Velocidad de filtración con filtro/s lavando (m)	26,83
Volumen de agua a filtrar por ciclo y filtro (m)	1714,29



Sólidos a retener por ciclo y filtro (kg)	72,10
Capacidad de retención de medio 1 (kg/m	4,50
Capacidad de retención de medio 2 (kg/m	3,38
Capacidad media de retención del lecho (kg/m	4,12
Volumen de lecho por filtro (m	17,48
Altura del lecho (m)	1,75
Altura del medio 1 (m)	1,17
Altura del medio 2 (m)	0,58
Volumen total del medio 1 (m	101,46
Volumen total del medio 2 (m	50,72
Altura cilíndrica del filtro (m)	3,30
Número de boquillas por filtro	285,71
Número de boquillas por m	23,00
Caudal máximo por boquilla (m	1,17
Número total de boquillas (m	2000,00
Pérdida de carga del lecho limpio (mca)	0,44
Pérdida de carga del lecho + boquillas limpias (mca)	0,94
Pérdida de carga del filtro sucio (mca)	6,00
Caudal de agua de lavado por filtro (m	496,89
Pérdida de carga del lavado con agua (mca)	12,43
Caudal de aire de lavado por filtro (m	745,34
Pérdida de carga del lavado con aire (mca)	3,96

2.4.2.1. Cálculo de compuertas

Se instalará 1 compuerta de entrada de las siguientes dimensiones:

$$Anchura = Altura = \frac{Q_{diseño}}{n_{líneas}} \frac{1}{3600v} = \frac{2000}{1} \frac{1}{3600 \cdot 1} = 0,55m$$

donde se ha escogido la velocidad de entrada (v) del fluido como 1 m/s.



2.5. LÍNEA DE FANGOS

2.5.1. ESPESAMIENTO POR GRAVEDAD

Parámetros de partida

A continuación se muestran los parámetros de partida escogidos para el diseño del proceso de espesamiento de fangos por gravedad:

Tabla 1.2.51

Carga de sólidos (kg/m	55
Tiempo de residencia hidráulico (h)	24
Número de unidades	1,00
Concentración de salida de fangos espesados (kg/m	57,78
Sólidos contenidos en los fangos del decantador primario (kg/d)	937,80
Sólidos contenidos en los fangos del decantador secundario (kg/d)	0,00
Concentración de los fangos primarios (kg/m	52,00
Concentración de los fangos secundarios (kg/m	0,00

Resultados del cálculo

A continuación se muestran los resultados del cálculo de los parámetros del proceso:

Tabla 1.2.52

Caudal de fangos primarios (m	31,24
Caudal de fangos secundarios (m	46,85
Sólidos contenidos en fangos primarios + secundarios (mixtos) (kg/d)	31.485,89
Caudal de fangos primarios + secundarios (mixtos) (m	78,09
Concentración de los fangos mixtos (kg/m	16,80
Superficie unitaria del espesador (m	572,47



Diámetro interno (m)	27,00
Volumen cilíndrico útil unitario (m)	1.874,16
Profundidad cilíndrica útil (m)	3,27
Caudal salida de fangos (m)	39,36
Velocidad ascensional (m)	0,14

2.5.2. DIGESTIÓN AEROBIA

2.5.2.1. Dimensionamiento del digestor

Parámetros de partida

Tabla 1.2.53

Tiempo de retención hidráulica (d)	12
Profundidad útil del digestor (m)	4
Número de unidades	1,00
Relación longitud/anchura del digestor	2,00
Sólidos volátiles contenidos en el fango sin digerir (%)	50,00
Reducción de volátiles esperada en el fango digerido (%)	45,00
Sólidos contenidos en los fangos a digerir (kg/d)	31485,89
Concentración de los fangos a digerir (kg/m)	30,00
Incremento concentración del fango en digestor por purga de sobrenadantes (kg/m)	5,00

Resultados del cálculo

Tabla 1.2.54

Caudal de fangos a digerir (m)	43,73
Sólidos contenidos en los fangos digeridos (kg/d)	24401,56



Sólidos volátiles contenidos en los fangos digeridos (kg/d)	8658,62
Concentración de fango alcanzada en el digestor (kg/m	28,25
Caudal de fangos digeridos (m	35,99
Volumen total útil de digestión (m	12594,36
Volumen unitario (m	12594,36
Longitud unitaria (m)	79,35
Anchura unitaria (m)	39,68
Carga de sólidos volátiles (kg/m	1,25
Tiempo de retención de sólidos (d)	14,60

2.5.2.2. Necesidades de oxígeno

Parámetros de partida

Tabla 1.2.55

Temperatura del digestor (°C)	20
Necesidades de oxígeno (kg de oxígeno/ kg sólido volátil eliminado)	2
Concentración de saturación de oxígeno a la temperatura del fango (mg/l)	9,17
Coefficiente de impurezas	0,95
Concentración de oxígeno a mantener en el fango (mg/l)	2,00
Coefficiente de temperatura	1,03
Presión atmosférica a la altitud de la depuradora (mm de Hg)	720,00
Coefficiente de intercambio entre fango y agua pura (turbinas)	0,90
Coefficiente de intercambio entre fango y agua pura (difusores)	0,60

Resultados del cálculo



Tabla 1.2.56

Oxígeno teórico requerido (kg/d)	62971,78
Oxígeno real requerido en condiciones de operación (kg/d) (turbinas)	4275,36
Oxígeno real requerido en condiciones de operación (kg/d) (difusores)	6413,05

2.5.2.3. Cálculo de los equipos de aireación

Parámetros de partida

Tabla 1.2.57

Capacidad específica de oxigenación de las turbinas (kgO)	1,9
Rendimiento del moto-reductor de la turbinas (%)	90
Rendimiento del moto-reductor de la soplante (%)	90
Número total de turbinas	8
Coefficiente de transferencia para difusores	0,20

Resultados del cálculo

Tabla 1.2.58

Potencia total requerida de las turbinas (CV)	3.397,03
Potencia unitaria mínima requerida por turbina (CV)	424,63
Potencia mínima de agitación necesaria (W/m)	28,98
Potencia de agitación instalada (W/m)	198,52
Caudal punta de aire con difusores (N m)	111.192,44
Potencia total requerida por las soplantes (CV)	4.015,18

2.5.3. DESHIDRATACIÓN MEDIANTE ERAS DE SECADO



Parámetros de partida

Tabla 1.2.59

Caudal de fango a secar (m ³ /d)	11,52
Concentración de sólidos en el fango alimentado (kg/m ³)	30
Concentración de sólidos en el fango seco(kg/m ³)	400,00
Días anuales de producción de sólidos (d/año)	261,00
Carga de sólidos media anual (kg/m ² .año)	120,00
Espesor de la capa de fangos frescos en eras (m)	0,25
Población equivalente servida (habitantes equivalentes)	155000,00
Número de eras de secado	20,00
Relación longitud/anchura de las eras	2,00
Dosis de polielectrolito (kg/Ton materia seca)	5,00

Resultados del cálculo

Tabla 1.2.60

Caudal de fango a secar (m ³ /año)	3006,72
Sólidos a secar en eras (kg/d)	345,6
Sólidos a secar en eras (kg/año)	90201,60
Superficie necesaria de eras (m ²)	751,68
Longitud de cada era (m)	8,67
Anchura de cada era (m)	4,33
Número de ciclos de secado anuales	16,00
Superficie de era por habitante equivalente (m ² /hab.)	0,00
Volumen anual de torta de fango seco (m ³ /año)	225,50
Consumo de polielectrolito (kg/d)	1,73

CÁLCULOS ELÉCTRICOS



ÍNDICE

1. Normas y reglamentos aplicados	2
2. Instalación eléctrica	2
2.1. Sistema de distribución	2
2.2. Alumbrado.....	3
2.2.1. Alumbrado interior	3
2.2.2. Alumbrado de vigilancia.....	4
2.2.3. Alumbrado de emergencia.....	4
2.2.4. Alumbrado exterior.....	5
2.3. Protecciones	5
3. Cálculos justificativos.....	7
3.1. Bases del cálculo	7
3.2. Cálculo de los elementos de la instalación eléctrica	7



1. NORMAS Y REGLAMENTOS APLICADOS

La instalación eléctrica del presente proyecto será diseñada de acuerdo con las normas y recomendaciones establecidas en las normativas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre.
- Normas UNE.

2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

A continuación se exponen las condiciones que deberá cumplir la instalación eléctrica, todas ellas siguiendo los reglamentos anteriores.

2.1. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Se instalará una única acometida convergente en el *Cuadro General de Protección y Maniobra* (CGPM).

Se instalará un único CGPM, fabricado en plástico, con chapa protectora de 2 mm de espesor, y protegido con pintura antioxidante de doble capa.

Del CGPM partirán todas las líneas individuales de distribución que alimenten el resto de cuadros eléctricos, tanto los de control, como los de fuerza y alumbrado.

Se instalarán circuitos separados para fuerza y alumbrado.

Los Centros de Control de Motores controlarán todos los accionamientos de los motores mediante líneas individuales.

Los Cuadros de Fuerza alimentarán todos los sistemas de fuerza mediante líneas individuales.

Los Cuadros de Alumbrado alimentarán todos los sistemas de alumbrado mediante líneas individuales.



La entrada y salida de las líneas de los cuadros se realizará por la parte inferior de los armarios.

Todos los interruptores de los cuadros de distribución, incluyendo el Interruptor General de Maniobra (IGM), será de tipo automático, tetrapolares y con *protección magnetotérmica*.

La medición de la tensión de entrada a la planta se realizará mediante un voltímetro con cuatro posiciones (R, S, T, N).

Conductores

Los conductores serán de *cobre*, e irán aislados mediante PVC y enterrados bajo tubo también de PVC.

Los conductores aislados serán de tensión asignada no inferior a 0,6/1 kV tendrán un recubrimiento tal que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias especificadas en la norma UNE 21030.

2.2. ALUMBRADO

2.2.1. Alumbrado interior

Se ha considerado para el cálculo del alumbrado un nivel de confort adecuado para los trabajadores, teniendo en cuenta la actividad media de cada local. Los niveles medios de alumbrado en las distintas zonas interiores es el siguiente:

Table 1.3.1. Niveles medio de alumbrado de las distintas zonas.

Zona		Nivel de alumbrado medio (lux)
1º	Oficinas	400
2º	Sala de Control	300
3º	Zonas de proceso	200
4º	Salas de bombas	150



5°

Pasillos

150

Las lámparas a instalar serán combinaciones de tubos LED de 12, 18 y 24 W, que se muestran en los cálculos eléctricos justificativos.

2.2.2. Alumbrado de vigilancia

Se instalará un alumbrado de vigilancia en los locales de proceso, salas de control y pasillos, que será aproximadamente del 10% del alumbrado normal.

Su alimentación será directa desde el cuadro correspondiente al área en la que operan, mediante un circuito exclusivo para este fin.

Los requerimientos de iluminación de este alumbrado será por tanto de:

Tabla 1.3.2. Requerimientos de iluminación según zona.

Zona		Nivel de alumbrado medio (lux)
1°	Sala de Control	30
2°	Zonas de proceso	20
3°	Pasillos	15

2.2.3. Alumbrado de emergencia

Se instalará un alumbrado de emergencia cumpliendo los requerimientos de las normas UNE 20062, UNE 20392 y UNE 60598-2-22 sobre iluminación de emergencia en situaciones de fallo de suministro eléctrico.

Existirá un circuito independiente para este fin, que alimentará todas las lámparas de emergencia a través de un sistema de baterías eléctricas de emergencia, que deberán garantizar una autonomía de al menos 1 h.

Las lámparas de emergencia deberán ser fluorescentes de 6 W.



2.2.4. Alumbrado exterior

Este alumbrado será el que proporcionará la iluminación a las zonas exteriores: viales y zonas de proceso exteriores.

El valor de iluminación medio de las zonas exteriores será de 25 lx, y las lámparas exteriores serán focos de luz LED de 10 W y 1000 lm.

Los focos estarán montados en postes o paredes a una altura de 4 m. Las redes subterráneas se emplazarán a una profundidad de 0,6 m en aceras y 0,80 m en calzadas.

Se instalarán *dispositivos de detección automática* de luminosidad ambiental con posibilidad de fijación horaria, que controlarán el accionamiento del alumbrado exterior.

2.3. PROTECCIONES

Para proteger la integridad del sistema eléctrico de la planta, los elementos conectados a él y la seguridad de las personas y animales que puedan interferir con el mismo, se incluyen los siguientes elementos e instalaciones de protección:

Red de tierras

Todas las partes metálicas de la instalación deberán estar conectadas de forma *equipotencial* mediante una red a su vez conectada a tierra.

La red de tierras estará formada por conductores de cobre, conectando todos los elementos metálicos de la instalación entre sí y con la toma de tierra del Cuadro General de Protección.

La *toma de tierra* del CGP estará formada por una serie de picas enterradas en el suelo de 16 mm de diámetro, de acero y de 2 m de longitud, conectadas entre sí por un conductos de cobre desnudo de 35 mm². Contará con registros con tapas para verificación y comprobación del sistema.

Protección contra contactos directos



Para evitar electrocuciones a través de contactos directos con la red eléctrica de la planta, se implantarán las siguientes medidas de protección:

- Los cables que alimenten las instalaciones de fuerza y alumbrado deberán estar protegidos por aislamiento de PVC y deberán estar alojados dentro de tubo rígido de PVC.
- Los cuadros eléctricos estarán conectados directamente a tierra en dos puntos.

Protección contra contactos indirectos

Para evitar electrocuciones a través de contactos indirectos con partes metálicas que por fallos de aislamiento estén conectadas a la instalación eléctrica, se proponen las siguientes medidas:

- Las partes metálicas estarán conectadas de forma equipotencial entre sí y con la toma de tierra del CGP.
- Los circuitos de fuerza y alumbrado estarán protegidos mediante interruptores diferenciales con sensibilidad límite de 0,3 A.

Protección contra sobreintensidades

Para evitar posibles sobreintensidades que puedan dañar los cables de distribución de energía o los equipos y luminarias conectados a ellos, todos los circuitos estarán protegidos mediante *interruptores automáticos* situados en los cuadros eléctricos, convenientemente calibrados para la intensidad normal del circuito y para su capacidad de cortocircuito.

Protección atmosférica

Para evitar la destrucción de la instalación y para aumentar la seguridad de los operarios en caso de tormenta y de descargas atmosféricas, la instalación constará con un *pararrayos* de protección general de la planta, situado en el punto más alto de la misma.



3. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.1. BASES DEL CÁLCULO

Se establecen las siguientes bases de cálculo:

- La red se calculará para una tensión de 380 V fase-fase y 220 V fase-neutro.
- Las caídas de tensión no serán superiores al 5% de la tensión nominal en ningún punto de la red de fuerza.
- Las caídas de tensión no serán superiores al 3% de la tensión nominal en ningún punto de la red de alumbrado.
- La caída de tensión no será superior al 0,5% de la tensión nominal en ningún punto de la línea de reparto.
- Las secciones de los conductores serán suficientes para que las intensidades de corriente no superen las máximas admisibles para cada conductor.
- Los cables serán de cobre aislados mediante PVC.

3.2. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La potencia de la instalación eléctrica del presente proyecto se ha estimado en:

Potencia instalada para Fuerza:	156,84 kW
Potencia instalada para Alumbrado:	4,36 kW
Potencia Total instalada	161,20 kW

En este apartado se van a calcular las secciones y longitud necesarias de los cables de distribución de electricidad al sistema de alumbrado y fuerza.

Para ello se va a emplear las siguientes ecuaciones para el cálculo de las intensidades que circulan por las líneas que alimentan el sistema de iluminación monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} \qquad S = \frac{P \cdot L}{c \cdot \Delta U \cdot V}$$



Y las siguientes ecuaciones para el cálculo de las intensidades que circulan por las líneas que alimentan el sistema de iluminación trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} \quad S = \frac{2P \cdot L}{c \cdot \Delta U \cdot V}$$

siendo:

I: Intensidad (A)

S: Sección del conductor (mm²)

P: Potencia (W)

V: Tensión nominal (V)

ΔU : Caída de tensión (%)

$\cos \varphi$: Factor de potencia

L: Longitud de la línea (m)

c: conductividad eléctrica del conductor (m/ Ω ·mm²). Para conductores de cobre es de 56 m/ Ω ·mm².

Con ello se obtienen todas las tablas calculadas al final de los cálculos eléctricos.

Cuadro de distribución B.T.

La acometida eléctrica se conectará directamente al CGD, el cual será protegido mediante un interruptor automático tetrapolar instalado en el mismo cuadro.

Cada salida de fuerza tendrá un interruptor automático, un contactor y un relé térmico, que protegerá a los motores conectados de posibles sobrecargas, cortocircuitos y derivaciones que los puedan dañar seriamente.

Batería de condensadores

Se instalará una batería fija de condensadores en el interior del propio armario donde se emplace el cuadro general, y constará de un seccionador de corte visible y fusibles APR de 40 A.



Instalación de fuerza

Estará formada por 7 líneas principales de distribución de la electricidad, que conectarán el CGP con los distintos procesos de tratamiento, y a las cuales irán conectadas todos los equipos mecánicos de cada proceso, así como las luminarias a la línea general del sistema de iluminación. Las 7 líneas comunican el CGP con los procesos:

- Instalaciones receptoras
- Pretratamiento
- Tratamiento primario
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario
- Línea de fangos
- Iluminación

La instalación de fuerza incluirá todos los elementos necesarios; cables, bandejas, soterramientos, tubos de aislamiento, puestos de mando local y accesorios, para la correcta instalación de cada uno de los equipos eléctricos y de instrumentación.

Las conducciones de los cables serán todas de tipo protegido y cerrado, con bandejas aislantes de PVC y tubos de PVC rígido según sea necesario, incluyendo tubos flexibles para los casos en que posibles vibraciones pongan en peligro la integridad de los cables rígidos.

Las secciones mínimas serán de 2,5 mm² para fuerza y de 1,5 mm² para control. Si la conducción además es subterránea, la sección de los cables no será inferior a 6 mm².

Los cables necesarios para cada caso y sus neutros, se han escogido siguiendo el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

A continuación se muestran las tablas donde se recogen los cables para cada proceso:



Elemento	Nº uds	P(kW)	cos φ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
INSTALACIONES RECEPTORAS								
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	15	2,5	0,04
Aliviadero y By-Pass: Puerta de función con apertura mecanizada	1	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05
Retorno: Puerta de función con apertura mecanizada	1	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05

PRETRATAMIENTO**Pozo de gruesos**

Motor de la grúa de transporte de la cuchara bivalva

1 1,5 0,8 380 2,85 15 2,5 0,11

Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado

1 0,55 0,8 380 1,04 20 2,5 0,05

Compuerta de salida motorizada de sección 0,55 m de lado

1 0,55 0,8 380 1,04 20 2,5 0,05

Desbaste

Motor de la reja de gruesos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal

1 0,55 0,8 380 1,04 10 2,5 0,03

Motor de la reja de finos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal

1 0,55 0,8 380 1,04 15 2,5 0,04

Motor cinta transportadora de los residuos extraídos en las rejillas de finos hasta el contenedor

1 0,55 0,8 380 1,04 20 2,5 0,05

Desarenado y desengrasado

Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado

4 0,55 0,8 380 1,04 12 2,5 0,03

Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado

4 0,55 0,8 380 1,04 25 2,5 0,07

Motor puente desarenador de anchura 2,22m

4 4 0,8 380 7,60 30 2,5 0,59

Bomba de arenas de 130m³/h

4 0,75 0,8 380 1,42 20 2,5 0,07



Elemento	Nº uds	P(kW)	cos φ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
Soplantes de desarenado	4	0,75	0,8	380	1,42	20	2,5	0,07
Concentrador de arenas de 6m ³ /h	1	0,75	0,8	380	1,42	20	2,5	0,07
Concentrador de grasas de 1,5x1,5x3m	1	0,75	0,8	380	1,42	20	2,5	0,07
Motor cinta transportadora de los residuos extraídos en la rampa de desengrasado	1	0,55	0,8	380	1,04	25	2,5	0,07

TRATAMIENTO PRIMARIO

Coagulación-Floculación

Compuerta motorizada de reparto a arquetas de coagulación de 0,139 m de lado, de fundición	4	0,55	0,8	380	1,04	25	2,5	0,07
Bomba de descarga de coagulante	1	0,75	0,8	380	1,42	25	2,5	0,09
Bomba de dosificación de coagulante	4	0,18	0,8	380	0,34	25	2,5	0,02
Bomba de descarga de alcali	1	0,75	0,8	380	1,42	25	2,5	0,09
Bomba de dosificación de alcali	4	0,18	0,8	380	0,34	25	2,5	0,02
Agitador de arquetas de coagulación para 16,67 m ³ de mezcla	4	2,5	0,8	380	4,75	30	2,5	0,37
Bomba de dosificación de polielectrolito	1	0,75	0,8	380	1,42	25	2,5	0,09
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,139 m de lado	4	0,55	0,8	380	1,04	40	2,5	0,11
Agitador de arquetas de coagulación para 250 m ³ de mezcla	4	2,5	0,8	380	4,75	25	2,5	0,31

Decantación primaria

							2,5	
Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición	4	0,55	0,8	380	1,04	15	2,5	0,04
Motor puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m	4	2,5	0,8	380	4,75	30	2,5	0,37
Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h	8	0,55	0,8	380	1,04	30	2,5	0,08

TRATAMIENTO SECUNDARIO

Reactor biológico



Elemento	Nº uds	P(kW)	cos φ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	15	2,5	0,04
Desvío de las efluentes en la salida del tratamiento secundario	1	0,75	0,8	380	1,42	15	2,5	0,06
Equipo de soplado de aire de la balsa de nitrificación	4	0,75	0,8	380	1,42	25	2,5	0,09
Bomba de purga de fangos en exceso de 25 m ³ /h	4	0,55	0,8	380	1,04	35	2,5	0,10
Bomba de recirculación de fangos de 100 m ³ /h	4	0,75	0,8	380	1,42	35	2,5	0,13
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	40	2,5	0,11
Agitador de la balsa anóxica previa	12	1,5	0,8	380	2,85	20	2,5	0,15
Decantación secundaria							2,5	
Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición	4	0,55	0,8	380	1,04	15	2,5	0,04
Puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m	4	4	0,8	380	7,60	20	2,5	0,40
Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h	4	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05

TRATAMIENTO TERCIARIO

Cloración

Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	15	2,5	0,04
Grúa de transporte de tanques de cloro	1	1,5	0,8	380	2,85	20	2,5	0,15
Evaporador	1	5	0,8	380	9,50	25	2,5	0,62
Bomba auxiliar	1	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	40	2,5	0,11

Filtración

Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05
---	---	------	-----	-----	------	----	-----	------



Elemento	Nº uds	P(kW)	cos φ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
Soplante de lavado de filtros 7 mca	2	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05
Bomba de contralavado de filtros	1	0,55	0,8	380	1,04	30	2,5	0,08
Agitador vertical de la arqueta de fango	2	2,5	0,8	380	4,75	40	2,5	0,49
Bomba de evacuación de fangos de contralavado de presión 20 mca	1	0,55	0,8	380	1,04	25	2,5	0,07
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1	0,55	0,8	380	1,04	40	2,5	0,11

LÍNEA DE FANGOS

Espesamiento por gravedad

Sistema de arrastre de fangos diametral	1	4	0,8	380	7,60	25	2,5	0,49
Motor de baja potencia	1	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05
Bomba de extracción de fangos espesados, de tipo tornillo sinfín y cierre por neopreno, capaz de soportar el paso sólidos de altas densidades	2	0,75	0,8	380	1,42	40	2,5	0,15

Digestión Aerobia

Agitador de arqueta de mezcla de fangos vertical de hélice de acero inoxidable	1	0,55	0,8	380	1,04	25	2,5	0,07
Bomba de alimentación de digestores de cierre mecánico	2	0,55	0,8	380	1,04	25	2,5	0,07
Sistema de agitación de digestores primarios	2	0,75	0,8	380	1,42	20	2,5	0,07
Soplantes de gas de digestión a consumidores	2	0,55	0,8	380	1,04	40	2,5	0,11

Deshidratación mediante eras de secado

Bombas de impulsión de fangos hasta las Eras de Secado	2	0,75	0,8	380	1,42	25	2,5	0,09
Bombas de evacuación del residuo filtrado	2	0,55	0,8	380	1,04	20	2,5	0,05

ILUMINACIÓN

Oficinas	20	0,012	0,8	380	0,04	50	2,5	0,06
----------	----	-------	-----	-----	------	----	-----	------



Elemento	Nº uds	P(kW)	cos ϕ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
Sala de control	16	0,012	0,8	380	0,04	60	2,5	0,06
Zonas de proceso	84	0,024	0,8	380	0,08	150	2,5	1,50
Salas de bombas	40	0,018	0,8	380	0,06	100	2,5	0,36
Pasillos	24	0,012	0,8	380	0,04	150	2,5	0,21
Iluminación de vigilancia	1	0,3456	0,8	380	1,14	150	2,5	0,26
Iluminación exterior	56	0,01	0,8	380	0,03	200	2,5	0,55

Y las características de las líneas de distribución de electricidad hasta cada uno de los procesos son las siguientes:

Línea de distribución hasta proceso	P(kW)	cos ϕ	V(V)	I(A)	L(m)	S (mm)	ΔU (%)
Instalaciones receptoras	1,65	0,8	380	3,13	40	2,5	0,33
Pretratamiento	32,7	0,8	380	62,10	50	16	1,26
Tratamiento Primario	44,69	0,8	380	84,87	50	25	1,11
Tratamiento Secundario	48,45	0,8	380	92,02	75	35	1,28
Tratamiento Terciario	16,45	0,8	380	31,24	90	6	3,05
Línea de fangos	9,35	0,8	380	17,76	80	2,5	3,70
Iluminación	4,36	0,8	380	8,28	600	2,5	12,94

Las necesidades de cableado, a partir de todos los cables calculados en las tablas anteriores son por tanto:



Tipo de Cable	Longitud de cable
Cable trifásico 3(1x2,5)+N(2,5)	9.038
Cable sección 2,5 mm	36.152
Cable trifásico 3(3x6)+N(6)	90
Cable sección 6 mm	360
Cable trifásico 3(3x16)+N(16)	50
Cable sección 16 mm	200
Cable trifásico 3(3x25)+N(16)	50
Cable sección 25 mm	150
Cable sección 16 mm	50
Cable trifásico 3(3x35)+N(16)	90
Cable sección 35 mm	360
Cable sección 16 mm	90

ESTUDIO ECONÓMICO



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. METODOLOGÍA.....	1
3. DATOS DE PARTIDA EN EL ESTUDIO ECONÓMICO	2



1. INTRODUCCIÓN

La realización de estudios económicos para la implementación de políticas eficientes de gestión de los recursos hídricos es una necesidad reconocida por la propia Directiva Marco del Agua. Por otra parte, la depuración de aguas residuales ha cobrado una importancia progresiva desde principios de la década de los setenta del siglo XX, como resultado de la preocupación general sobre el problema del deterioro de la calidad de las masas de agua. El objetivo principal que persigue el tratamiento de aguas residuales es la obtención de un vertido que no provoque impactos negativos sobre el medio ambiente y, por ello, en la actualidad constituye una de las principales medidas adoptadas para mejorar la calidad del medio receptor. En el contexto de la gestión de recursos hídricos se aplican una serie de metodologías como apoyo al proceso de toma de decisiones. Uno de los métodos de mayor aceptación es el Análisis Coste-Beneficio. Por ello, en el presente proyecto se lleva a cabo una aplicación empírica de esta metodología en el ámbito de la depuración de aguas residuales. La comparación de los beneficios ambientales derivados del tratamiento de estas aguas con los costes requeridos permite obtener un indicador útil sobre la viabilidad económica de estas instalaciones.¹

2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en el presente estudio económico, se realiza siguiendo las bases establecidas en el documento “*Estudio de viabilidad económica para el tratamiento de aguas residuales a través de un análisis coste beneficio*”, de los autores Hernández-Sancho, F., Molinos Senante, M. y Sala Garrido R. (2010). Este procedimiento emplea a su vez las bases establecidas por Färe sobre cuantificación de outputs carentes de mercado y el teorema de la dualidad de Shephard, así como otras muchas relacionadas con las funciones a distancia propuestas por numerosos autores.

¹ Hernández-Sancho, F., Molinos Senante, M. y Sala Garrido R. (2010). *ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES A TRAVÉS DE UN ANÁLISIS COSTE BENEFICIO*.



3. DATOS DE PARTIDA EN EL ESTUDIO ECONÓMICO

Se ha escogido la misma muestra empleada en el documento “*Estudio de viabilidad económica para el tratamiento de aguas residuales a través de un análisis coste beneficio*”, que consta de 43 EDAR con datos estadísticos correspondientes al año 2006 extraídos de EPSAR (Entidad Pública de Saneamiento de Aguas Residuales).

A partir de estos datos, los autores resumen los siguientes resultados, que se van a utilizar en el estudio de viabilidad económica del presente proyecto, y que se asumirán como costes y beneficios estimados de la EDAR del presente proyecto:

Tabla 1.4.1

Elemento	Valor (€/m)
Costes de explotación para plantas en general	
Gestión de residuos y otros	0,0035
Energía	0,0037
Personal	0,0063
Reactivos y Mantenimiento	0,0065
TOTAL	0,020
Beneficio ambiental de plantas con reutilización	
N	0,0569
P	0,0285
SS	0,0569
DQO	0,0076
DBO	0,0019
TOTAL	0,0949

Los costes de una EDAR son claros (gasto energético, gasto de productos del tratamiento, alquiler de la parcela, salarios de los operarios, mantenimiento, reparaciones...), y se va a usar



un coste promedio de **0,020 €/m³**, pero el cálculo de los beneficios de la depuración es más complejo, pues una EDAR no genera un beneficio económico directo. Por lo tanto, se debe estimar un beneficio indirecto, que en este caso se va a considerar para una EDAR con reutilización en general, bastante aproximado a este proyecto de reutilización a través de aporte a aguas residuales. Para las EDAR sin reutilización, el beneficio económico es casi siempre negativo, pero no es así para plantas que reutilizan las aguas tratadas.

El modelo de beneficios empleado en este estudio, ha sido la estimación del coste ambiental que tendría el vertido de los productos no deseables si las aguas no fuesen tratadas, que se pueden entender también como el **beneficio ambiental** derivado del tratamiento. Este beneficio se ha dividido en los cinco contaminantes escogidos: N, P, SS, DQO y DBO. Para plantas con reutilización de las aguas, el beneficio ambiental medio es de **0,0949 €/m³**.

Con ellos, se va a calcular la rentabilidad del proyecto con un horizonte de 20 años.

Además del coste medio de depuración de 0,02 €/m³, se va a considerar en esta EDAR una reducción del coste, al ahorrarse el uso de un proceso de **elevación de agua bruta**, cuyo coste anual se puede calcular como:

$$E^a_{\text{anual}} = mgh = \rho \cdot Q \cdot t \cdot g \cdot h = 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7 \text{m} \cdot 31.000.000 \frac{\text{l}}{\text{día}} \cdot 365 \text{días} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 7 \text{m} \cdot 2,77 \cdot 10^{-7} \frac{\text{kWh}}{\text{J}} = 215.553,24 \text{kWh}$$

$$\text{coste}_{\text{anual}} = 0,13 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \cdot 215.553,24 \text{kWh} = 28.021,92 \text{€}$$

En cuanto al estudio de rentabilidad mediante los métodos de Valor actual neto (VAN) y tasa interna de rentabilidad (TIR), los valores obtenidos para el presente proyecto han sido:

$$\text{VAN} = 12.463.966,24 \text{€}$$

$$\text{TIR} = 23,47 \%$$

Con ellos, se va a calcular la rentabilidad del proyecto con un horizonte de 20 años.

En la siguiente página se muestra la tabla con los cálculos realizados, donde se ha considerado una inflación constante del 3%, y una tasa de retorno para el cálculo del VAN igual a la tasa



de inflación. El VAN y el TIR se han calculado en Excel mediante las fórmulas implantadas en el programa, y adjunto al proyecto se entrega una copia con la hoja de datos empleada.

Tabla 1.4.2. Flujos de caja del proyecto, VAN y TIR.

Año	Ingreso bruto (€/m	Coste bruto (€/m	Ahorro energético (€)	Margen Bruto (€)	FC (€)
0	-	-		-	-4.162.414
1	0,0949	0,0200	28.021,92	875.515	875.515
2	0,0977	0,0206	28.862,58	901.781	901.781
3	0,1007	0,0212	29.728,45	928.834	928.834
4	0,1037	0,0219	30.620,31	956.699	956.699
5	0,1068	0,0225	31.538,92	985.400	985.400
6	0,1100	0,0232	32.485,09	1.014.962	1.014.962
7	0,1133	0,0239	33.459,64	1.045.411	1.045.411
8	0,1167	0,0246	34.463,43	1.076.774	1.076.774
9	0,1202	0,0253	35.497,33	1.109.077	1.109.077
10	0,1238	0,0261	36.562,25	1.142.349	1.142.349
11	0,1275	0,0269	37.659,12	1.176.620	1.176.620
12	0,1314	0,0277	38.788,89	1.211.918	1.211.918
13	0,1353	0,0285	39.952,56	1.248.276	1.248.276
14	0,1394	0,0294	41.151,13	1.285.724	1.285.724
15	0,1435	0,0303	42.385,67	1.324.296	1.324.296
16	0,1479	0,0312	43.657,24	1.364.024	1.364.024
17	0,1523	0,0321	44.966,96	1.404.945	1.404.945
18	0,1569	0,0331	46.315,96	1.447.094	1.447.094
19	0,1616	0,0340	47.705,44	1.490.506	1.490.506
20	0,1664	0,0351	49.136,61	1.535.222	1.535.222



VAN	12.463.966,24 €
TIR	23,47%

Tabla 1.4.3. Parámetros usados en el cálculo

Inversión (€)	4.162.414,19 €
Caudal anual (m)	11.315.000,00
Inversión (€/m)	0,3679
Inflación	3%

Como el VAN es muy superior a 0 €, y el TIR es muy superior a la tasa de retorno (del 3%), se concluye que el proyecto es **altamente viable**, siendo el retorno estimado (23,47%), muy superior al retorno medio del mercado.

ESTUDIO DE
IMPACTO
AMBIENTAL



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
3. FACTORES AMBIENTALES	3
3.1. Medio natural	3
3.1.1. Medio físico	3
3.1.1.1. Aire.....	3
3.1.1.2. Agua	4
3.1.1.3. Suelo.....	5
3.1.1.4. Paisaje	5
3.1.1.5. Situación fónica.....	6
3.1.2. Medio biológico.....	6
3.1.2.1. Flora	6
3.1.2.2. Fauna.....	7
3.1.3. Espacios naturales protegidos.....	9
3.2. Medio Humano	9
3.2.1. Usos del terreno	9
3.2.2. Socioeconomía.....	9
3.2.3. Valores de interés humano	10
3.2.4. Patrimonio histórico o artístico.....	10
4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DESPUÉS DE COMPLETADO EL PROYECTO	10
4.1. Medio natural	10
4.1.1. Medio físico	11
4.1.1.1. Aire.....	11
4.1.1.2. Agua	12
4.1.1.3. Suelo.....	13
4.1.1.4. Paisaje	13
4.1.1.5. Situación fónica.....	13
4.1.2. Medio biológico.....	13
4.1.2.1. Flora	13
4.1.2.2. Fauna.....	14



4.2. Medio Humano	14
4.2.1. Usos del terreno	14
4.2.2. Socioeconomía.....	14
4.2.3. Valores de interés humano	15
4.2.4. Patrimonio histórico o artístico.....	15



1. INTRODUCCIÓN

El presente Estudio de Impacto Ambiental tiene por objeto analizar las repercusiones ambientales asociadas al PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA. En él se recogen los aspectos más importantes que puedan conllevar un impacto en el medio ambiente, tanto desde el punto de vista del medio natural (aire, agua, suelo, paisaje, flora y fauna), como del medio socioeconómico y cultural (usos del territorio, valores estéticos y de interés humano, salud y seguridad, e infraestructuras).

En primer lugar se describirán las obras objeto del proyecto, analizando las principales características ambientales del entorno de la obra, tanto humanas, como relativas al medio físico y biológico.

A continuación se realiza una valoración e identificación de esas posibles afecciones y se proponen medidas correctoras.

Finalmente se establece un Programa de Vigilancia Ambiental, orientado a controlar desde el punto de vista medioambiental, tanto en la fase de obras como en la de explotación, el posterior funcionamiento de las instalaciones diseñadas.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la memoria se encuentra la descripción detallada del presente proyecto, consistente en la instalación y puesta en marcha de una estación depuradora de aguas residuales en la ciudad de Murcia.

La zona de estudio la cual se va a ver más afectada por el impacto ambiental del proyecto son diversos campos de cultivo situados alrededor de la planta, y las casas presentes en ellos, cuyo propósito es albergar a los trabajadores de las fincas y las cuales no están habitadas permanentemente. Las *aguas subterráneas* presentes en el subsuelo situado inmediatamente bajo la planta, serán también un foco de especial conciencia a la hora de analizar el posible impacto ambiental de la planta.



Los núcleos urbanos que podrían verse afectados por los olores y ruido de la EDAR podrían ser los más cercanos a ella, que son los siguientes:

- Llano de Brujas
- Beniaján
- Torreaguera
- Puentetocinos
- Alquerías

A continuación se muestran las acciones asociadas a la construcción y explotación de la depuradora que se consideran susceptibles de causar algún impacto:

Fase de construcción

- Actividades terrestres
- Movimientos de tierra: desbroces y despejes, voladuras, perforaciones y excavaciones, acopios y vertederos y desvíos y cortes de servicios.
- Circulación de maquinaria y movimientos de material.
- Transporte, colocación y montaje de colectores
- Construcción de la depuradora
- Construcción de obras complementarias: bombeos y aliviaderos.
- Actividades auxiliares: instalación de obras provisionales (talleres, oficinas, etc.), alteración de las actividades de la zona, cerramientos y cortes de suministro y servicios.

Fase de explotación

- Instalaciones: bombeos, aliviaderos, red de colectores, edificio de la depuradora, zona de servidumbre.
- Aguas residuales: evacuación, depuración, generación de residuos sólidos, emisiones a la atmósfera, movimiento de la maquinaria de depuración.
- Mantenimiento: colectores y depuradora.



- Accidentes: escapes, fugas, roturas de la red de colectores, fallos estructurales y funcionales.

3. FACTORES AMBIENTALES

Los dos elementos fundamentales en la elaboración de los estudios o informes de Impacto Ambiental y que definen finalmente el impacto causado son, la obra a realizar y el medio en el que éste va a ser realizado. En el punto anterior se han descrito las obras objeto del estudio y las acciones que puedan provocar un impacto ambiental. En este apartado se va a abordar la descripción del medio en el cual se inscribe la obra, el estudio del estado del lugar y de sus condiciones ambientales antes de la realización de las obras, definiendo el estado preoperacional o estado “cero” de todos aquellos factores ambientales que puedan verse afectados de alguna manera.

Entendemos el medio no sólo como la suma de sus componentes, sino como un “todo”, con todas las partes que lo componen interrelacionadas entre sí, por lo que el estudio atenderá tanto a los componentes como las relaciones entre ellos. A pesar de ello, y con objeto de facilitar su tratamiento, se ha dividido el medio en dos subsistemas, ambos interrelacionados, que son el *medio natural* y el *medio socioeconómico y cultural (humano)*, el primero de los cuales se puede subdividir a su vez en dos, el *medio físico* y el *medio biológico*. Los componentes de ambos subsistemas se describen con más detalle en los siguientes subapartados.

3.1. MEDIO NATURAL

3.1.1. MEDIO FÍSICO

3.1.1.1. Aire

La zona de estudio presenta un **clima mediterráneo**, con veranos muy calorosos e inviernos de moderado frío (raramente se alcanzan temperaturas negativas). Por su cercanía a la costa, las variaciones de temperatura son poco pronunciadas y el rango de temperaturas a lo largo del año no es muy amplio. La oscilación de temperatura mensual es aún menos pronunciada,



con cambios previsibles y poco severos, a excepción de algunas heladas que pueden ocasionarse en invierno descendiendo las temperaturas por debajo de 0°C.

La temperatura máxima alcanzada cada año es habitualmente de 45°C en los días más calurosos de julio y agosto, situándose el resto de días en torno a 35°C. Las mínimas temperaturas suelen rondar alrededor de -3°C algunos días de enero y febrero. El resto de días de invierno las temperaturas suelen ser mucho más cálidas.

El régimen de precipitaciones es muy bajo. La cantidad media de lluvias anual se encuentra en torno a los 293 mm, y las lluvias caen en ocasiones de forma torrencial, aumentando seriamente la cantidad de aguas efluentes de la ciudad de Murcia. El riesgo de sequía es especialmente elevado en julio, donde las precipitaciones a veces se encuentran en tan sólo 2 mm mensuales.

Los días de nevada son también muy escasos. No todos los años ocurren nevadas, y si ocurren lo hacen de forma puntual muy pocos días al año. Se da el caso algunos años, de que dichas precipitaciones caen en forma de granizo.

La niebla es frecuente e irregular en la zona al estar situada en la huerta. La formación de rocío es muy frecuente en otoño, invierno y primavera, mientras que la formación de escarcha lo es determinados días de invierno.

Los vientos predominantes en la zona son los vientos del sur (ostro) sudoeste (lebeche) y del este (levante), y su intensidad no suele ser elevada ni provocar la formación de tornados.

En cuanto a la contaminación atmosférica, no hay presencia en la zona de industrias con elevada contaminación. No obstante el clima muy cálido y la escasez de precipitaciones provocan la acumulación de los residuos contaminantes provenientes de la ciudad (vehículos y calefactores principalmente) próxima de Murcia en el aire, siendo su calidad media-baja. Los elementos contaminantes que presentan los valores más altos registrados son CO, NO_x y SO₂.

3.1.1.2. Agua

El agua de la ciudad de Murcia se obtiene de la siguientes fuentes:



- Aguas subterráneas
- Desaladora de San Pedro del Pinatar
- Transvase Tajo-Segura.

El consumo anual de Murcia es de 29 hm³. La calidad de estas aguas es en general baja, aún siendo potable, poseyendo una elevada cantidad de cal y siendo recomendable su descalcificación previa al consumo.

La presencia de aguas subterráneas en la zona es alta, y su calidad es en general también alta (apta para consumo humano). Los pozos no obstante se sitúan entre 400 y 500 m de profundidad. Su generación se debe a la infiltración de las aguas pluviales, por la percolación del agua contenida en los acuíferos adyacentes y por infiltración del agua de ríos y arroyos que en zonas localizadas pierden todo o parte de su caudal a través de sumideros existentes en sus cauces.

Las aguas subterráneas presentes en la zona, están en cualquier caso sobreexplotadas debido a la escasez de agua superficial en la Región de Murcia, y por tanto, requieren un aporte extraordinario al natural por infiltración y percolación, para una adecuada conservación y mantenimiento de su nivel.

Las aguas residuales tratadas son de origen tanto urbano como industrial con elevada cantidad de contaminantes.

3.1.1.3. Suelo

Los terrenos situados en los alrededores de la planta son tierras muy fértiles y productivas dedicadas a la agricultura. Un gran problema presente es, no obstante, la escasez de agua.

Hay presencia de contaminación en el suelo debido a los fertilizantes, herbicidas y pesticidas empleados en la agricultura.

3.1.1.4. Paisaje



El paisaje presente en la zona adopta la forma de valle rodeado de montañas. Por el valle, en el cual se instalará la EDAR circula el río Segura, al cuál se verterán las aguas residuales en caso de sobrecapacidad del acuífero situado bajo el valle.

La morfología del paisaje es bastante llana a lo largo del valle, en especial por la tradición milenaria de agricultura, que ha ido modelado el paisaje durante los últimos siglos. En los alrededores de la EDAR, las montañas, colinas o montes presentes son especialmente reducidos, estando la mayor parte del paisaje formada por campos de cultivo tanto leñosos como no leñosos.

3.1.1.5. Situación fónica

La situación fónica inicial en la zona, es de extremo silencio, por la lejanía de ciudades, núcleos urbanos, industrias, estadios deportivos, carreteras de elevado tránsito y autovías o autopistas, y cualquier otra fuente emisora de alto ruido.

3.1.2. MEDIO BIOLÓGICO

3.1.2.1. Flora

En la parcela donde se emplazará la EDAR no existen especies protegidas, endémicas o en peligro de extinción. Se trata de una zona arbustiva con escasa vegetación y muy baja presencia de árboles. El mayor foco de atención se debe a la cercanía de la rivera del río Segura, donde existen numerosas poblaciones de cañas y ecosistemas ribereños.

Las posibles unidades de la flora afectadas por la EDAR se pueden resumir en las siguientes:

- **Zonas arbustivas:** Su presencia en la zona es muy abundante y cubren la mayor parte de paisaje próximo a la EDAR. Están formadas por numerosos tipos de arbustos como espartos, tomillos, romeros, palmitos, margaritas de mar o tarays. Además contienen numerosas palmeras datileras (en toda la zona del valle del Segura), olivos y algarrobos. Albergan fauna de pequeño tamaño, como muchas variedades de insectos y pequeños reptiles.



- **Bosques:** existen bosques con presencia predominante de pinos carrascos, y con menor densidad de eucaliptos, encinas, olivos, palmeras y álamos. Su presencia no es inmediata a la EDAR sino que están situados a varios kilómetros. La forma más probable de impacto de la EDAR en ellos sería mediante un incendio transmitido a través los kilómetros de arbustos que los separan. Los bosques más cercanos son los pinares presentes en la sierra de Carrascoy, y por su extensión serían las secuelas producidas serían de gran seriedad.
- **Cultivos leñosos:** Su presencia en la zona es elevada. Están formados por árboles frutales como limoneros, naranjos, almendros, melocotoneros, olivos y viñedos. Debido a su gran proximidad podrían resultar muy afectados por el funcionamiento o construcción de la EDAR, ocasionando graves pérdidas a los agricultores que viven de su explotación.
- **Cultivos no leñosos:** En la zona existe también una gran presencia de cultivos como lechugas, alcachofas, tomates, pimientos, pepinos, melones, sandías y brócoli. Debido a su gran proximidad podrían resultar muy afectados por el funcionamiento o construcción de la EDAR, ocasionando graves pérdidas a los agricultores que viven de su explotación.
- **Zonas ribereñas:** En las proximidades de la EDAR, debido a la cercanía del río Segura, existen también diversas zonas ribereñas con presencia de cañas, juncos y otras plantas ribereñas, cuyo habitat puede verse seriamente afectado si la calidad de las aguas efluentes es inadecuada.

3.1.2.2. Fauna

En la parcela donde se emplazará la EDAR no existen especies protegidas, endémicas o en peligro de extinción. El mayor foco de atención se debe a la cercanía de la rivera del río Segura, donde existen numerosas poblaciones acuáticas y ecosistemas ribereños. Por la escasez de vegetación y sequía de la zona, las poblaciones animales son muy reducidas, especialmente de grandes mamíferos, siendo la zona más poblada el propio río Segura.

Las posibles unidades de la flora afectadas por la EDAR se pueden resumir en las siguientes:



- **Aves:** Existen numerosas especies en la zona, especialmente en la riberas del río, donde se produce la nidificación de especies como patos (ánade real, cuchara común y otros), garzas, garcetas, cangrejas, cormoranes, fochas, flamencos, etc. Su presencia es abundante y se presencia a la EDAR de unos pocos metros, pudiéndose producir su entrada en la misma. En cuanto a las aves no acuáticas presentes en la zona se pueden encontrar aves de los tipos más comunes como gorriones, golondrinas, mirlos, palomas, tórtolas, etc., a la vez que aves de menor abundancia como águilas, halcones, búhos, mochuelos, lechuzas, avutardas, sisones, abubillas, etc.

De estas, se encuentran en peligro de extinción el sisón, la avutarda, la alondra, el cernícalo, el aguilucho cenizo, el martín pescador y la ganga, entre otras.

- **Reptiles y anfibios:** El medio acuático del río Segura acoge una gran diversidad de reptiles de entre los que destacan ranas, sapos, capillos, culebras de agua, tortugas, salamandras, gallipatos, etc. Ninguna de ellas se encuentra en peligro de extinción.

En cuanto a los reptiles presentes en el medio terrestre se pueden encontrar con relativa frecuencia lagartijas, culebras y serpientes de diversos tipos, camaleones (amenazados), y de especial importancia a la tortuga mora, en *peligro de extinción*.

- **Grandes mamíferos:** Su presencia es reducida en la zona, pero destacan los jabalíes, ciervos, cabras montesas y muflón del atlas (o arrui), siendo la presencia de estos dos últimos muy escasa en la zona próxima a la EDAR al no abandonar con frecuencia la sierra de Carrascoy.
- **Otros mamíferos:** En las proximidades de la EDAR, y en especial en los bosques más cercanos se pueden encontrar especies de mamíferos como el gato montés, la comadreja, la garduña, la nutria, el tejón, el zorro rojo, la ardilla, la liebre, el conejo, el lirón, la rata de agua, el ratón de campo, el erizo, el topo y el topillo o el murciélago, considerándose una especie en peligro la *nutria*, cada vez menos presente en la ribera.
- **Peces:** Los peces más abundantes en el río Segura al que se pueden verter las aguas tratadas son carpas, barbos, luciopercas, truchas, cangrejos (aunque no estén incluidos en el reino de los peces), etc. En peligro de extinción se encuentran el fartet, el barbo, el cacho, el samaruc y la trucha común.



3.1.3. ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

A unas decenas de kilómetros de la EDAR, se encuentra el Parque Natural de Carrascoy-El Valle hacia el suroeste, y a unas decenas de kilómetros al norte, se encuentra el Humedal de Ajauque y Rambla Salada, paisaje protegido. Además, se considera de especial importancia la protección de las riberas del río Segura, al contener especies únicas y seriamente amenazadas. Ninguno de los demás seis Parques Regionales, cinco Paisajes Protegidos, seis Espacios Naturales en trámite de protección, y una Reserva Natural, está en peligro por cercanía de la EDAR.

3.2. MEDIO HUMANO

El Medio Humano ostenta una importancia singular en cualquier estudio ambiental. Su intensa relación con los Medios Físico y Biológico ya descritos se manifiesta comportándose a la vez como sistema receptor de las alteraciones producidas en ambos ámbitos y como generador de modificaciones en esos medios.

3.2.1. USOS DEL TERRENO

El terreno para el cual está previsto el emplazamiento de la EDAR podría ser empleado como tierras de cultivo para cultivos tanto leñosos, como no leñosos, como forestales, por la gran proximidad del río para el abastecimiento de aguas, por la buena calidad del suelo, y por la gran tradición milenaria de cultivo en la zona.

3.2.2. SOCIOECONOMÍA

La estación depuradora de agua residuales del presente proyecto se desarrolla en las inmediaciones de la ciudad de Murcia, ciudad con una población de 420.000 habitantes y cuyo crecimiento ha sido prácticamente nulo durante los últimos años. La menor tasa de natalidad se compensa con la migración de los habitantes de los pueblos próximos a la ciudad.

La economía de la región se basa principalmente en la agricultura y en la industria, especialmente en la industria agroalimentaria.



3.2.3. VALORES DE INTERÉS HUMANO

El principal foco de impacto en la sociedad humana es la posible contaminación del subsuelo, de las aguas subterráneas o del río Segura, mediante una depuración incorrecta de las aguas a tratar. Este fallo podría provocar la infección de seres humanos mediante la ingestión de dichas aguas.

3.2.4. PATRIMONIO HISTÓRICO O ARTÍSTICO

Las zonas de patrimonio histórico son susceptibles de impacto ambiental son, como se ha indicado anteriormente, la ribera del río Segura, el Parque Natural Carrascoy-El Valle, y el Humedal de Ajauque y Rambla Salada.

La ciudad de Murcia se encuentra situada a pocos kilómetros, y en ella se encuentran infinidad de elementos de interés histórico o artístico, como la Catedral de Murcia, el casco antiguo, los puentes del Río Segura, el Museo Salzillo, la Noria de la Ñora y muchos otros monumentos. Podrían verse afectados por grandes fallos en la planta, como la generación de un incendio capaz de avanzar kilómetros hasta llegar a la ciudad, siendo la probabilidad de ocurrencia de esto muy baja.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DESPUÉS DE COMPLETADO EL PROYECTO

4.1. MEDIO NATURAL

Tras la descripción realizada en los puntos anteriores, se pasa a definir en este punto, el impacto que tendrá la construcción y mantenimiento de la planta en el medio ambiente.

Durante la vida de la depuradora, se pueden diferenciar claramente dos fases, la fase de construcción de las obras, y la fase de explotación y operación.

A su vez, se pueden diferenciar dos tipos de impactos según su duración en el medio: temporales y permanentes. Los impactos que tengan lugar durante la fase de construcción serán en general, de carácter permanente, pues modificarán la topología del terreno. Los impactos que



por el contrario, tengan lugar durante la fase de operación de planta, por lo general serán de carácter temporal, salvo modificaciones estructurales de la planta, y efectos muy adversos fuera de lo planeado, como extinción de especies por fuerte contaminación o polución del terreno permanente por sustancias altamente tóxicas.

El impacto ambiental de la depuradora será, en cualquier caso, **positivo** en el medio en un balance general, tanto en el medio físico como en el humano. En el medio físico el impacto será positivo en todo caso pues el aporte de agua a los acuíferos situados bajo la planta será ante todo, bueno para su recuperación y para prevenir su sobreexplotación, y el aporte de agua al río Segura, con escasez de caudal durante las últimas décadas, es muy beneficioso para la fauna y la flora presentes aguas abajo, siendo en ningún caso el impacto negativo. Además, la parcela donde se emplaza la planta no es de ningún interés faunístico o botánico, ni representa una zona única, de interés cultural, o que albergue especies en peligro. Para el medio humano, el impacto será también positivo en todo caso, pues la abundancia de aguas subterráneas supondrá una mayor disponibilidad de aguas subterráneas en una zona con escasez de agua, y el aumento del caudal ribereño supondrá a su vez una mayor disponibilidad para el consumo de dicha agua en uso agrario aguas abajo.

4.1.1. MEDIO FÍSICO

4.1.1.1. Aire

La climatología de la zona no se va a ver afectada en ningún caso por la construcción de esta EDAR, pues el tamaño y la composición de la misma no son suficientemente destacables.

La calidad del aire de la zona cercana a la EDAR en cambio sí puede verse afectado por la misma, tanto en fase de construcción como en fase de explotación.

Durante la fase de *construcción* la calidad del aire próximo puede empeorar debido a la liberación en el aire de polvo debido especialmente al movimiento de tierras. Por ello deberá realizarse esta operación con cautela y asegurándose de que el proceso no pueda provocar el transporte del polvo por fuertes vientos hasta zonas próximas de interés cultural o biológico. Una elevada presencia de vehículos en la zona también puede afectar negativamente a la calidad del aire, por lo que se deberá asegurar el cumplimiento de todos los vehículos con la nor-



mativa de emisiones vigente, y con los niveles máximos permitidos de monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NO_x) y óxidos de azufre (SO_x). Además de estos se puede producir la emisión de partículas como carbono, compuestos de plomo, gotas de aceite y partículas de caucho.

Las zonas más susceptibles de impacto son las zonas más próximas mencionadas anteriormente, como el río Segura, el humedal de Ajauque y Rambla Salada, y la Sierra de Carrascoy. El impacto será **mínimo** debido a la baja toxicidad y peligrosidad de los productos contaminantes.

Durante la fase de *explotación*, el impacto en el aire será ligeramente mayor por la posible presencia de fuertes olores en las inmediaciones de la planta que puedan ocurrir debido a la incorrecta operación de la misma. Pero estos contaminantes del aire no tendrán ningún efecto tóxico o peligroso sobre la salud de las personas, animales o plantas, por lo que el impacto será **mínimo**.

4.1.1.2. Agua

El impacto ambiental de la depuradora será, en cualquier caso, **muy positivo** en el medio acuático. En el medio físico el impacto será positivo en todo caso pues el aporte de agua a los acuíferos situados bajo la planta será ante todo, bueno para su recuperación y para prevenir su sobreexplotación, y el aporte de agua al río Segura, con escasez de caudal durante las últimas décadas, es muy beneficioso para la fauna y la flora presentes aguas abajo, siendo en ningún caso el impacto negativo. La calidad, además de la cantidad de agua que fluya por el río y por las aguas subterráneas, mejorará sustancialmente tras la incorporación de la EDAR, por dos motivos:

- El agua añadida al río será de mejor calidad que el agua que fluye por el propio río, pues se trata de un agua con un movimiento lento y ligeramente estancada debido al bajo caudal del mismo.
- El aumento de caudal tras el aporte, conllevará un mayor movimiento y velocidad del agua, que se manifestará en un incremento de la pureza de la misma.



- La promoción del riego con las aguas depuradas reducirá el riego con aguas residuales, que tras infiltrarse en el terreno, podría perjudicar la calidad de las aguas subterráneas.

Por lo tanto siempre y cuando el funcionamiento de la depuradora sea el correcto, el impacto sobre el medio acuático será **muy positivo**.

4.1.1.3. Suelo

El impacto en el suelo es alto en la parcela donde tendrá lugar la instalación, pues toda su topología será modificada, pero en las inmediaciones de la parcela el impacto será **casi nulo**, a excepción de los caminos creados para el movimiento de máquinas.

4.1.1.4. Paisaje

El impacto en el paisaje es **negativo**. Por una parte, al situarse en una zona llana (el valle del río Segura), la planta podrá ser detectada desde cualquier sitio elevado situado a muchos kilómetros de distancia, especialmente por el gran tamaño de la planta. Sin embargo, las edificaciones de poca altura conllevan una integración adecuada para observadores situados a un nivel similar al de la planta.

4.1.1.5. Situación fónica

La generación de ruidos en la planta es reducida, pues los sistemas escogidos para el tratamiento no son de índole ruidosa, como el tratamiento biológico, la filtración subterránea, o el sistema de aireación por difusores de aire en cabinas insonorizadas.

4.1.2. MEDIO BIOLÓGICO

4.1.2.1. Flora

El impacto de la planta sobre la flora de la zona es **positivo**, pues la única flora que quedará destruida es zona arbustiva situada inicialmente en la parcela, debiendo respetarse bajo cualquier concepto, las palmeras y olivos de más de 10 años que puedan estar presentes en la parcela. A parte de la reducida pérdida de plantas arbustivas muy comunes y de crecimiento



muy sencillo, el impacto agregado será positivo pues el aumento de caudal del río Segura originará el crecimiento de la población de plantas acuáticas ribereñas, además del crecimiento de la producción agrícola debido al mayor suministro de agua tanto de aporte al río como de aporte a las aguas subterráneas, estas últimas extraídas en la actualidad para uso agrícola.

4.1.2.2. Fauna

El impacto sobre la fauna será también **positivo**. La construcción de la planta tan sólo conllevará la pérdida de hábitat de una muy reducida población de reptiles como lagartos y culebras, y de roedores como pequeños ratones y probablemente algún conejo o liebre, muy comunes en la región y muy adaptables a traslados de residencia. Los efectos posteriores a la construcción por el contrario, provocarán el crecimiento de ciertas poblaciones animales, especialmente la de peces y la de aves acuáticas, atraídos por el incremento de caudal del río. La población de aves terrestres también se podrá ver aumentada por el posible incremento de los cultivos próximos a la zona, debido al aumento de la cantidad y calidad de las aguas subterráneas y de agua del río Segura. Dicho aumento de cultivos podría atraer aves como perdicés, gangas, avutardas, sisonés, etc., que a su vez pueden atraer predadores como el zorro común, el gato montés o el jabalí.

4.2. MEDIO HUMANO

4.2.1. USOS DEL TERRENO

Dada la superficie no excesivamente extensa de la parcela, el uso de ésta es mucho más útil como planta depuradora capaz de saciar la demanda creciente de depuración de la ciudad de Murcia, y a su vez contribuir a la mejora del suministro de agua al Río Segura, a las aguas subterráneas sobreexplotadas, y a la agricultura de la zona. La no instalación de la depuradora sólo permitiría el uso de la zona como una zona de cultivo de poca extensión y poca producción, sólo para autoabastecimiento o venta de poca cantidad.

4.2.2. SOCIOECONOMÍA



El impacto de la depuradora, como se ha indicado en el apartado anterior, será **positivo**. La instalación de esta planta podrá aumentar, y ante todo no reducir, el rendimiento de las plantaciones agrícolas cercanas, pudiendo mejorar levemente la economía de la zona, ampliamente basada en el sector primario.

4.2.3. VALORES DE INTERÉS HUMANO

El impacto de la planta, será **muy positivo** en este aspecto. La operación de esta planta será una gran contribución a la mejora del estado de las aguas subterráneas del valle del Segura, muy sobreexplotadas en la actualidad. Además contribuirá, como se ha indicado anteriormente, a la mejora de los medios físico y biológico, al aumentar el caudal del río Segura, escaso actualmente (en especial en ciertas épocas del año), contribuyendo al incremento en calidad y cantidad de la flora y fauna de éste, así como de la fauna habitual presente en las plantaciones en la región, como conejos, liebres, perdices y muchos otros tipos de aves, y sus predadores como zorros y gatos monteses.

4.2.4. PATRIMONIO HISTÓRICO O ARTÍSTICO

El impacto sobre el patrimonio histórico o artístico será **nulo**.

ANEXOS



ÍNDICE DE LOS ANEXOS A LA MEMORIA

Anexo 1. documentos a presentar para obtener el contrato para la depuración de aguas residuales.....	2
Anexo 2. Localización y sobreexplotación de los acuíferos en España.....	3
Anexo 3. Plazos de ejecución del proyecto.....	5
Anexo 4. Bibliografía.....	6



ANEXO 1. DOCUMENTOS A PRESENTAR PARA OBTENER EL CONTRATO PARA LA DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

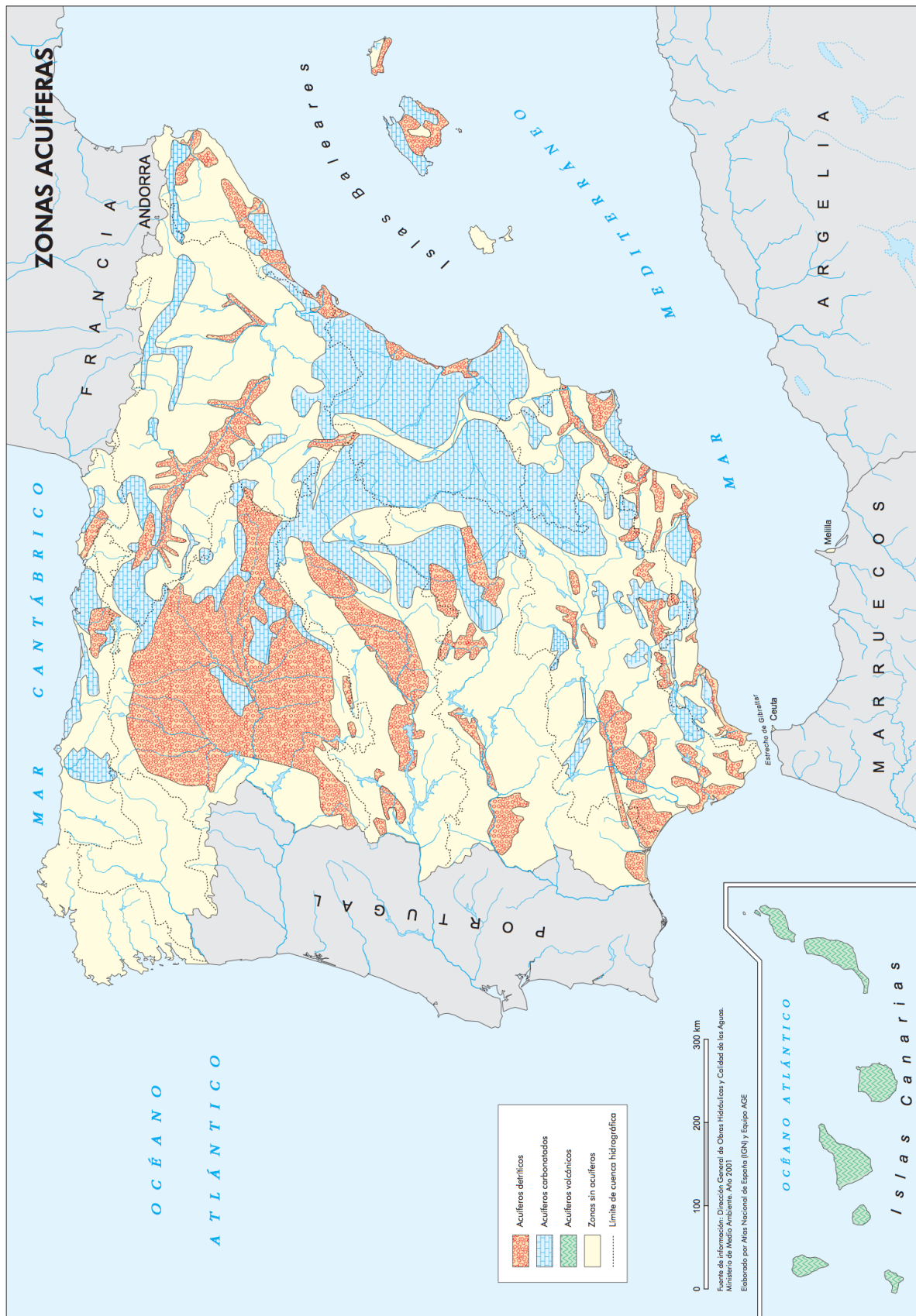
Los documentos a entregar para proceder a la solicitud de la licencia de explotación de la planta diseñada en el presente proyecto serán:

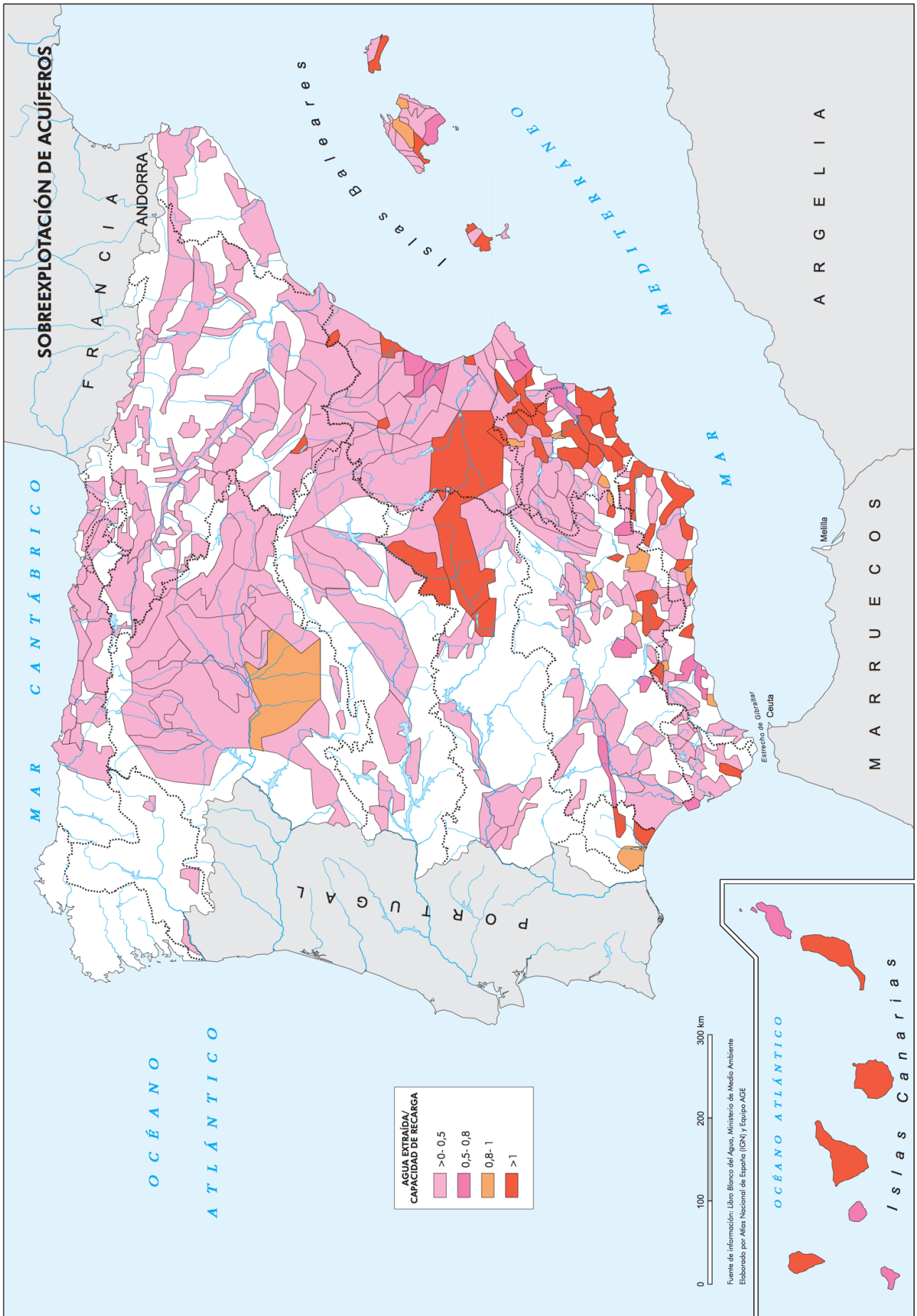
1. Proyecto Técnico básico del aprovechamiento
2. Plan de Gestión (medidas de protección del personal propio y externo, y del medio ambiente).
3. Programa de Autocontrol sanitario.
4. Solicitud para obtener la concesión o Autorización de Reutilización de Aguas

Las solicitudes se pueden remitir de **forma electrónica** a través del **Registro Electrónico Común**, para presentar cualquier escrito o solicitud, o la **sede electrónica** del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, para los procedimientos más habituales.

También se pueden presentar de forma presencial en la oficina de Registro de la Confederación Hidrográfica del Segura, en Plaza de Fontes, 1, o por cualquiera de las formas previstas en el artículo 16.4 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas (Oficinas de Correos, en las representaciones diplomáticas u oficinas consulares de España en el extranjero, y en las oficinas de asistencia en materia de registros).

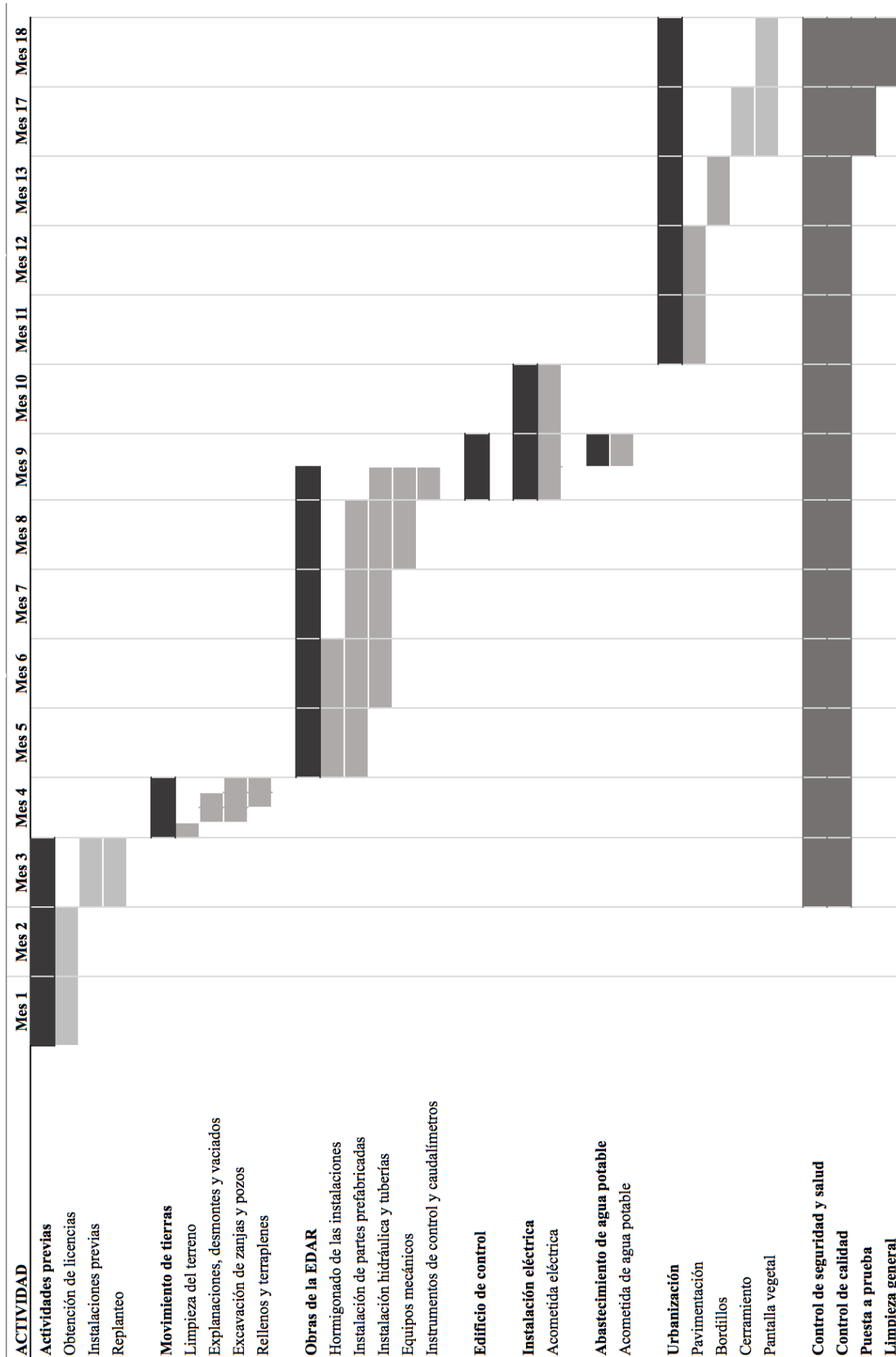
ANEXO 2. LOCALIZACIÓN Y SOBREEXPLOTACIÓN DE LOS ACUÍFEROS EN ESPAÑA







ANEXO 3. PLAZOS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO





ANEXO 4. BIBLIOGRAFÍA

<http://www.acemsa.es/index.php/red-de-saneamiento/un-poco-de-historia>

http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/Ingcivil/P-009-020.pdf

http://www.facsa.com/XIIjornadastecnicas/files/Historia_y_evolucion_del_saneamiento_y_depuracion_en_las_ciudades.pdf

<http://depuranat.itccanarias.org/2008/index.php?option=content&task=view&id=326&Itemid=354>

RD 1620/2007

<http://www.esamur.com/mapa-de-edar>

<https://www.infolaso.com/murcia.html>

Google Public Data. Enlace: https://www.google.es/publicdata/explore?ds=bk0jtrua8ulr2_&met_y=persons&idim=area_5:300308:030149:462508&hl=es&dl=es

INE. Proyección de la población residente en España de 2016 a 2066. Enlace: <http://www.ine.es/prensa/np994.pdf>

METCALF & EDDY, INC. *Ingeniería de aguas residuales*. Mc Graw Hill. 3ª Edición (1995)

<http://www.atlasdemurcia.com/index.php/secciones/8/las-aguas-subterranas/3/>

Fuente Esther Armora & Irene Gómez (2012). ABC. Disponible en <http://www.abc.es/20110531/sociedad/abci-escherichia-coli-pepinos-201105301450.html>

<http://aguasindustriales.es/tag/escherichia-coli/>

<https://es.climate-data.org/location/3214/>

http://cadenaser.com/emisora/2017/06/25/radio_murcia/1498380057_787726.html

<http://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2017/03/26/aves-peligro/816669.html>



<http://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2015/01/29/trasvase-bueno-regar-malo-peces/621267.html>

PLANOS



LISTA DE PLANOS

Plano 1. Planta general de la EDAR

Plano 2. Disposición de los filtros de arena

PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES.....	1
1.1. Objeto.....	1
1.2. Régimen jurídico.....	1
1.3. Clasificación del contratista.....	1
1.4. Conocimiento de los documentos contractuales.....	1
1.5. Representación de la administración.....	2
1.6. Representación, personal y oficina de obra del contratista.....	2
1.7. Disposiciones legales complementarias.....	3
1.8. Subcontratas.....	3
1.9. Programas de trabajo.....	3
1.10. Replanteo de las obras.....	4
1.11. Iniciación y avance de las obras.....	4
1.12. Planos de detalle de las obras.....	5
1.13. Modificación del proyecto de obra y métodos de construcción.....	5
1.14. Permisos y licencias.....	6
1.15. Condiciones generales a cumplir durante la ejecución de las obras.....	6
1.15.1. Medidas de seguridad en las obras.....	6
1.15.2. Protección contra incendios.....	7
1.15.3. Acopios, medición y aprovechamiento de materiales.....	7
1.15.4. Responsabilidad del Contratista durante la ejecución de las obras.....	8
1.15.5. Facilidades para la inspección.....	9
1.15.6. Conservación del paisaje.....	9
1.15.7. Conservación de las obras ejecutadas.....	9



1.15.8. Ensayos de control	10
1.15.9. Gastos de carácter general con cargo al contratista	10
1.15.10. Limpieza final de las obras	11
1.16. Pruebas a efectuar de la recepción.....	11
1.17. Recepción de la obra.....	12
1.18. Liquidación de las obras	12
1.19. Plazo de ejecución	12
1.20. Plazo de garantía.....	12
1.21. Penalizaciones	13
1.22. Suspensión de las obras	13
2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	14
I. EJECUCIÓN DE OBRA.....	14
2.1. Objeto	14
2.2. Disposiciones técnicas particulares aplicables	14
2.3. Obras comprendidas en el proyecto	18
2.4. Modificación de las obras.....	19
2.5. Prescripciones omitidas o contradictorias	19
2.6. Condiciones que han de satisfacer los materiales	19
2.6.1. Condiciones generales	19
2.6.2. Cementos	20
2.6.3. Aguas	21
2.6.4. Áridos.....	22
2.6.5. Material eléctrico	24
2.6.6. Materiales no expresados.....	24
2.6.7. Muestras, ensayos y pruebas.....	24
2.7. Condiciones técnicas de ejecución y control de las obras	25
2.7.1. Ejecución de las obras.....	25
2.7.2. Obras Provisionales	25
2.7.3. Vertederos	26
2.7.4. Servidumbres y servicios afectados.....	27
2.7.5. Conservación de las obras.....	27



2.7.6.	Interferencia con otros contratistas	28
2.7.7.	Control de las obras	28
2.7.8.	Replanteo	29
2.7.9.	Orden de los trabajos	29
2.7.10.	Instalaciones.....	30
2.7.10.1.	Condiciones generales	30
2.7.10.2.	Maquinaria de elaboración.....	32
2.7.10.3.	Instalación eléctrica	32
2.7.11.	Seguridad	35
2.8.	Mediciones y abono de las obras.....	35
2.8.1.	Condiciones generales	35
2.8.1.1.	Precios unitarios.....	35
2.8.1.2.	Materiales sustituidos	37
2.8.1.3.	Unidades de mano de obra no previstas	37
2.8.1.4.	Obra aceptable e incompleta o defectuosa.....	37
2.8.1.5.	Señalización de daños de ocasionados durante la ejecución de las obras	38
2.8.1.6.	Indemnizaciones por cuenta del contratista.....	38
2.8.1.7.	Otros gastos a cargo del contratista	39
2.8.2.	Movimiento de tierras.....	40
2.9.	Ensayos, análisis y pruebas	44
II.	MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN.....	45
2.10.	Objeto.....	45
2.11.	Generalidades.....	45
2.12.	Caudales, índices y condiciones de depuración	46
2.13.	Ensayos y análisis	47
2.14.	Personal.....	49
2.15.	Materiales, reposiciones y suministros	50
2.16.	Paradas y averías.....	51
2.17.	Mejoras y ampliaciones	52
2.18.	Inspección y vigilancia	52
2.19.	Gastos por cuenta del contratista	53
3.	ANEXOS.....	55



3.1. ANEXO 1. Resumen de características técnicas de la EDAR	55
3.1.1. Datos generales	55



1. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERALES

1.1. OBJETO

El presente pliego tiene como objeto el establecimiento de las condiciones generales y económicas a las que deben ajustarse los contratistas encargados de la ejecución del proyecto “PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA”, así como de los contratistas encargados de la operación y mantenimiento del mismo.

1.2. RÉGIMEN JURÍDICO

El contrato correspondiente al presente proyecto se regirá por la Ley y Reglamento de Contratos de Administraciones públicas y por las prescripciones de los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares y Generales.

1.3. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Según lo dispuesto por el Reglamento General de Contratación, los Contratistas deberán estar clasificados de la siguiente forma:

“Grupo E” correspondiente a obras hidráulicas, “Subgrupo 1” por ser una obra para Saneamiento, y Categoría “e” por el alcance presupuestario.

1.4. CONOCIMIENTO DE LOS DOCUMENTOS CONTRACTUALES

El desconocimiento del contrato en cualquiera de sus términos, de los documentos anexos que forman el mismo o de las Instrucciones, y los Pliegos o Normas de toda clase promulgados por la Administración que puedan tener aplicación en la ejecución de lo pactado, no eximirá al Contratista de la obligación de su cumplimiento.

El Contratista deberá revisar, inmediatamente después de haberlos recibido, todos los planos que le hayan sido facilitados e informar, en el plazo máximo de treinta días, por escrito al Director de Obra, sobre cualquier error u omisión que aprecie en ellos.



En caso de que no se encuentre ninguna contradicción deberá establecerlo, en el mismo plazo y de la misma forma.

1.5. REPRESENTACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN

La administración designará un técnico como Director de Obra, que será responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de la obra contratada.

El Director de las Obras resolverá cualquier cuestión que surja en lo referente a la calidad de los materiales empleados de las diferentes unidades de obra contratadas, interpretación de Planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encomendados, siempre que estén dentro de las atribuciones que le conceda la Legislación vigente sobre el particular.

Como delegado de éste para supervisar directamente las obras podrá nombrarse otro técnico, que ostentará la representación del Director de Obra a todos los efectos previstos en el Pliego.

1.6. REPRESENTACIÓN, PERSONAL Y OFICINA DE OBRA DEL CONTRATISTA

El Contratista designará un representante, nombrado Delegado del Contratista en el Pliego, con plenos poderes para responsabilizarse directamente de la ejecución de las obras. Este delegado tendrá el título de Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos y de él dependerán un ingeniero de obras públicas y un Topógrafo.

Sus experiencias profesionales deberán ser aceptadas previamente por la Administración. Tendrá su residencia a pie de obra, y no podrá ausentarse más de 6 días hábiles al mes con un máximo de quince días al trimestre. Deberá estar enterado del proyecto para poder actuar ante la Administración como Delegado del Contratista.

El Contratista entregará al Director de Obra, para su aprobación si procede, y con la periodicidad que éste determine, la relación de todo el personal que deba trabajar en las obras. Cualquier persona empleada por el Contratista que, a juicio del Director de Obra, observe



mala conducta, sea negligente o incompetente en sus labores deberá ser separada de la obra, debiéndose sustituir lo más rápido posible y nunca en un plazo superior a diez días.

El Contratista deberá instalar, antes del comienzo de las obras y manteniéndola mientras duren, una oficina de obra en el lugar que considere más oportuno, previa conformidad del Director de Obra. El Contratista deberá conservar en ella necesariamente, al menos una copia autorizada de los documentos contractuales del Proyecto y Libro de Órdenes. La Administración le suministrará una copia de los mencionados documentos antes de la fecha en que tenga lugar la comprobación del replanteo. El Contratista no podrá proceder al cambio o traslado de la oficina de obra sin autorización del Director de Obra.

1.7. DISPOSICIONES LEGALES COMPLEMENTARIAS

El Contratista estará obligado al cumplimiento de todas las disposiciones que se establezcan en el Pliego de Cláusulas Administrativas General por lo que se refiere a las disposiciones legales en materia laboral, seguridad social, seguridad y salud laboral, propiedad intelectual, industrial o comercial, protección de la industria nacional, etc., que estén vigentes durante el período de ejecución de las obras.

1.8. SUBCONTRATAS

Ninguna parte de las Obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Director de la obra de las mismas.

Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un testigo que acredite que la organización que se ha de encargar de los trabajos que deben ser objeto de subcontrato está particularmente capacitada y equipada para su ejecución. La aceptación del subcontrato no eximirá al Contratista de su responsabilidad contractual.

1.9. PROGRAMAS DE TRABAJO

Antes del comienzo de las Obras, el Contratista someterá a la aprobación de la Administración un programa de trabajo, con especificaciones de los plazos parciales y fecha de acabado de las



diferentes unidades de obra, compatible con el plazo total de ejecución. Este plan, una vez aprobado, se incorporará a este Pliego y adquirirá, por lo tanto, carácter contractual.

El Contratista presentará, aun así, una relación completa de los servicios, equipos y maquinaria que se compromete a utilizar en cada una de las etapas del Plan. Los medios propuestos quedarán adscritos a la Obra sin que, en caso alguno, el Contratista pueda retirarlos sin autorización de la Administración.

La aceptación del Plan y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidad por el Contratista en caso de incumplimiento de los plazos parciales o totales convenidos.

Especial cuidado se tomará en el análisis de la realización de aquellos trabajos que comporten el corte y la reposición de suministro de agua, en la operación de solape a tuberías en servicio.

1.10. REPLANTEO DE LAS OBRAS

El Director de las Obras será responsable de los replanteos necesarios para su ejecución y suministrará al Contratista toda la información que se precise para que las Obras puedan ser realizadas.

El Contratista deberá proveer, a su cargo, todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para efectuar los mencionados replanteos y determinar los puntos de control o de referencia que se requieran.

1.11. INICIACIÓN Y AVANCE DE LAS OBRAS

El Contratista iniciará las Obras tan pronto como reciba la orden del Director de la obra, y empezará los trabajos en los puntos que se señalen. Su realización se efectuará de forma que pueda garantizarse su acabado, de acuerdo con el Proyecto que sirvió de base al Contrato, en los plazos programados.

El Contratista dentro de las prescripciones de este Pliego, tendrá libertad de dirigir y ordenar la ejecución de las obras de la forma que crea conveniente, siempre que de esto no se derive



un perjuicio para la buena ejecución o su futura subsistencia. En caso de duda el Director de Obra debe resolver estos puntos.

1.12. PLANOS DE DETALLE DE LAS OBRAS

A petición del Director de las Obras, el Contratista preparará todos los Planos de detalle que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Los Planos mencionados se someterán a la aprobación del Director de la Obra, acompañados si hace falta por las Memorias y Cálculos justificativos que se requieran para su mayor comprensión.

1.13. MODIFICACIÓN DEL PROYECTO DE OBRA Y MÉTODOS DE CONSTRUCCIÓN

Si la ejecución de las Obras implica la necesidad ineludible de introducir ciertas modificaciones en el Proyecto, durante su desarrollo, el Director de la obra podrá ordenar o proponer las modificaciones que considere necesarias de acuerdo con este Pliego y la Legislación vigente sobre la materia.

El Contratista podrá emplear cualquier método de construcción que crea adecuado para ejecutar las obras, siempre que a su Plan de Obra y su programa de Trabajos lo hubiera propuesto y hubiera sido aceptado por la Administración.

También podrán variar los procedimientos constructivos durante la ejecución de las obras, sin ninguna otra limitación que la aprobación previa del Director de Obra, el cual la otorgará siempre que los métodos no alteren el presente Pliego, aún cuando se reservará el derecho de exigir los primeros métodos si él comprobara discrecionalmente que la eficacia de los nuevos es menor.

En el supuesto de que el Contratista propusiera en su Plan de Obra y en el Programa de Trabajos, o posteriormente de acuerdo con el párrafo anterior, unos métodos de construcción que según su juicio implicaran especificaciones especiales, acompañará su propuesta de un estudio especial sobre la adecuación de estos métodos y de una explicación detallada del equipo que quisiera utilizar. Especial énfasis pondrá en el detalle del método constructivo correspon-



diente a las operaciones finales de conexión del tramo de tubería nuevo con el tramo de tubería antiguo.

La aprobación por parte del Director de Obra de cualquier método de trabajo o maquinaria para la ejecución de las obras no responsabiliza a la Administración de los resultados que se obtuvieran, ni tampoco exime al Contratista del cumplimiento de los plazos parciales y totales señalados si es que la causa de un hipotético atraso fueran estos métodos o la maquinaria.

1.14. PERMISOS Y LICENCIAS

El Contratista deberá obtener, a su cargo, todos los permisos o licencias necesarias para la ejecución de las Obras, exceptuando los correspondientes a la expropiación de las zonas definidas en el Proyecto.

1.15. CONDICIONES GENERALES A CUMPLIR DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

1.15.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LAS OBRAS

El Contratista deberá atender a las medidas legales en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, y en particular, a las prescripciones del Estudio de Seguridad e Higiene.

Como elemento primordial de seguridad se establecerá toda la señalización que sea necesaria tanto durante el desarrollo de las obras como durante su explotación, y tanto con respecto a peligros existentes como con respecto a las limitaciones de las estructuras. Para ello se usarán, cuando existan, las correspondientes señales vigentes establecidas por el Ministerio de Obras Públicas y, en su defecto, por otros departamentos y organismos nacionales y o/internacionales.

Se subraya la importancia del cumplimiento por parte del Contratista de los reglamentos vigentes para el almacenamiento de carburantes.

El Contratista deberá conservar en perfecto estado de limpieza todos los espacios interiores y exteriores de las construcciones, y evacuar los desechos y la basura.



El Contratista tomará todas las medidas de precaución necesarias durante la ejecución de las obras para proteger al público y facilitar el tráfico.

La señalización de las Obras durante su ejecución se hace de acuerdo con el Orden Ministerial del 14 de marzo de 1960, las aclaraciones complementarias que se recogen a la O.M. no 67/1960 de la Dirección general de Carreteras y otras disposiciones actualmente vigentes al respecto, o que pudieran hacerse ejecutivas antes de la finalización de las Obras.

La ejecución de las Obras se programará y realizará de forma que las molestias que se deriven por el tráfico sean mínimas. La parte de plataforma por la que se canalice el tráfico debe mantenerse en perfectas condiciones de rodadura. En iguales condiciones se deberán mantener los desvíos precisos. Tanto las señales como los jornales de los vigilantes irán por anticipado del Contratista.

1.15.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Contratista deberá someterse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios, así como a las que dicte el Director de las Obras. En todo caso, adoptará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios, y será responsable de la propagación de los que se requieran para la ejecución de las Obras, así como de los males y perjuicios que por este motivo se produzcan.

1.15.3. ACOPIOS, MEDICIÓN Y APROVECHAMIENTO DE MATERIALES

Queda completamente prohibido efectuar acopios de materiales, de cualquier naturaleza, sobre la plataforma de la carretera y en aquellas zonas marginales que defina el Director de las Obras.

Los materiales se almacenarán de forma que se asegure la preservación de su calidad y por lo tanto la aceptación para la utilización en la Obra, requisitos que deberán ser comprobados en el momento de su utilización.

Las superficies empleadas como zonas de acopio deberán reacondicionarse una vez acabada la utilización de los materiales acopiados en ellas, de forma que puedan recuperar su aspecto original. Todos los gastos requeridos por esto irán con cargo al Contratista. El Contratista de-



berá situar, en los puntos que designe el Director de las Obras, las balanzas o instalaciones necesarias para efectuar las mediciones por peso requeridas y su utilización deberá ir precedida de la correspondiente aprobación del mencionado Director de la obra.

Los materiales que deban abonarse por unidad de volumen serán medidos en principio, sobre vehículos adecuados, en los puntos en que deban utilizarse. Estos vehículos deberán ser previamente aprobados por el Director de las Obras y, a no ser que todos ellos tengan una capacidad uniforme, cada vehículo autorizado traerá una marca, claramente legible, que indique su capacidad en las condiciones utilizadas para su aprobación. Cuando se autorice la conversión de peso a volumen, o viceversa, los factores de conversión serán definidos por el Director de las Obras quienes, por escrito, justificará al Contratista los valores adoptados.

1.15.4. RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

El Contratista podrá utilizar en las obras de contrato, la piedra, grava, arenas o el material seleccionado que encuentre en las excavaciones, materiales que se abonarán de acuerdo con los precios que para ellos se hayan establecido en el Contrato. En cualquier caso, el Contratista deberá proveer los materiales necesarios para ejecutar aquellas partes de la Obra, la realización de las cuales se haya previsto ejecutar con materiales utilizados en otras unidades.

Los servicios públicos o privados que resulten afectados deberán ser reparados con cargo al Contratista, de manera inmediata.

Las personas que resulten perjudicadas deberán ser compensadas adecuadamente, con cargo al Contratista.

Las propiedades públicas o privadas que resulten afectadas deberán ser reparadas con cargo al Contratista, restableciendo las primitivas condiciones o compensando los daños y perjuicios causados de cualquier otra manera aceptable.

Del mismo modo, el Contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las Obras, dar noticia inmediata de los hallazgos al Director de la obra y colocarlos bajo custodia.



Especialmente adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua por efecto de los combustibles, aceites, ligantes o cualquier otro material que pueda ser perjudicial, durante la ejecución de las Obras.

1.15.5. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN

El Contratista proporcionará al Director de Obra y sus Delegados subalternos toda clase de facilidades para los replanteamientos, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con el objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el Pliego, permitiendo el acceso a cualquier parte de la obra, incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras.

1.15.6. CONSERVACIÓN DEL PAISAJE

El Contratista pondrá especial atención al efecto que puedan tener las diferentes operaciones e instalaciones que necesite realizar para la consecución del Contrato sobre la estética y el paisaje de las zonas en que se encuentren situadas las Obras.

En este sentido, cuidará que los árboles, vallas y otros elementos que puedan ser perjudicados durante las Obras, sean debidamente protegidos para evitar posibles destrozos que, en caso de producirse, serán restauradas a cargo suyo.

Del mismo modo, tendrá cuidado de su emplazamiento y el sentido estético de sus instalaciones, construcciones, depósitos y acopios que, en todo caso, deberán ser previamente autorizados por el Director de las Obras.

1.15.7. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS EJECUTADAS

El Contratista queda comprometido a conservar, a su cargo, y hasta que sean recibidos provisionalmente, todas las obras que integren el Proyecto.

Del mismo modo queda obligado a la conservación de las obras durante un plazo de garantía, a partir de la fecha de la recepción provisional, sustituir, a su cargo, cualquier parte de estas que haya experimentado desplazamiento o sufrido deterioro por negligencia u otros motivos



que le sean imputables o como consecuencia de los agentes atmosféricos previsibles o cualquier otra causa que no se pueda considerar como inevitable.

El Contratista no recibirá ninguna partida por la conservación de las Obras durante el plazo de garantía, puesto que los gastos correspondientes se consideran incluidos en los precios unitarios contratados.

1.15.8. ENSAYOS DE CONTROL

Los ensayos se realizarán de acuerdo con las Normas actuales de ensayo del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo, las del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento y de las que sucesivamente puedan ser de aplicación.

1.15.9. GASTOS DE CARÁCTER GENERAL CON CARGO AL CONTRATISTA

Quedan con cargo al Contratista los gastos que origine el replanteo general de las Obras o su comprobación, y los replanteos parciales de estas, así como el derecho de inspección que legalmente esté autorizado al personal facultativo, los de construcción, removida y retirada de toda clase de construcciones auxiliares; los de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales; los de protección de acopios o de las propias Obras contra todo deterioro, mal o incendio, cumpliendo los requisitos vigentes para el almacenamiento de carburantes; los de limpieza y evacuación de desechos y basura; los de construcción y conservación durante el plazo de su utilización de pequeñas rampas provisionales de acceso a tramos parciales o totalmente acabados; los de conservación durante el mismo plazo de toda clase de desvíos que no se hagan aprovechando carreteras existentes; los de conservación de desagües; los de suministro, colocación y conservación de señales de tráfico y otros recursos necesarios para proporcionar seguridad dentro de las Obras; los de removida de las instalaciones, herramientas, materiales y limpieza general de la Obra al acabado de los montajes, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesaria para las Obras, así como la adquisición de las mencionadas aguas y energía; los de las instalaciones provisionales; los de retirada de materiales rehusados y corrección de las deficiencias observadas y puestas de manifiesto por los correspondientes ensayos y pruebas.



El Contratista proporcionará al Director de Obra, a sus subalternos y a sus agentes delegados, toda clase de facilidades para poder practicar o supervisar los replanteamientos de las diferentes obras, reconocimientos y pruebas de materiales y de su preparación, y para llevar a término la vigilancia o inspección de la mano de obra de todos los trabajos, con el fin de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, y permitirá el acceso a todos los lugares, incluso a las fábricas o talleres donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras.

En los casos de resolución de Contrato cualquiera que sea la causa que la motive, estarán con cargo al Contratista los gastos originados por liquidación, así como los de retirada de los medios auxiliares empleados o no en la ejecución de las Obras.

1.15.10. LIMPIEZA FINAL DE LAS OBRAS

Una vez que las Obras se hayan acabado, todas las instalaciones de depósitos y edificios, de carácter temporal y para el servicio de la Obra, deberán ser reubicados y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original.

Del mismo modo deberán tratarse los caminos provisionales, incluidos los accesos a préstamos o canteras, los cuales se abandonarán tan pronto como no sea necesaria su utilización. Aún así, se condicionarán, de la mejor manera que sea posible, procurando que queden en condiciones aceptables.

Todo esto se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas de acuerdo con el paisaje circundante. Estos trabajos se considerarán incluidos en el contrato y, por lo tanto, no serán objeto de abonos directos por su realización.

1.16. PRUEBAS A EFECTUAR DE LA RECEPCIÓN

Una vez acabadas las obras, se someterán a las pruebas de resistencia y funcionamiento que ordene el Director de Obra, de acuerdo con las especificaciones y normas en vigor, así como con las prescripciones del presente Pliego. Todas estas pruebas irán por anticipado del Contratista.



1.17. RECEPCIÓN DE LA OBRA

El Contratista comunicará por escrito al Director de la obra la fecha prevista para la finalización de las Obras con una antelación de treinta (30) días hábiles, el cual lo comunicará a la Propiedad quien nombrará su Representante para la recepción de la obra y quien, al mismo tiempo, fijará la fecha para esta misma, comunicándola por escrito al Contratista y al Director de la obra. El Contratista deberá asistir a la recepción o perderá la posibilidad de hacer constar reclamaciones en Acta.

Se levantará por triplicado un Acta de la recepción que firmarán el Representante de la Propiedad, el Director de la obra y el Contratista.

1.18. LIQUIDACIÓN DE LAS OBRAS

El Director redactará la liquidación definitiva en el plazo de tres meses dependiendo de la entrega por parte del contratista de los planos as-built de las obras.

Los inconvenientes que este estime oportunos formular en la liquidación definitiva deberán dirigirse por escrito a la Administración por medio del director, quien lo elevará a aquella con su informe. Si pasado el plazo de treinta días el Contratista no ha contestado por escrito, con su aceptación o inconvenientes se entenderá que se encuentra conforme con el resultado y detalles de la liquidación.

La aprobación de esta por la Administración será notificada al Contratista.

1.19. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución empezará a contar desde la fecha de la firma del Acta de Replanteo. El Acta de Replanteo se firmará en el plazo máximo de quince (15) días a partir de la fecha de la adjudicación definitiva.

1.20. PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de la obra empezará a contar desde la fecha del Acta de Recepción de la misma y será el fijado en el Pliego de cláusulas administrativas particulares.



1.21. PENALIZACIONES

El Contratista Adjudicatario de las Obras sufrirá una penalización por cada día hábil que exceda del plazo de ejecución de las obras previsto en el Proyecto. La mencionada penalización será, en su caso, descontada de la liquidación de las obras.

1.22. SUSPENSIÓN DE LAS OBRAS

En caso de que fuera necesario realizar suspensiones temporales, parciales o totales, en suspensión definitiva de las obras, se aplicará lo que dicta al respecto al Reglamento General de Contratación y el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.



2. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

I. EJECUCIÓN DE OBRA

2.1. OBJETO

El presente pliego tiene como objeto el establecimiento de las condiciones que deberán cumplir los materiales empleados en la construcción, así como los técnicos de su colocación en la obra y los que deberán mandar en la ejecución de cualquier tipo de instalaciones y de obras accesorias y dependientes para la ejecución del presente “PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APOORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA”

2.2. DISPOSICIONES TÉCNICAS PARTICULARES APLICABLES

Además de las disposiciones citadas explícitamente en los artículos del presente Pliego, serán de aplicación las disposiciones siguientes:

Contratos para administraciones públicas

- Ley 13/1995, del 18 de mayo, de contratos de las administraciones públicas.
- Decreto 3850/1970 del 31 de diciembre, donde se muestra el pliego de Cláusulas Administrativas Generales para Contratación de Obras del Estado.

Acciones en la edificación

- Real Decreto 2.543/1.994 del Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente de 29 de diciembre de 1.994, referente a la "Norma de construcción sismorresistente. Parte general y edificación (NCSE-94)", publicado en el Boletín Oficial del Estado el 8 de febrero de 1.995.

Cemento



- Real Decreto 823/1.993 de 28 de mayo de 1.993, referente a la "Instrucción para la recepción de cementos (RC-93)".
- Real Decreto 1.313/1.988 de 28 de octubre de 1.988 referente a la "Homologación de los cementos para la fabricación de hormigones y morteros para todo tipo de obras y productos prefabricados".
- Orden del 28 de junio de 1.989 que modifica las referencias a las Normas UNE del anexo del R.D. 1.313, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría de Gobierno, publicada en el Boletín Oficial del Estado el 30 de junio de 1.989.

Electricidad

- Decreto 3.151/1.968 del Ministerio de Industria, de 28 de noviembre de 1.968, referente al "Reglamento de líneas aéreas de alta tensión", y corrección de errores, publicados en el Boletín Oficial del Estado los días 27 de diciembre de 1.968 y 8 de marzo de 1.969, respectivamente.
- Decreto 2.431/1.973 del Ministerio de Industria, de 20 de septiembre de 1.973, referente al "Reglamento electrotécnico para Baja Tensión", publicado en el Boletín oficial del Estado el 9 de octubre de 1.973.
- Orden del Ministerio de Industria del 31 de octubre de 1.973, referente a las "Instrucciones complementarias del Reglamento electrotécnico para Baja Tensión", publicada en el Boletín Oficial del Estado los días 27 al 29 y 31 de diciembre de 1.973.
- Resolución de la Dirección General de la Energía del 30 de abril de 1.974, referente al "Reglamento electrotécnico para Baja Tensión" en relación con la medida de aislamiento en las instalaciones eléctricas, publicada en el Boletín Oficial del Estado de 7 de mayo de 1.974.
- Real decreto 1.949/1.982 del Ministerio de Industria, de 15 de octubre de 1.982, referente a "Normas sobre acometidas eléctricas", y aprobación del Reglamento correspondiente publicado en el Boletín Oficial del Estado de 1.982.
- Real Decreto 3.275/1.982 del Ministerio de Industria y Energía, referente al "Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros



de transformación", y corrección de errores, publicados en el Boletín Oficial del Estado el 1 de diciembre de 1.982 y el 18 de enero de 1.983, respectivamente.

- Ley 40/1.994 de la Jefatura de Estado, de 30 de diciembre de 1.994, referente al "Ordenación del sistema eléctrico nacional", publicado en el Boletín Oficial del Estado el 31 de diciembre de 1.994.

Estructuras de hormigón

- Real Decreto 1039/1.991 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de 28 de junio de 1.991, referente a la "Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado EH-91" publicada en el BOE a 13 de septiembre de 1.991.

Seguridad e higiene en el trabajo

- Orden del Ministerio de Trabajo del 20 de mayo de 1.952, referente al "Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo en la industria de la construcción", y corrección de errores, publicados en el Boletín Oficial del Estado los días 15 de junio de 1.952 y 22 de diciembre de 1.953, respectivamente.
- Orden del Ministerio de Trabajo del 9 de marzo de 1.971, referente a la "Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo", publicada en el Boletín Oficial del Estado el 16 y 17 de marzo y 6 de abril de 1.971.
- Real Decreto 1.316/1.987, por el que se aprueba el "Reglamento de protección de los trabajadores frente al ruido en los lugares de trabajo" (Transposición a la legislación española de la Directiva 86/188/CEE).
- Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajos.



Medio ambiente

- Decreto 2.414/1.961 de la Presidencia del Gobierno, de 30 de noviembre de 1.961, referente al "Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas" (capítulo III), y corrección de errores, publicados en el Boletín Oficial del Estado los días 7 de diciembre de 1.961 y 7 de marzo de 1.972, respectivamente.
- Orden del Ministerio de Gobernación del 15 de marzo de 1.963, referente a las "Instrucciones complementarias para la aplicación del reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas", publicado en el Boletín Oficial del Estado el 2 de abril de 1.963.
- Ley 38/1.972 de la "Jefatura del Estado", de 22 de diciembre de 1.972, referente a la "Protección del ambiente atmosférico", publicada en el Boletín Oficial del Estado el 26 de diciembre de 1.972.
- Decreto 833/1.975 del Ministerio de Planificación del Desarrollo, de 6 de febrero de 1.975, referente al desarrollo de la "Ley de protección del ambiente atmosférico", y corrección de errores, publicados en el Boletín Oficial del Estado los días 22 de abril y 9 de junio de 1.975, respectivamente, junto con la modificación, publicada el 23 de marzo de 1.979 en el mismo Boletín.
- Real Decreto Legislativo 1.302/1.986 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de 28 de junio de 1.986, referente a la "Evaluación de impacto ambiental", publicado en el Boletín Oficial del Estado de 30 de junio de 1.986.
- Real Decreto 1.131/1.988 del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, de 30 de septiembre de 1.988, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1.302/1.986 de "Evaluación de impacto ambiental", publicado en el Boletín Oficial del Estado el 5 de octubre de 1.988.
- Ley 4/1.989 de 27 de marzo de "Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestre", publicado en el Boletín Oficial del Estado el 28 de marzo de 1.989.
- Ley 7/1.994 de 18 de mayo, de "Protección Ambiental", publicada en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el 31 de mayo de 1.994.



- Decreto 292/1.995 de la Consejería de Medio Ambiente, de 12 de diciembre, por el que se aprueba el “Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía”, publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el 28 de diciembre de 1.995.
- Decreto 297/1.995, de la Consejería de la Presidencia, de 19 de diciembre, por el que se aprueba el “Reglamento de Calificación Ambiental”, publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el 11 de enero de 1.996.
- Decreto 74/1.996 de la Consejería de Medio Ambiente, de 20 de febrero, por el que se aprueba el “Reglamento de Calidad del Aire”, publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el 7 de marzo de 1.996.
- Decreto 153/1.996 de la Consejería de Medio Ambiente, de 30 de abril, por el que se aprueba el “Reglamento de Informe Ambiental”, publicado en el Boletín Oficial de la Junta de Andalucía el 18 de junio de 1.996.

Disposiciones particulares para proyectos de tratamiento de aguas

- Pliego General de Condiciones Facultativas para Cañerías de Abastecimiento de Aguas, aprobado por C.M. del 28 de julio de 1974.
- Normas para la Redacción y Proyectos de Abastecimiento de Aguas y Saneamiento de Poblaciones, de diciembre de 1977.
- Pliego de Condiciones para la Fabricación, Transporte y Montaje de cañerías de Hormigón, de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.

2.3. OBRAS COMPRENDIDAS EN EL PROYECTO

Todas las obras presentes en el presente pliego han sido suficientemente descritas y detalladas a lo largo de todos los documentos que comprenden en el proyecto.

Todas las obras presentes en el presente pliego cumplirán las normas y reglamentos especificados en el presente proyecto, así como todas las aplicables, y deberán cumplir a su vez posibles cambios futuros en éstas no cubiertos en el presente proyecto por su inexistencia en el periodo de realización del proyecto.



2.4. MODIFICACIÓN DE LAS OBRAS

El Director de las obras podrá disponer el cambio de cualquier unidad proyectada por otra nueva, entregando al Contratista los planos definitivos, que desde ese momento formarán parte del proyecto.

Las modificaciones serán recogidas en el preceptivo libro de órdenes, que será entregado a la contrata a la hora de hacer el replanteo de la obra, y que permanecerá en la misma a disposición del Director o persona en quien éste delegue.

Siempre que los cambios se refieran a sustitución de una unidad de obra por otra de características similares a las que figuran en el presupuesto, las modificaciones no darán lugar a variaciones de los precios unitarios que figuran en el proyecto.

2.5. PRESCRIPCIONES OMITIDAS O CONTRADICTORIAS

La Dirección de Obra resolverá de manera expresa y estricta los casos en que exista omisión de alguna prescripción o haya dos contradictorias.

2.6. CONDICIONES QUE HAN DE SATISFACER LOS MATERIALES

2.6.1. CONDICIONES GENERALES

Todos los materiales a utilizar en la obra, incluidos o no incluidos en este Pliego, habrán de observar las siguientes prescripciones:

- Si las procedencias de materiales fuesen fijadas en los documentos contractuales, el contratista tendrá que utilizarlas obligatoriamente, a menos que haya una autorización expresa del Director de la obra.
- Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obliga-



ción de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.

- El contratista obtendrá a su cargo la autorización para la utilización de préstamos y se hará cargo además, por su cuenta, de todos los gastos, cánones, indemnizaciones, etc. que se presenten.
- El contratista notificará a la Dirección de la obra con suficiente antelación las procedencias de los materiales que se proponga utilizar, aportando las muestras y los datos necesarios, tanto por lo que haga referencia a la calidad como a la cantidad.
- En ningún caso podrán ser copiados y utilizados en la obra materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el Director.
- Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser de calidad suficiente a juicio del director de la obra, aunque no se especifique expresamente en el Pliego de Condiciones.

2.6.2. CEMENTOS

El cemento deberá cumplir las condiciones exigidas por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-88).

Se prohíbe la utilización de productos de adicción al cemento sin previa autorización del Director de Obra.

Se cumplirán asimismo las recomendaciones y prescripciones contenidas en la instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado (EH-91) y las que en lo sucesivo sean aprobadas con carácter oficial.

El cemento se almacenará en sitio ventilado, defendido de la intemperie y de la humedad, tanto en el suelo como en las paredes.

Se comprobará, dentro del mes anterior a su empleo, que las distintas partidas de cemento cumplen los requisitos exigidos por el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-88).



Ensayos

Las características del cemento a emplear se comprobarán antes de su utilización, mediante la ejecución de las series completas de ensayos que estime el Ingeniero Director de las obras.

Estos ensayos podrán limitarse a los de fraguado, expansión en autoclave y resistencia normal a los siete (7) días, con los métodos de ensayo indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos (RC-93), con la aprobación del Ingeniero Director.

En todos los hormigonados, el cemento será de tipo PA-350, salvo indicación en contra del Ingeniero Director.

2.6.3. AGUAS

El agua procederá de la red general de agua potable existente en las instalaciones y se utilizará para el amasado del hormigón y morteros y para el curado del hormigón, debiendo cumplir las condiciones exigidas en la EH-91. Su mineralización no será excesiva. En general, toda agua potable podrá ser utilizada sin ensayos previos.

En caso de duda y falta de antecedentes en su utilización, el agua será analizada y deberá cumplir las siguientes condiciones:

- pH entre 5 y 8, según normas UNE-7734.
- Contenido en sustancias disueltas, según norma UNE-7130, inferior a 15 gr/l (15.000 p.p.m.).
- Contenidos en sulfatos (SO₄), según norma UNE-7131, inferior a 1 gr/l (1.000 p.p.m.).
- Contenidos en cloruros (Cl⁻), según norma UNE-7170, inferior a 6 gr/l (6.000 p.p.m.).
- Contenidos en hidratos de carbono, según norma UNE-7172, no apreciable.
- Contenido en sustancias orgánicas solubles en éter, según norma UNE-7235, inferior a 15 gr/l (15.000 p.p.m.)

La toma de muestras se realizará según UNE-7236. No podrán utilizarse aguas estancas ni salobres.



2.6.4. ÁRIDOS

Las arenas serán de naturaleza silíceas, de ríos o canteras, y no excederán en sustancias perjudiciales de los porcentajes (referidos a peso seco), que a continuación se especifican, determinados según métodos de ensayo UNE:

- Terrenos de arcilla (UNE-7133): 1%.
- Finos que pasan por el tamiz 0,080 (UNE-7850, UNE-7135): 5%.
- Material retenido por el tamiz 0,063 (UNE-7850) y que flote en un líquido de p.s. 2 (UNE-7244): 0,5%.
- Compuestos de azufre expresados en SO₄ (UNE-7245): 1,20%.

Además, las arenas destinadas a la formación de morteros cumplirán las siguientes condiciones:

- El tamaño máximo de granos debe ser tal, que la arena pase por el tamiz de apertura, no superior a 3'3 mm.
- El contenido de finos, determinado por tamizado de levigación, que pase por el tamiz 0'080, UNE-7050, no será superior al 15% del peso total de la muestra.
- El contenido de elementos perjudiciales, como mica, yeso, feldespatos ..., no será superior al 2%.
- No deberá contener materia orgánica.
- No llevarán más de un 10% de su peso de humedad. - Al someterlas a presión, las arenas tomarán cuerpo. - Se someterán al siguiente ensayo:

Mezclar 100 cm³ de arena con una sosa al 3 %, hasta completar 150 cm³, tras 24 h, el líquido debe quedar sin coloración o, como mucho, tener un color amarillo pálido, que se compara con una solución testigo, mezcla de sosa, 95,5%, al 3%; 2,5% de la solución ácido tánico y 2% de alcohol al 2%.

Los ensayos de la arena sobre morteros se realizarán de la siguiente manera:



Mezcla en peso de una parte de cemento y tres partes de arena. Esta probeta de mortero, conservada en agua durante siete días, deberá resistir a la tracción en la romana de Michaelis, un esfuerzo comprendido entre los 12 y 14 kg/m². El resultado del ensayo permitirá conocer si se debe aumentar o disminuir la dosificación de la mezcla, decisión que compete al Director de Obras.

No se admitirán gravas cuyas sustancias perjudiciales excedan los porcentajes (referidos a peso seco), determinados según los métodos de ensayo UNE que a continuación se especifican:

- % en peso total de la muestra.
- Terrenos de arcilla (UNE-7133): 0,23%.
- Partículas blandas (UNE-7134): 5,00%.
- Finos que pasan por el tamiz 0,080% (UNE-7850, UNE-7135): 1%.
- Material que flote en un líquido de p.s. 2 (UNE-7244): 1'50.
- Compuestos de azufre, expresados en SO₄ y referidos al árido seco (UNE-7245): 1,20%.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

Se comprobará, también, que no presente una pérdida de peso superior al 12 %, al ser sometido a cinco ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico y sulfato magnésico respectivamente, de acuerdo con el método de ensayo UNE-7136.

El coeficiente de forma del árido grueso, determinado según el método de ensayo UNE-7236, no deberá ser superior a 0,15.

Las gravas estarán exentas de materia orgánica.

Los áridos procederán de graveras naturales y serán lavados totalmente, salvo expresa autorización del Director de Obras.

Antes de dar comienzo a las obras por el Director de las mismas, se fijará, a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaño de los mismos a mezclar para conseguir



la curva granulométrica óptima y la capacidad más conveniente del hormigón, adoptándose, como mínimo, una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que el Contratista pueda alegarse precio o suplemento alguno por este concepto.

2.6.5. MATERIAL ELÉCTRICO

Se ajustará a todos los reglamentos vigentes, en especial al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

2.6.6. MATERIALES NO EXPRESADOS

Todo el material no expresado en este Pliego de Condiciones y que haya de emplearse en estas obras se entenderá que es de la mejor calidad. Se someterá previamente a la aceptación del Ingeniero Director de Obra. No obstante, todo se ajustará a lo establecido por las Normas editadas por los Organismos oficiales competentes.

2.6.7. MUESTRAS, ENSAYOS Y PRUEBAS

Muestras

El Contratista está obligado a presentar a la Dirección de Obra muestras de todos los materiales a emplear, indicando la fábrica de procedencia, al menos 10 días antes de su acopio. Éste no se podrá realizar sin la autorización previa del Director.

Si las muestras del material acopiado presentasen defectos no visibles, dicho material será retirado de la obra, sin que por ello exista derecho a indemnización o suplemento alguno. En caso de duda, la decisión recaerá en el Director de Obra.

Ensayos y pruebas

Bajo la dirección del Director de Obra y con el personal a cargo del contratista, se harán en obra las siguientes pruebas:

- Arcilla o limos de la arena, por lavado de la misma.
- Volumen de huecos y arenas.



- Volumen de gravas y arenas mezcladas.

Serán efectuadas en laboratorios oficiales, cuando lo estime conveniente la Dirección de Obra, y por cuenta del Contratista, las siguientes pruebas:

- Resistencia a compresión simple de morteros.
- Resistencia a compresión simple del hormigón.
- Análisis de cemento.

Se ampliará a todas aquellas pruebas que el Director de Obra estime conveniente.

Si una prueba demostrara la mala calidad de un material, éste será retirado aún después de colocado en obra, sin derecho a indemnización ni suplemento alguno para el contratista.

2.7. CONDICIONES TÉCNICAS DE EJECUCIÓN Y CONTROL DE LAS OBRAS

2.7.1. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Todas las obras comprendidas en este Proyecto se ejecutarán de acuerdo a lo especificado en la Memoria y en este Pliego de Condiciones y siguiendo las indicaciones de la Dirección Técnica, quien resolverá las cuestiones que puedan plantearse en la interpretación de aquellos y en las condiciones y detalles de la ejecución.

2.7.2. OBRAS PROVISIONALES

El contratista ejecutará o acondicionará oportunamente las carreteras, caminos y accesos provisionales necesarios por los desvíos que impongan las obras, en relación con el tráfico general y los accesos de las fincas adyacentes, de acuerdo con lo que se defina en el Proyecto o con las instrucciones que reciba de la Dirección. Los materiales y las unidades de obra necesarios en las citadas obras provisionales cumplirán todas las prescripciones del presente Pliego, como si fuesen obras definitivas.

Estas obras se abonarán, a menos que en el presente Pliego se diga expresamente lo contrario, con cargo a las partidas alzadas que por tal motivo figuren en el Presupuesto. Caso de que no figurasen se valorarán con los precios del contrato.



Si a juicio de la Dirección las obras provisionales no fuesen estrictamente necesarias para la ejecución normal de las obras, no serán abonadas, siendo, por tanto, conveniencia del contratista facilitar o acelerar la ejecución de las obras.

Tampoco serán abonados los caminos de obra, accesos, subidas, puentes provisionales, etc., necesarios para la circulación interior de la obra, para el transporte de materiales a la misma o para los accesos y circulación del personal de la administración y visitas de obra. A pesar de ello, el contratista deberá mantener los mencionados caminos de obra y accesos en buenas condiciones de circulación.

La conservación durante el término de utilización de estas obras provisionales será a cuenta del contratista.

2.7.3. VERTEDEROS

A excepción de una manifestación expresa y contraria en el presente Pliego, la localización de vertederos, así como los gastos que comporte su utilización, serán a cargo del contratista.

La mayor distancia a los vertederos respecto a la hipótesis hecha en la justificación del precio unitario que se incluye en los anexos de la Memoria, o la omisión en dicha justificación de la operación de transporte a los mismos, no serán causa suficiente para exigir la modificación del precio unitario que aparece en el cuadro de precios o para alegar que la unidad de obra correspondiente no incluye la citada operación de transporte al vertedero, siempre que en los documentos se fije que la unidad incluye estos transportes.

Los diferentes tipos de material que se precise eliminar (cimientos, subterráneos, etc.) no serán motivo de sobreprecio, por considerarse incluidos en los precios unitarios del contrato.

Si en las mediciones y documentos informativos del proyecto se establece que el material obtenido de la excavación, de la explanación y de los cimientos o zanjas ha de utilizarse en terraplenes o rellenos y la Dirección de obra rechaza el citado material, por no cumplir las condiciones del presente Pliego, el contratista deberá transportarlos a vertedero, sin derecho a ningún abono complementario a la correspondiente excavación, ni a ningún tipo de incremen-



to del precio del contrato por tener que usar mayor cantidad de material procedente de préstamos.

El Director de la obra podrá autorizar vertederos en las zonas bajas de las parcelas, con la condición de que los productos vertidos sean tendidos y compactados correctamente. Los gastos del citado tendido y compactación de los materiales serán a cuenta del contratista, por considerarse incluidos en los precios unitarios.

2.7.4. SERVIDUMBRES Y SERVICIOS AFECTADOS

Lo relativo a las servidumbres existentes se regirá por lo que se estipula en la cláusula 20 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. A este efecto, también se considerarán servidumbres relacionadas en el Pliego de Prescripciones las que aparezcan definidas en los Planos del proyecto.

Los elementos afectados serán trasladados o retirados por las compañías y organismos correspondientes.

A pesar de todo, el contratista tendrá la obligación de realizar los trabajos necesarios para la localización, protección o desvío de los servicios afectados de poca importancia, si los hay, y que la Dirección considere conveniente realizar para la mejora del desarrollo de las obras. Estos trabajos serán de pago al contratista, ya sea con cargo a las partidas alzadas existentes a tal efecto en el Presupuesto. Faltando éstos, se regirá por lo que se establece en la cláusula 60 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

2.7.5. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Se define como conservación de la obra el conjunto de trabajos de vigilancia, limpieza, acabado, mantenimiento y reparación y todos los que sean necesarios para mantener las obras en perfecto estado de funcionamiento y limpieza. La citada conservación se extiende a todas las obras ejecutadas bajo el mismo contrato.

Además de lo prescrito en el presente artículo, ello se regirá por lo dispuesto en la cláusula 22 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.



El presente artículo será de aplicación desde la fecha de inicio de las obras hasta la recepción definitiva. Todos los gastos originados por este concepto serán a cuenta del contratista.

Será a cargo del contratista la reposición de los elementos que se hayan deteriorado o que hayan sido objeto de robo. El contratista deberá tener en cuenta en el cálculo de su proposición económica los gastos correspondientes a la vigilancia, las reposiciones citadas o los seguros que sean convenientes. Se tendrán en cuenta especialmente los seguros contra incendios y actos de vandalismo durante el período de garantía, ya que se entienden incluidos en el concepto de guardería a cuenta del contratista.

2.7.6. INTERFERENCIA CON OTROS CONTRATISTAS

El contratista programará los trabajos de manera que durante el período de ejecución de las obras sea posible ejecutar trabajos de jardinería y obras complementarias, como la ejecución de redes eléctricas, telefónicas u otros trabajos. En este caso, el contratista cumplirá las órdenes de la Dirección de Obra, para delimitar las zonas con unidades de obra totalmente acabadas, y efectuar los trabajos complementarios citados. Los posibles gastos motivados por eventuales paralizaciones o incrementos de costo debidos a la mencionada ejecución por fases, se considerarán incluidos en los precios del contrato y no podrán ser objeto de reclamación en ningún caso.

2.7.7. CONTROL DE LAS OBRAS

Por cuenta del contratista, y hasta el uno por ciento (1%) del importe del presupuesto, según la cláusula 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de obras del Estado, se abonarán las facturas del laboratorio dictaminado por la Administración para la realización del control de calidad, según el esquema aprobado por la Administración y de acuerdo con la Dirección Facultativa.

El laboratorio encargado de este control de obra realizará todos los ensayos del programa, previa solicitud de la Dirección Facultativa de la obra o de los Servicios Técnicos de la Administración, de acuerdo con el siguiente esquema de funcionamiento:



- A criterio de la Dirección Facultativa o de los Servicios Técnicos de la Administración se podrá ampliar o reducir el número de controles, que se pagarán siempre a partir de los precios unitarios aceptados.
- Los resultados de cada ensayo se comunicarán simultáneamente a la Dirección Facultativa de las obras, al ingeniero codirector, a los Servicios Técnicos de la Administración y a la empresa constructora. En caso de resultados negativos se anticipará la comunicación telefónicamente, a fin de poder tomar las medidas necesarias con urgencia.

2.7.8. REPLANTEO

Antes de dar comienzo las obras, el Ingeniero Director de las mismas, hará las comprobaciones que crea necesarias al replanteo realizado por el Contratista.

El replanteo comprenderá la identificación y determinación de los vértices de las alineaciones, mediante hitos de hormigón.

Del resultado de este replanteo, una vez realizadas las comprobaciones antedichas, se levantará acta que suscribirán el Ingeniero Director y el Contratista.

Este acta se elevará a la superioridad para su aprobación. El Contratista será responsable de la conservación de los puntos de referencia, señales y mojones. Si en el transcurso de las obras sufrieran deterioros o destrucciones, serán a su cargo los gastos de reposición y comprobación.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originen en los replanteos, incluso los ocasionados al verificar los replanteos parciales que exija el curso de las obras.

2.7.9. ORDEN DE LOS TRABAJOS

El contratista deberá seguir en la ejecución de las obras, el orden de trabajos previamente aprobado por el Ingeniero Director, debiendo extremar las precauciones para causar los mínimos perjuicios a terceras personas, corriendo a su cargo cuantos gastos se originen por este concepto.



2.7.10. INSTALACIONES

Este apartado del pliego de condiciones se refiere a la instalación de la maquinaria de elaboración y de la instalación eléctrica.

2.7.10.1. Condiciones generales

- Las casas instaladoras deberán garantizar un efectivo servicio post-venta de sus máquinas.
- Se instalará solamente maquinaria que permita ampliaciones fáciles, a excepción de los casos en que ello sea imposible por las peculiaridades de la máquina considerada.
- No se admitirá ninguna maquinaria que no ofrezca por lo menos un año de garantía.
- Únicamente será objeto del presente Pliego de Condiciones, la maquinaria e instalaciones detalladas en la Memoria y Presupuesto del presente Proyecto.
- Las respectivas firmas instaladoras de cada una de las máquinas o elementos consignados en el epígrafe anterior, deberán responsabilizarse íntegramente del suministro, embalaje, transporte, colocación, montaje y puesta en marcha de las mismas, incluyendo el material que para cada tipo de instalaciones queda reseñado en los documentos Memoria y Presupuestos del presente Proyecto.
- Las casas instaladoras se encargarán cuando proceda, de la instrucción del personal encargado, del manejo de las distintas instalaciones.
- Los diversos elementos de las máquinas a que se hace referencia, poseerán las características expuestas para cada uno de ellos en la Memoria del Proyecto en todo caso, y serán tales que con su colocación se garantice el adecuado funcionamiento de las instalaciones.
- Se fijarán los siguientes plazos de garantía, a contar desde el momento en que se compruebe el buen funcionamiento, será de un año. La garantía abarcará a todo defecto de fabricación o defectuosa instalación.
- Los plazos de montaje se fijarán en el contrato con las respectivas firmas instaladoras a partir de la recepción provisional de las obras. Cada plazo no será, en ninguno de los casos, superior a dos meses. En el caso que no posean un determinado tipo de maquina-



ia, el Director de Obras se reservará el derecho de sustituir la máquina en cuestión por otra de igual o mejor calidad, haciendo una revisión de precios por ambas partes.

- Las instalaciones auxiliares y conexiones de agua, electricidad, etc., entre las distintas máquinas y las correspondientes instalaciones generales, corren también por cuenta de las casas suministradoras. Durante la ejecución de los trabajos de montaje e instalación, las casas suministradoras quedan obligadas a someterse a todas las verificaciones que solicite el Director de las Obras.
- Puesta en marcha: una vez terminadas las distintas instalaciones, el conjunto será puesto en marcha por los respectivos montadores que darán las instrucciones necesarias para su manejo y control al personal encargado del mismo. La terminación de la instalación será certificada a petición de las casas comerciales por la Dirección de Obra.
- Pruebas de funcionamiento: después de un período suficiente para que las instalaciones estén a punto, se procederá a los ensayos que verifiquen las garantías de las casas instaladoras, continuándose tales ensayos durante el tiempo necesario para que quede palpablemente demostrado el buen funcionamiento.
- Recepción provisional: una vez terminadas las pruebas de funcionamiento y si dichos ensayos son satisfactorios, se procederá a la recepción provisional, con la fecha de la calificación por parte de la Dirección de obra. Caso de no ser satisfactorias las pruebas de funcionamiento, la recepción provisional no se llevará a cabo hasta que la firma instaladora haya subsanado los defectos encontrados, cuya reparación se llevará a cabo en un plazo máximo de 15 días.
- Mal funcionamiento: si por mal funcionamiento el Director considera conveniente el cambio de una maquina por otra, las casa suministradora facilitará la nueva maquinaria, concertándose entre ambos el precio de la nueva máquina.
- Recepción definitiva: la recepción definitiva se llevará a cabo cuando finalicen los respectivos plazos de garantía a que se hizo referencia para cada tipo de máquina o instalación. Durante este período las firmas instaladoras mantendrán en perfecto estado todas las instalaciones y reemplazarán a sus expensas todos aquellos elementos que fueran defectuosos por vicio de construcción o montaje, incluso si estos defectos no hubiesen sido reconocidos durante los ensayos previos a la recepción provisional. No están com-



prendidos en esta obligación, los trabajos de entretenimiento normal ni los defectos o averías que sean consecuencia del uso anormal o defecto de entretenimiento.

- Forma de pago: Las distintas firmas instaladoras deberán presentar presupuesto detallado de las distintas instalaciones proyectadas. El pago de las instalaciones se efectuará de la manera que se especifique en los contratos correspondientes.

2.7.10.2. Maquinaria de elaboración

El número de máquinas necesarias, sus características y disposición serán las que se indican en la memoria del presente Proyecto.

Su instalación corre a cargo de las casas suministradoras debiendo estas atenerse al orden, disposición y distancias marcadas en el plano de Planta General incluido en el Documento Planos.

2.7.10.3. Instalación eléctrica

Alcance de las condiciones

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la distribución de energía eléctrica, cuyas características técnicas están especificadas en este Proyecto. La presentación de ofertas de un licitador que aspire a ejecutar dichas instalaciones implica la conformidad con estas normas, que automáticamente pasan a formar parte integrante de dicha oferta.

Condiciones facultativas legales

La presente instalación será ejecutada por empresa o instalador autorizado rigiéndose principalmente por lo especificado en:

- Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía según Decreto de 12 de marzo de 1954 (BOE del 15-10-54).



- Según los casos, reglamento sobre Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión aprobado por Decreto 3151/1968 de 28 de noviembre (BOE nº 311 de 27-12-68); Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 2413/1973 de 20 de septiembre (BOE nº 242 de 9-10-73) y Reglamento sobre Centrales Generadoras y Estaciones de Transformación según Orden Ministerial del 23-2-49 (BOE del 10-4-49) con las modificaciones indicadas según O.M. del 11-3-71 (BOE nº 66 del 18-3-71).
- Normativas específicas de la Delegación Provincial de Industria y Energía o de la Compañía suministradora.

El contratista deberá cumplir todo lo estipulado en el presente Pliego de Condiciones.

Planos, datos y medidas para el desarrollo del trabajo

El contratista deberá poseer la documentación de montaje, que como mínimo será la siguiente:

- Plano de caseta de transformación con planta y secciones para la correcta definición de la misma.
- Plano de distribución eléctrica en B.T. y esquema eléctrico.

Condiciones específicas de la instalación

Las obras de la instalación eléctrica a realizar descritas en el presente Proyecto y presupuestada en el capítulo correspondiente consisten en lo siguiente:

- Instalación de un centro de transformación en caseta prefabricada: suministro de materiales a pie de obra, excavación, "base", tomas de tierra, montaje de la caseta y pruebas de funcionamiento.
- Distribuciones enterradas de baja tensión: suministro de materiales a pie de obra, excavación y enterrado de los cables, fijación de los mismos a los elementos constructivos y conexiones.

Puestas a tierra



Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el Proyecto, debiendo cumplirse estrictamente cuanto se refiere a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

Condiciones de los circuitos de puesta a tierra:

1. No se unirán al circuito de puesta a tierra, ni a las puertas de acceso ni las ventanas metálicas de ventilación del centro.
2. La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
3. En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
4. Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia a tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
5. Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a las acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
6. La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
7. Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua en la que no podrán incluirse en serie la masa del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuara por derivación.
8. Los conductores de tierra podrán ser de cobre y/o acero y su sección no inferior a 35 mm² de Cu o equivalente.
9. Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de estas por medio de un conductor de cobre, lo mas corto posible, de sección no inferior a 50 mm². La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
10. La cantidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración del suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.



2.7.11. SEGURIDAD

Se cumplirá con toda la legislación vigente y las ordenanzas municipales.

Se colocarán vallas superiores salientes en un metro, como mínimo, del vuelo máximo de los andamios.

Las zanjas y los pozos se entibarán a 1,30 m de profundidad.

Las zanjas para acometida se protegerán con cuerdas, señales visibles, tabloneros y luces fuera del horario de trabajo.

Las conducciones eléctricas de alumbrado y fuerza se dispondrán a las alturas reglamentarias, con la debida protección. Los interruptores estarán dentro de la obra y en un lugar protegido de la humedad y de posibles accidentes. Tendrán fusibles generales en cada máquina.

La colocación de barrenos y el empleo de explosivos se atenderá a lo legislado, quedando obligado el contratista a solicitar el correspondiente permiso para usar personal especializado y tomar las precauciones necesarias.

2.8. MEDICIONES Y ABONO DE LAS OBRAS

2.8.1. CONDICIONES GENERALES

Para proceder al abono de las Obras deberá efectuarse mensualmente la correspondiente medición contradictoria entre el representante de la Contrata y el Director de Obra o un representante suyo. Estas mediciones serán objeto de comprobación y rectificación, si procede, en el momento de la liquidación.

2.8.1.1. Precios unitarios

El precio unitario, que aparece en letra en el Cuadro de Precios nº 1, será el que se aplicará a las mediciones para obtener el importe de ejecución material de cada unidad de obra. Se entiende que estos precios se refieren a la unidad de obra terminada conforme a las indicaciones de los documentos Planos y Presupuesto.



Como complemento a lo prescrito en la cláusula 51 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, los precios unitarios que figuran en el Cuadro de Precios nº 1 incluyen siempre, excepto prescripción expresa en contra de un documento contractual, y aun cuando no figure en la descomposición de precios, los siguientes conceptos:

Suministro (incluso derechos de patente, canon de extracción, etc.), transporte, manipulación y utilización de todos los materiales usados en la ejecución de la correspondiente unidad de obra, los gastos de mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, herramientas, instalaciones, etc., los gastos de todo tipo de operaciones normal o accidentalmente necesarias a fin de acabar la unidad correspondiente y los costes indirectos.

La descomposición de los precios unitarios que figura en el Cuadro de Precios nº 2 es de aplicación exclusiva en las unidades de obra incompletas. El contratista no podrá reclamar ninguna modificación de los precios en letra del Cuadro de Precios nº 1 para las unidades totalmente ejecutadas por errores u omisión en la descomposición que figura en el Cuadro de Precios nº 2. En el encabezamiento de los dos cuadros figura una advertencia al respecto.

Además, si en la justificación del precio unitario que aparece en el correspondiente anexo de la Memoria se utilizan hipótesis no coincidentes con la forma real de ejecutar las obras (jornales y mano de obra necesaria; cantidad, tipo y coste horario de maquinaria; precio y tipo de materiales básicos; procedencia o distancias de transporte; número y tipo de operaciones necesarias para completar la unidad de obra; dosificación, cantidad de materiales, proporción de diferentes componentes o diferentes precios auxiliares, etc.), los mencionados extremos no podrán alegarse como base para la modificación del correspondiente precio unitario, ya que estos datos se han fijado con objeto de justificar el importe del precio unitario y están contenidos en un documento fundamentalmente informativo.

La descripción de las operaciones y materiales necesarios para ejecutar cada unidad de obra que figura en los correspondientes artículos del presente Pliego no es exhaustiva sino enunciativa, para la mayor comprensión de los conceptos que comprenden la unidad de obra. Por ello, las operaciones o materiales no relacionados, pero necesarios para ejecutar la unidad, se considerarán incluidos en el precio unitario correspondiente.



Se habrán de ejecutar, sin ser motivo de sobreprecio del contrato, todos los materiales y operaciones necesarias para la correcta finalización de la unidad de obra o complementarias a misma, aunque no figuren en los documentos contractuales, si se consideran necesarios a juicio del Director Facultativo.

2.8.1.2. Materiales sustituidos

Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.

En las sustituciones debidamente justificadas y autorizadas, los nuevos materiales serán valorados según los precios que rijan en el mercado en el momento de redactar el documento que autorice la sustitución.

Si, a juicio de la Dirección de Obra, la sustitución no estuviese justificada y, por tanto, no se hubiese llevado a cabo, el contratista no podrá reclamar pago alguno por los trabajos realizados y no terminados en las unidades de obra afectadas por la carencia del material cuya sustitución propuso. Estas unidades de obra, podrán ser contratadas libremente de nuevo.

2.8.1.3. Unidades de mano de obra no previstas

Si fuera necesario realizar una unidad de obra no prevista, el nuevo precio se determinará contradictoriamente conforme a las Condiciones Generales y considerando los precios de los materiales y de las operaciones que figuren en otras unidades del Proyecto.

La fijación del precio deberá hacerse previamente a la ejecución de la nueva unidad, mediante acuerdo de la Dirección de Obra y el Contratista.

2.8.1.4. Obra aceptable e incompleta o defectuosa

Los conceptos medidos para todas las unidades de obra y la manera de abonarlos, de acuerdo con el Cuadro de Precios nº1, se entenderá que se refieren a unidades de obra totalmente acabadas. En el cálculo de la proposición económica se habrá de tener en cuenta que cualquier



material o trabajo necesario para la correcta terminación de la unidad de obra, o para asegurar el perfecto funcionamiento de la unidad construida en relación con el resto de las construcciones, se considera incluido en el precio unitario del contrato, no pudiendo ser objeto de sobreprecio. La ocasional omisión de los mencionados elementos de los documentos del Proyecto no podrá ser objeto de reclamación ni de precio contradictorio, por considerarse expresamente incluidos en los precios del contrato. Los materiales y operaciones mencionadas son los considerados como necesarios en la normativa de obligado cumplimiento, relacionada en el apartado 16.

2.8.1.5. Señalización de daños ocasionados durante la ejecución de las obras

El contratista está obligado a adoptar las medidas de orden y seguridad necesarias para la buena y segura marcha de los trabajos.

En todo caso, el constructor será única y exclusivamente el responsable, durante la ejecución de las obras, de todos los accidentes o perjuicios que pueda tener su personal o que pueda causar a alguna otra persona o entidad. En consecuencia, el constructor asumirá todas las responsabilidades relativas al cumplimiento de la Ley sobre accidentes de trabajo, de 30 de enero de 1900, y disposiciones posteriores. Será obligación del constructor la aseguración del riesgo por incapacidad permanente o muerte de sus trabajadores en la "Caja Nacional del Seguro de Accidentes de Trabajo", reformada por Decreto del Ministerio de Trabajo del 18 de junio de 1942.

2.8.1.6. Indemnizaciones por cuenta del contratista

Se regirán por lo que disponga el artículo 134 del Reglamento General de Contratación del Estado y por la cláusula 12 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

En especial, el contratista deberá reparar por su cuenta los servicios públicos o privados que resulten deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua, así como la del medio ambiente por la acción de combustibles, aceites, humos, etc., y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.



El contratista deberá mantener durante la ejecución de la obra los servicios afectados y habrá de restablecerlos a su finalización, conforme establece la cláusula 20 del citado Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, siendo a cuenta del contratista los trabajos necesarios para tal fin.

En especial, el contratista habrá de reparar a su cargo todos los servicios públicos o privados deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que durante la realización de las obras se alteren los servicios existentes. En ningún caso tendrá derecho al cobro de las obras realizadas en sustitución o reparación de los servicios existentes y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

En el caso de tener que excavar cerca de zonas de servicios (aceras) se podrá optar entre excavación por "bataches" y métodos especiales de entibación o bien excavación normal y reposición de los servicios. En ningún caso la problemática citada podrá originar un sobreprecio del contrato ya que, por indicarse expresamente en el presente Pliego, el contratista habrá de incluir los citados conceptos en el cálculo de la proposición económica.

2.8.1.7. Otros gastos a cargo del contratista

Además de los gastos y tasas que se citan en las cláusulas 13 y 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, irán a cargo del contratista, si en este Pliego o en el contrato no se prevé explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la realización de los trabajos de replanteo.
- Gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria.
- Gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, instalaciones, herramientas, etc.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Gastos de protección de los materiales acopiados y de la propia obra contra todo deterioro.



- Gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para la ejecución de las obras, así como los derechos, tasas o impuestos de toma, contadores, etc.
- Gastos e indemnizaciones que se produzcan en las ocupaciones temporales.
- Gastos de explotación y utilización de préstamos, canteras y vertederos.
- Gastos de retirada de materiales rechazados, evacuación de restos, limpieza general de la obra y zonas adyacentes afectadas por la misma, etc.
- Gastos de permisos o licencias necesarias para la ejecución, excepto las correspondientes a la expropiación y a servicios afectados.
- Cualquier otro tipo de gasto no especificado se considerará incluido en los precios unitarios contratados.
- Será obligatoria la colocación a cargo del contratista de una valla perimetral provisional de protección, de características a definir por la Dirección Facultativa, que permanecerá hasta que la administración ordene su retirada.

2.8.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Limpieza del terreno

La medición y pago se realizarán por metros cuadrados (m²) realmente desbrozados y preparados.

El precio incluye la carga y transporte de los materiales al vertedero y todas las operaciones citadas en el apartado precedente y definidas en el Cuadro de Precios nº 1.

Simultáneamente a las operaciones de desbroce se podrá excavar la capa de tierra vegetal.

Las tierras vegetales se transportarán al vertedero o se llevarán a las zonas que indique la Dirección de la Obra a fin de ser empleadas para la formación de zonas verdes.



El transporte al vertedero o al lugar intermedio citado se considerará incluido en los precios unitarios del contrato.

Explicaciones, desmontes y vaciados.

Se medirá y abonará por metros cúbicos (m³) realmente excavados, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

No son abonables desprendimientos ni aumentos de volúmenes sobre las secciones que previamente se hayan fijado en este proyecto.

A efectos de las mediciones de movimientos de tierra, se entiende por metro cúbico (m³) de excavación el volumen correspondiente a esta unidad referido al terreno tal y como se encuentre donde se haya de excavar.

Se entiende por volumen de terraplén o relleno el que corresponde a estas obras después de ejecutadas y consolidadas, según lo que se prevea en estas condiciones.

En todos los casos, los huecos que queden entre excavaciones y fábricas, debidos a desprendimientos o por cualquier otro motivo, se deberán llenar con el mismo tipo de material, sin que el contratista reciba por ello ninguna cantidad adicional.

Asimismo, la realización del vaciado se llevará a término sin ningún incremento de costo.

En caso de duda sobre la determinación del precio de una excavación concreta, el contratista se atenderá a lo que decida el Director Facultativo, sin ajustarse a lo que, a efectos de valoración del presupuesto, figure en los presupuestos parciales del proyecto.

Se entiende que los precios de las excavaciones comprenden, además de las operaciones y gastos indicados, todos los auxiliares y complementarios, como son: instalaciones, suministro y consumo de energía para alumbrado y fuerza, suministro de agua, ventilación, utilización de toda clase de maquinaria con todos sus gastos y amortización, etc., así como los entorpecimientos producidos por las filtraciones o cualquier motivo.



Si el contratista, con la aprobación de la Administración, ejecuta menor volumen de excavación que el que resultare de las prescripciones fijadas, solamente se considerará de abono el volumen realmente ejecutado.

En caso de hallarse cimientos enterrados u otras construcciones, se considerará que se incluyan en el concepto amplio de excavación en todo tipo de terreno, objeto del precio definitivo.

Una vez realizadas todas las operaciones de movimiento de tierras, se realizará el vaciado, a fin de conseguir el acabado geométrico de toda la explanación, desmonte, vaciado o relleno.

Se comprobarán y rectificarán las alineaciones y rasantes, así como la anchura de las explanaciones, el refino de taludes de los desmontes y terraplenes, la limpieza y refino de cunetas y explanaciones en la coronación de desmontes y en el comienzo de taludes. Las operaciones de vaciado se considerarán incluidas en los precios de movimiento de tierras, por indicarse expresamente en el presente Pliego.

Rellenos y terraplenes

Se medirán y abonarán por metros cúbicos (m³) realmente ejecutados y compactados en su perfil definitivo, medidos por la diferencia entre los perfiles antes y después de los trabajos.

Cuando el material a utilizar provenga de las excavaciones, el precio del relleno incluirá la carga, compactación y transporte.

En caso de que el material provenga de préstamos, el precio correspondiente incluye la excavación, carga, transporte, tendido, compactación, nivelación y canon de préstamos correspondiente.

El Director de la obra podrá autorizar la excavación en determinadas parcelas, a fin de obtener materiales de préstamo. La citada excavación de préstamos en parcelas en ningún caso podrá rebajar el terreno de las mismas por debajo de las cotas de las aceras más próximas.

Cuando sea necesario obtener los materiales para formar los terraplenes de préstamos exteriores al polígono, el precio del terraplén incluirá el canon de extracción, carga, transporte a



cualquier distancia y el resto de operaciones necesarias para dejar totalmente acabada la unidad de terraplén. El contratista habrá de localizar las zonas de préstamos, obtener los permisos y licencias que sean necesarios y, antes de comenzar las excavaciones, habrá de someter a la aprobación del Director de obra las zonas de préstamos, a fin de determinar si la calidad de los suelos es suficiente. La necesidad de usar suelos seleccionados será a criterio del Director de obra, y no podrá ser objeto de sobreprecio, abonándose al único precio de relleno definido en el Cuadro de Precios n° 1.

Excavación de zanjas y pozos

Las excavaciones se considerarán no clasificadas y se definirán en un solo precio para cualquier tipo de terreno. La excavación especial de taludes en roca y la excavación de roca se abonarán al precio único definido de excavación.

El precio de las excavaciones comprende también los apeos y excavaciones por bataches que sean necesarios y el transporte de las tierras al vertedero a cualquier distancia. La Dirección de obra podrá autorizar, si es posible, la ejecución de sobreexcavaciones, a fin de evitar las operaciones de apuntalamiento; pero los volúmenes sobreexcavados no serán objeto de pago. La excavación de zanjas se abonará por metros cúbicos excavados, de acuerdo con la medición teórica de los planos del proyecto.

El precio correspondiente incluye el suministro, transporte, manipulación y uso de todos los materiales, maquinaria y mano de obra necesaria para su ejecución, la limpieza y desbrozado de toda la vegetación, la construcción de obras de desagües para evitar la entrada de aguas, la construcción de los apuntalamientos y apeos que se precisen, el transporte de los productos extraídos al lugar de uso, depósito o vertedero, las indemnizaciones que se precisen y el arreglo de las áreas afectadas.

En la excavación de zanjas y pozos será de aplicación el aviso sobre los precios de las excavaciones recogidos en el presente Pliego.

Cuando durante los trabajos de excavación aparezcan servicios existentes, independientemente de haberse contemplado o no en el Proyecto, los trabajos se ejecutarán manualmente para no alterar estas instalaciones, completándose la excavación con el apeo y suspensión en



buenas condiciones de las tuberías de agua, gas, alcantarillado, instalaciones eléctricas, telefónicas, etc., o cualquier otro servicio que sea preciso descubrir, sin que el contratista tenga ningún derecho a pago por estos conceptos.

Si por cualquier motivo fuera necesario ejecutar excavaciones de diferente altura o anchura que las definidas en el Proyecto, ello no será causa de nueva definición del precio.

2.9. ENSAYOS, ANÁLISIS Y PRUEBAS

Ensayos y análisis son las verificaciones que la Dirección de obra puede ordenar al Contratista que lleva a cabo con los materiales, elementos o unidades de obra.

La Administración podrá solicitar al contratista, en cualquier momento, la realización de cualquier análisis y ensayo.

Pruebas son las verificaciones que el Contratista, y siguiendo órdenes de la Dirección de la Obra, se compromete a realizar, a su costa, en el taller o en la obra, para demostrar las características de sus equipos y los rendimientos del proceso ofertado. El control de las pruebas podrá ser realizado por la Administración directamente, o bien mediante la contratación de una empresa especializada.

El Contratista presentará, en el Proyecto de Construcción, su Programa de Puntos de Inspección y Control en taller para los equipos mecánicos, eléctricos y de instrumentación y control. El Programa incluirá todos aquellos elementos que no sean de serie o que siéndolo, son de especial importancia para el funcionamiento de la estación depuradora. Del resto, el Contratista, sólo remitirá los protocolos de prueba que sean solicitados por la Dirección de la Obra.



II. MANTENIMIENTO, CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

2.10. OBJETO

En el presente capítulo se recogen las bases que regirán para la contratación de los Servicios de Mantenimiento, Conservación y Explotación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de la Región de Murcia, que comprende las instalaciones definidas a lo largo del presente proyecto, de manera que se asegure su funcionamiento y se efectúen cuantas labores de mantenimiento y conservación sean precisas.

2.11. GENERALIDADES

Los servicios obligatorios que ha de realizar el contratista son:

- a. Mantener el funcionamiento normal de la estación de forma ininterrumpida y consiguiendo en todo momento unos índices de depuración que correspondan, como mínimo, a los requerimientos previstos en el proyecto constructivo de la EDAR, y recogidos en el Anexo I.
- b. Retirar en las debidas condiciones higiénicas, transportar y verter en los lugares adecuados las grasas, arenas y residuos de Pozo de gruesos, rejillas y tamices recogidos en la planta.
- c. Desecar los lodos producidos hasta alcanzar el límite de humedad indicado en el Anexo I, para que puedan ser retirados fácilmente y sin olores por el contratista.
- d. Conservar en perfecto estado todos los elementos de la planta e instalaciones anejas.
- e. Mantener adecuadamente todas las instalaciones y equipos de la EDAR e instalaciones anejas. Deberá suscribir los correspondientes contratos de mantenimiento con empresas homologadas, de los elementos e instalaciones de la planta, conforme a la legislación vigente.
- f. Reparar o reponer todos los elementos averiados y deteriorados de las instalaciones e instalaciones anejas.
- g. Adquirir a su costa todos los materiales, productos y suministros precisos para el debido mantenimiento, conservación y explotación.



- h. Conservar y mantener en perfecto estado todas las instalaciones existentes de control, automatismo e información de la planta. A tal fin deberán suscribir los correspondientes contratos de mantenimiento.
- i. Mantener en perfecto estado de limpieza y pintura todos los elementos e instalaciones de la EDAR.
- j. Conservar en las debidas condiciones, todos los elementos anejos a la EDAR, tales como los jardines, caminos interiores y edificaciones auxiliares.
- k. Suscribir una póliza de responsabilidad civil con cobertura suficiente por siniestro y patronal para cada anualidad.
- l. Registrar y analizar las características de los parámetros que definen el proceso de las líneas de agua, fangos y auxiliares para su debido control y funcionamiento.
- m. Comunicar a los Servicios Técnicos del Ayuntamiento correspondiente de forma inmediata, cualquier incidencia que afecte a las instalaciones de depuración.
- n. Enviar a los Servicios Técnicos del Ayuntamiento correspondiente la información que éstos soliciten sobre el funcionamiento de la planta y con la periodicidad que se determine.
- o. Cuantas operaciones y cuidados sean necesarios para cumplir con el fin iniciado en el apartado a).

2.12. CAUDALES, ÍNDICES Y CONDICIONES DE DEPURACIÓN

Como características medias de las aguas a tratar, se tomarán las indicadas en el Anexo I, (recogidas de la resolución de autorización de vertido de las aguas residuales según el Real Decreto 1620/2007 de Reutilización de las Aguas). Las características principales serán las siguientes:

Caudal máximo puntual (l/s): 538,19

Caudal máximo diario (m³/día): 46.500

Volumen anual (hm³/año): 16,97

Además, se deben cumplir las siguientes condiciones:



- En caso de lluvias se disponen los correspondientes aliviaderos en pretratamiento en planta, por lo que se tratarán los caudales recogidos en el proyecto de la EDAR.
- El concesionario tratará toda el agua que pueda absorber la depuradora dentro del caudal máximo que pueda absorber la misma según sus condiciones técnicas.
- La buena marcha de la depuración se comprobará por determinación de los índices recogidos en el Anexo I.
- El contenido de humedad de los lodos una vez desecados, y el % en peso de materia volátil, deberán conseguir los porcentajes indicados en el Anexo I.
- Las determinaciones a las que se refieren los dos puntos anteriores, se harán de acuerdo con los métodos de análisis de la American Public Health Association, o con aquéllos que el Departamento Técnico del Ayuntamiento decida para cada caso específico.
- La Dirección Técnica del Ayuntamiento podrá ordenar o realizar otros ensayos, para un mejor conocimiento de la marcha de la depuración.
- Será obligación y a cuenta del adjudicatario, la retirada de las arenas, grasas, residuos del pozo de gruesos, rejillas y tamices, recogidos en la planta, así como su transporte y depósito en vertederos autorizados.
- En el caso de que aparezcan en las aguas residuales sustancias o materias perturbadoras de los procesos de tratamiento o digestión, se comunicará inmediatamente su presencia a los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, que determinará si se está en el caso de suspender temporal o parcialmente, alguna de las fases del proceso de tratamiento.

2.13. ENSAYOS Y ANÁLISIS

En el laboratorio instalado en la planta, el adjudicatario deberá llevar a cabo cuantos ensayos y análisis sean precisos para el seguimiento de la depuración, para lo cual proveerá el personal, aparatos y reactivos necesarios.

Se deben realizar, como mínimo, las siguientes determinaciones:

- Sólidos totales que contiene el agua bruta y el efluente.
- Sólidos sedimentables que contiene el agua bruta y el efluente.



- Sólidos en suspensión del agua bruta y efluente.
- Contenidos de materia orgánica y mineral de lodos.
- DBO5 con/sin inhibidor Nitrificación.
- DBO5 disuelto.
- Residuo seco.
- Demanda química de oxígeno
- Medición del pH y temperatura en lodos y aguas.
- Conductividad.
- Oxígeno disuelto.
- Índice volumétrico de lodos (I.V.L)
- Nitrógeno amoniacal.
- Nitrógeno-nitratos.
- Nitrógeno-nitritos.
- Fósforo-ortofosfatos.

El control del efluente se realizará en los puntos de control, con la periodicidad y demás requisitos de la Resolución de Autorización de Vertido de una EDAR.

Por su parte, los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, podrán encargar al laboratorio de la planta o a otros laboratorios, cuantos ensayos y análisis juzguen necesarios para comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en los Capítulos II y III de estas Bases, o para estudiar la posibilidad de mejoras en el rendimiento y funcionamiento de las instalaciones.

En el caso de que el contratista no estuviera de acuerdo con el resultado de los análisis efectuados por los Servicios del Ayuntamiento se podrá acudir al arbitraje de un laboratorio oficial elegido de común acuerdo por las partes. Los gastos de los análisis de arbitraje serán por cuenta del contratista si no tuviera razón.



El contratista previa autorización de los Servicios Técnicos, podrá montar instalaciones experimentales para ensayar posibilidades de mejora en los rendimientos o calidades de las aguas tratadas o de los lodos, ateniéndose para ello a las condiciones que dicho servicio le señale. Asimismo, colaborará en el montaje de instalaciones de este tipo, si se llevasen a cabo por iniciativa del Ayuntamiento por terceros autorizados por ésta.

2.14. PERSONAL

El adjudicatario deberá disponer del personal preciso para garantizar la correcta realización, en todo momento de las labores de explotación, mantenimiento y conservación de la planta. Al frente del personal y para todas las relaciones con los Servicios Técnicos del Ayuntamiento se hallará un titulado superior, especializado en el tratamiento de aguas residuales.

El resto del personal de la empresa concesionaria, tendrá una formación profesional y experiencia, acordes con las funciones que vayan a tener encomendadas.

El explotador distribuirá el personal en los oportunos turnos de trabajo, de tal forma que se cubran todos los días del año.

La variación y sustitución del personal deberá ser razonada y puesta en conocimiento de los servicios Técnicos Municipales antes de proceder a la misma.

La empresa adjudicataria deberá subrogar al personal que actualmente está adscrito al presente servicio.

Para atender las necesidades e incidencias que se presenten en la estación depuradora, el contratista dispondrá por su cuenta de los vehículos que estimen necesarios.

El personal deberá atender con toda corrección a los representantes del Departamento Técnico Municipal, en cuantas visitas, inspecciones y trabajos efectúen en las instalaciones, proporcionándoles asimismo, todos los datos o detalles que soliciten.

Todo el personal que emplee el adjudicatario para la prestación del servicio, deberá percibir, como mínimo, los haberes o jornales fijados en las correspondientes reglamentaciones laborales y estará en todo momento al corriente de sus obligaciones tributarias y Seguridad Social.



El Ayuntamiento no tendrá relación de ningún tipo con el personal, ni durante la vigencia del contrato ni a su terminación.

Todo el personal de la contrata, que de servicio en la planta, cuyo mantenimiento, conservación y explotación es objeto del contrato, deberá actuar correctamente uniformado e identificado.

Aparte del personal vinculado al contratista y al Departamento Técnico del Ayuntamiento, no se permitirá la entrada en las instalaciones a ninguna otra persona que no vaya provista de una autorización expresa y nominal, expedida para cada caso concreto por el departamento citado.

2.15. MATERIALES, REPOSICIONES Y SUMINISTROS

El contratista queda obligado a disponer en las instalaciones de todos los materiales, aparatos, herramientas y repuestos necesarios para su funcionamiento normal y para las reparaciones de rutina.

El contratista vendrá obligado a la introducción de las mejoras y complementaciones que a continuación se detallan:

- a. Material de oficina, taller, etc., necesarios.
- b. Equipamento e instrumentación del laboratorio para poder efectuar todos los análisis previstos y, en especial, los señalados en las condiciones de los ensayos.
- c. Equipos de seguridad de forma que se cumplan las normas vigentes sobre seguridad e higiene en el trabajo.

En los quince primeros días desde la fecha de comienzo de los servicios del contratista, se procederá por éste y por los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, a redactar un inventario contradictorio de todos los materiales, aparatos, herramientas y repuestos que existen en la Estación Depuradora y demás instalaciones.

El contratista repondrá cuantos elementos incluidos en el inventario se consuman, deterioren o desaparezcan, manteniendo éste al día. Podría, por su parte, aumentar a su costa el número



y clase de repuestos si lo considera conveniente para el buen funcionamiento de las instalaciones, incluyéndose también en el inventario.

Serán de cuenta del contratista todos los suministros de productos fungibles necesarios para el debido mantenimiento de la estación y su funcionamiento correcto, debiendo tener acopiados en el almacén los suficientes, para hacer frente a cualquier eventualidad que se puede presentar en la entrega de productos por los respectivos abastecedores.

Serían por cuenta del Ayuntamiento los siguientes suministros:

- a. Los gastos derivados de aquellas pruebas o ensayos que tengan por objeto la mejora de los rendimientos, o la mejor adaptación de las instalaciones a las nuevas disposiciones legales, salvo que los mismos hubieran sido ofertados por el licitador como mejoras, y, por tanto, incorporados al objeto del contrato.
- b. El consumo de cloro para adicionar al efluente en aquellos casos que determine la Dirección del Ayuntamiento, que será abonado por la administración en la certificación correspondiente.

Serán por cuenta del contratista los productos químicos necesarios para el funcionamiento de la planta.

Los gastos de consumo eléctrico ocasionado por el funcionamiento de la Estación Depuradora, o estaciones depuradoras, en su caso, e instalaciones anejas serán por cuenta del contratista.

2.16. PARADAS Y AVERÍAS

La planta operará bajo el principio de mantenimiento preventivo, planeado para evitar roturas de índole mecánica, paros generales por reparación de elementos esenciales, y conseguir una operación de la instalación en proceso continuo.

En principio, y dadas las características constructivas de la planta, se prevén paradas generales de la planta para realizar el mantenimiento en el pozo de bombeo de agua bruta. Estas podrán ser acordadas por el Ayuntamiento, previa solicitud razonada del explotador.



Anualmente se realizará, en colaboración con el Ayuntamiento, una inspección sobre el estado de mantenimiento de las instalaciones, del que se realizará un informe escrito.

El contratista deberá reparar rápidamente y a su costa, cuantos desperfectos y averías se produzcan en las instalaciones.

Siempre que sea posible, las reparaciones se harán en la propia estación, excepto aquellas de especial importancia que requieran la sustitución de elementos complejos o el traslado de los elementos averiados a taller.

Las reparaciones de elementos de la planta que impidan la continuidad del funcionamiento normal de ésta, se harán en el plazo máximo de 48 horas. Si se trata de elementos disponibles en el mercado y no pueden repararse en el plazo citado, serán reemplazados de manera provisional por otros similares en tanto se repara el averiado, previa conformidad de los Servicios Técnicos del Ayuntamiento y a cargo del contratista.

Si hubiera imposibilidad de reparar o sustituir la máquina averiada en el plazo citado, el contratista se atenderá estrictamente a lo que ordenen los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, procediendo en todo caso con la mayor diligencia.

2.17. MEJORAS Y AMPLIACIONES

El contratista podrá proponer toda clase de mejoras a su costa durante la vigencia del contrato, y el Servicio Técnico del Ayuntamiento será libre para aceptarlas o no. En el caso de su aceptación, no producirán modificación del respectivo canon, aún cuando den lugar a economías en los gastos de mantenimiento, conservación o explotación.

2.18. INSPECCIÓN Y VIGILANCIA

El contratista adjudicatario deberá atender con toda solicitud a cuantas órdenes dicten los Servicios Técnicos del Ayuntamiento, a cuyo fin existirá en la Estación un libro de órdenes foliado, firmado y sellado por la Dirección de dichos Servicios, a los cuales podrá acudir el contratista en caso de disconformidad con alguna orden dentro del plazo máximo de 24 horas.



Para la debida comprobación del cumplimiento de las condiciones de este Pliego de Bases y de las órdenes del Servicio Técnico del Ayuntamiento, éste designará los técnicos que crean convenientes, dando cuenta de ello por escrito al contratista.

2.19. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA

Además de todos los gastos necesarios para el cumplimiento de lo establecido en este Pliego de Bases, serán también por cuenta del contratista los que se originen por el montaje, desmontaje y retirada de cualquier clase de instalaciones, los de protección de materiales, seguridad tanto de personas al servicio de la planta como visitantes, como equipos e instalaciones, daño e incendio; los de conservación y reparación de caminos, jardines, pasarelas y desagües; los que afecten a la limpieza general de la planta, los ocasionados por la corrección de las deficiencias que se pongan de manifiesto en las inspecciones, ensayos y pruebas sobre la marcha de la instalación y el estado de sus elementos.

También serán a costa del contratista, todos los gastos de teléfono, luz, agua y similares de las edificaciones e instalaciones adscritas a los servicios concedidos y de las nuevas aportadas por el concesionario, así como tributos e impuestos que legalmente sean exigibles a la concesión, así como aquellos otros que lo sean en el futuro.

En especial, será a costa del adjudicatario, el canon de control de vertidos a satisfacer al Organismo de la Región de Murcia.

Asimismo, serán de cuenta del contratista, los gastos ocasionados por la suscripción de la póliza de seguro de responsabilidad civil con una cobertura mínima por siniestro y patronal para cada anualidad. Esta póliza deberá suscribirse durante el primer mes de prestación del servicio.

De igual modo, deberá asegurarse la depuradora contra incendios, robos, vandalismo, rayos, inundaciones y demás contingencias asegurables, con una póliza de seguro de multirriesgo.

Además, el concesionario será responsable de las sanciones impuestas por la Confederación Hidrográfica del Segura por la realización de vertidos irregulares, salvo que se acredite la im-



posibilidad de evitar el vertido, bajo las condiciones de la instalación e infraestructuras existentes.

Serán también de cuenta del contratista los gastos de otorgamiento del contrato de adjudicación, incluso los correspondientes impuestos, los de anuncios y los de cuantos recargos o impuestos sean inherentes a la prestación del servicio y tramitación de documentos que a él se refieran incluso los del Impuesto del Valor Añadido (IVA).



3. ANEXOS

3.1. ANEXO 1. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA EDAR

3.1.1. DATOS GENERALES

Caudales

Caudal medio horario	2.000 m ³ /h
Caudal medio diario	31.000 m ³ /día

Contaminación de las aguas a tratar

Concentración de SS en la entrada a la planta (mg/l)	548
Concentración de DBO	588
Concentración de N en la entrada a la planta (mg/l)	58
Concentración de P en la entrada a la planta (mg/l)	11

Resultados a obtener tras el tratamiento

Concentración de SS en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de DBO	25
Concentración de DQO en la salida de la planta (mg/l O)	125
Concentración de N en la salida de la planta (mg/l)	10
Concentración de P en la salida de la planta (mg/l)	1
Concentración de Escherichia coli en la salida de la planta (UFC/100 ml)	0
Concentración de Nematodos en la salida de la planta (huevo/10l)	1
Concentración de Legionella spp en la salida de la planta (mg/l)	No se fija límite
Turbidez (UNT)	2

PRESUPUESTO



ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Mediciones	1
2. Cuadro de precios nº1.....	22
3. Cuadro de precios nº2.....	28
4. Presupuesto parcial.....	31
5. Presupuesto general.....	53

MEDICIONES



1. MEDICIONES DE OBRA CIVIL

1.1. MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1.1.1	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, y transporte hasta zona de vertido de desechos			
	Longitud Anchura			
	100 150	15.000	m	1
1.1.2	Excavación de terrenos de modelado de la parcela a cielo abierto mediante medio mecánicos.			
	Longitud Anchura Profundidad			
	100 100 0,50	5.000	m	1
1.1.3	Relleno de terraplenes y compactación del terreno			
	Longitud Anchura Profundidad			
	100 150 0,30	4.500	m	1



1.2. INSTALACIONES RECEPTORAS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
Obra de llegada				
1.2.1	Excavación de pozo			
	Longitud Anchura Profundidad			
	5 3 2	30,00	m	1
1.2.2	Excavación canalizaciones de tuberías			
	Longitud Anchura Profundidad			
	10 1 0,80	6,40	m	1
1.2.3	Hormigonado del pozo			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	5 3 2,00 0,20	9,40	m	1



1.3. PRETRATAMIENTO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
--------	-------------	----------	------------------	--------------------

Pozo de gruesos

1.3.1 Excavación de pozo

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
11	15	3	416,99	m	1

1.3.2 Excavación canalizaciones de tuberías

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
4	1	0,70	1,96	m	1

1.3.3 Hormigonado del pozo

Longitud	Anchura	Profundidad	Espesor de la pared	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
11	15	2,50	0,20	59,40	m	1

Desbaste

1.4.1 Excavación de pozo del canal único de desbaste de gruesos

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
4	1	1	2,81	m	1

1.4.2 Excavación canalizaciones de tuberías

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
3	1	0,70	1,47	m	1



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1.4.3	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de gruesos			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	4 1 0,79 0,20	2,26	m	1
1.4.4	Excavación de pozo del canal único de desbaste de finos			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 1 1	2,81	m	1
1.4.5	Excavación canalizaciones de tuberías			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 1 0,70	1,96	m	1
1.4.6	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de finos			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	4 1 0,89 0,20	2,34	m	1
Tamizado				
1.5.1	Excavación canalización de la tubería principal			
	Longitud Anchura Profundidad			
	12 1 1	5,88	m	1
1.5.2	Hormigonado del suelo sobre el que se sustenta el proceso de tamizado			
	Longitud Anchura Espesor			
	15 8 0,3	120,00	m	1



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
Desarenado				
1.6.1	Excavación del pozo del desarenador			
	Longitud Anchura Profundidad			
	15 2 4	124,88	m	1
1.6.2	Hormigonado del pozo del desarenador			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	15 2 3,75 0,20	32,49	m	1
1.6.3	Excavación canalizaciones de tuberías			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 0 0,25	0,25	m	4



1.4. TRATAMIENTO PRIMARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
Coagulación-Floculación				
1.7.1	Excavación del pozo de arqueta de fase de coagulación			
	Longitud Anchura Profundidad			
	3 3 3	15,63	m	4
1.7.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de coagulación			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 0 0,25	0,25	m	4
1.7.3	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de coagulación			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	3 3 2,50 0,20	6,25	m	4
1.7.4	Excavación del pozo de arqueta de fase de floculación			
	Longitud Anchura Profundidad			
	3 3 3	15,63	m	4
1.7.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de floculación			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 0 0,25	0,25	m	4
1.7.6	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de floculación			



Longitud	Anchura	Profundidad	Espesor de la pared			
3	3	2,50	0,20	6,25	m	4

Decantación primaria

1.8.1 Excavación del pozo de cada decantador primario

Diámetro	Profundidad					
22	3			1.250,08	m	4

1.8.2 Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación primaria

Longitud	Anchura	Profundidad				
4	0	0,25		0,25	m	4

1.8.3 Hormigonado del pozo de cada decantador primario

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared				
22	3	0,20		14,38	m	4



1.5. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
Reactor biológico				
1.9.1	Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación previa			
	Longitud Anchura Profundidad			
	42 14 4	2.315,74	m	4
1.9.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 0 0,25	0,25	m	4
1.9.3	Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación previa			
	Diámetro Profundidad Espesor de la pared			
	42 14 4,00 0,20	204,70	m	4
1.9.4	Excavación del pozo de la balsa de nitrificación			
	Longitud Anchura Profundidad			
	43 14 4	2.408,90	m	4
1.9.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso			
	Longitud Anchura Profundidad			
	4 0 0,25	0,25	m	4
1.9.6	Hormigonado del pozo de la balsa de nitrificación			
	Diámetro Profundidad Espesor de la pared			
	43 14 4,00 0,20	211,12	m	4

**1.9.7** Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación posterior

Longitud	Anchura	Profundidad				
57	19	4	4.328,20	m	4	

1.9.8 Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso

Longitud	Anchura	Profundidad				
4	0	0,25	0,25	m	4	

1.9.9 Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación posterior

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared				
43	19	4,00	0,20	259,80	m	4

1.9.10 Excavación del pozo de la balsa de reaireación

Longitud	Anchura	Profundidad				
57	19	4	4.328,20	m	4	

1.9.11 Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso

Longitud	Anchura	Profundidad				
4	0	0,25	0,25	m	4	

1.9.12 Hormigonado del pozo de la balsa de reaireación

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared				
43	19	4,00	0,20	259,80	m	4

Decantación secundaria**1.10.1** Excavación del pozo de cada decantador secundario

Diámetro	Profundidad					
22	3	1.250,08	m	4		

**1.10.2** Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación secundaria

Longitud	Anchura	Profundidad				
4	0	0,25	0,25	m		4

1.10.3 Hormigonado del pozo de cada decantador secundario

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared				
22	3	0,20	14,38	m		4



1.6. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
--------	-------------	----------	------------------	--------------------

Cloración

1.11.1 Excavación del pozo de la balsa de cloración

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
19	10	4	749,62	m	1

1.11.2 Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de cloración

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
3	1	0,70	1,47	m	1

1.11.3 Hormigonado del pozo de la balsa de cloración

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
19	10	0,20	83,94	m	1

Filtración

1.12.1 Excavación del pozo del proceso de filtración, donde irán emplazados los filtros de arena

Diámetro	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
15	10	1.678,79	m	1

1.12.2 Excavación del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
3	3	1,50	13,50	m	1



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1.12.3	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte hasta la arqueta de entrada del proceso de cloración			
	Longitud Anchura Profundidad			
	5 1 0,70	2,45	m	1
1.12.4	Hormigonado del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración			
	Diámetro Profundi- Espesor de			
	dad la pared			
	3 3 0,20	5,40	m	1
1.12.5	Hormigonado del pozo de la arqueta de salida del proceso de filtración (No se requiere ninguna excavación en el pozo de la arqueta de salida pues irá instalada sobre el fondo del gran pozo excavado para el tratamiento)			
	Diámetro Profundi- Espesor de			
	dad la pared			
	3 3 0,20	5,40	m	1
1.12.6	Hormigonado de la pared y la base del pozo de situación de los filtros de arena			
	Diámetro Profundi- Espesor de			
	dad la pared			
	15 10 0,20	142,50	m	1



1.7. LÍNEA DE FANGOS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
--------	-------------	----------	------------------	--------------------

Espesamiento por gravedad

1.13.1 Excavación del depósito de espesamiento

Diámetro	Profundidad			
27	3	1.872,26	m	1

1.13.2 Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos

Longitud	Anchura	Profundidad		
7	1	0,70	3,43	m 1

1.13.3 Hormigonado del depósito de espesamiento

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared		
27	3	0,20	176,58	m 1

Digestión aerobia

1.14.1 Excavación del pozo del depósito de espesamiento

Longitud	Anchura	Profundidad		
79	40	4	12.594,43	m 1



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1.14.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos			
	Longitud Anchura Profundidad			
	7 1 0,70	3,43	m	1
1.14.3	Hormigonado del pozo del depósito de espesamiento			
	Longitud Anchura Profundidad Espesor de la pared			
	79 40 4,00 0,20	820,17	m	1
Deshidratación mediante Eras de secado				
1.15.1	Excavación del hueco de la era de secado			
	Longitud Anchura Profundidad			
	9 4 2	56,31	m	20
1.15.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos			
	Longitud Anchura Profundidad			
	7 1 0,70	3,43	m	1
1.15.3	Hormigonado de la era de secado			
	Diámetro Profundidad Espesor de la pared			
	9 4 0,20	15,31	m	20



1.8. APOORTE DEL AGUA EFLUENTE

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
--------	-------------	----------	------------------	--------------------

Aporte a aguas subterráneas

- 1.16.1** Excavación del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas

Diámetro	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1	250	110,45	m3	1

- 1.16.2** Hormigonado del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas

Diámetro	Profundidad	Espesor de la pared	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
1	250	0,10	18,75	m3	1

Aporte al río Segura

- 1.16.1** Excavación del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas

Longitud	Anchura	Profundidad	Medición	Unidad de medida	Número de unidades
50	0,70	0,70	24,50	m3	1



1. MEDICIONES DE EQUIPOS MECÁNICOS

1.1. INSTALACIONES RECEPTORAS Y PRETRATAMIENTO

Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
INSTALACIONES RECEPTORAS				
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Aliviadero y By-Pass: Puerta de función con apertura mecanizada	0,55	kW	1	0,55
Retorno: Puerta de función con apertura mecanizada	0,55	kW	1	0,55
TOTAL INSTALACIONES RECEPTORAS				1,65

PRETRATAMIENTO

Pozo de gruesos

Motor de la grúa de transporte de la cuchara bivalva	1,5	kW	1	1,5
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Compuerta de salida motorizada de sección 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55

Desbaste

Motor de la reja de gruesos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal	0,55	kW	1	0,55
Motor de la reja de finos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal	0,55	kW	1	0,55
Motor cinta transportadora de los residuos extraídos en las rejillas de finos hasta el contenedor	0,55	kW	1	0,55

Desarenado y desengrasado



Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	4	2,2
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	4	2,2
Motor puente desarenador de anchura 2,22m	4	kW	4	16
Bomba de arenas de 130m ³ /h	0,75	kW	4	3
Soplantes de desarenado	0,75	kW	4	3
Concentrador de arenas de 6m ³ /h	0,75	kW	1	0,75
Concentrador de grasas de 1,5x1,5x3m	0,75	kW	1	0,75
Motor cinta transportadora de los residuos extraídos en la rampa de desengrasado	0,55	kW	1	0,55
TOTAL PRETRATAMIENTO (kW)				32,7



1.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
TRATAMIENTO PRIMARIO				
Coagulación-Floculación				
Compuerta motorizada de reparto a arquetas de coagulación de 0,139 m de lado, de fundición	0,55	kW	4	2,2
Bomba de descarga de coagulante	0,75	kW	1	0,75
Bomba de dosificación de coagulante	0,18	kW	4	0,72
Bomba de descarga de alcali	0,75	kW	1	0,75
Bomba de dosificación de alcali	0,18	kW	4	0,72
Agitador de arquetas de coagulación para 16,67 m ³ de mezcla	2,5	kW	4	10
Floculación				
Bomba de dosificación de polielectrolito	0,75	kW	1	0,75
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,139 m de lado	0,55	kW	4	2,2
Agitador de arquetas de coagulación para 250 m ³ de mezcla	2,5	kW	4	10
Decantación primaria				
Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición	0,55	kW	4	2,2
Motor puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m	2,5	kW	4	10
Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h	0,55	kW	8	4,4
TOTAL PRIMARIO (kW)				44,69



1.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
TRATAMIENTO SECUNDARIO				
Reactor biológico				
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Desvío de las efluentes en la salida del tratamiento secundario	0,75	kW	1	0,75
Equipo de soplado de aire de la balsa de nitrificación	0,75	kW	4	3
Bomba de purga de fangos en exceso de 25 m ³ /h	0,55	kW	4	2,2
Bomba de recirculación de fangos de 100 m ³ /h	0,75	kW	4	3
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Agitador de la balsa anóxica previa	1,5	kW	12	18
Decantación secundaria				
Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición	0,55	kW	4	2,2
Puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m	4	kW	4	16
Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h	0,55	kW	4	2,2
TOTAL SECUNDARIO (kW)				48,45



1.4. TRATAMIENTO TERCIARIO

Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
TRATAMIENTO TERCIARIO				
Cloración				
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Grúa de transporte de tanques de cloro	1,5	kW	1	1,5
Evaporador	5	kW	1	5
Bomba auxiliar	0,55	kW	1	0,55
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Filtración				
Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
Soplante de lavado de filtros 7 mca	0,55	kW	2	1,1
Bomba de contralavado de filtros	0,55	kW	1	0,55
Agitador vertical de la arqueta de fango	2,5	kW	2	5
Bomba de evacuación de fangos de contralavado de presión 20 mca	0,55	kW	1	0,55
Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	0,55	kW	1	0,55
TOTAL TERCIARIO (kW)				16,45



1.5. LÍNEA DE FANGOS

Elemento	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Potencia total (kW)
LÍNEA DE FANGOS				
Espesamiento por gravedad				
Sistema de arrastre de fangos diametral	4	kW	1	4
Motor de baja potencia	0,55	kW	1	0,55
Bomba de extracción de fangos espesados, de tipo tornillo sinfin y cierre por neopreno, capaz de soportar el paso sólidos de altas densidades	0,75	kW	2	1,5
Digestión Aerobia				
Agitador de arqueta de mezcla de fangos vertical de hélice de acero inoxidable	0,55	kW	1	0,55
Bomba de alimentación de digestores de cierre mecánico	0,55	kW	2	0,55
Sistema de agitación de digestores primarios	0,75	kW	2	0,55
Soplantes de gas de digestión a consumidores	0,55	kW	2	0,55
Deshidratación mediante eras de secado				
Bombas de impulsión de fangos hasta las Eras de Secado	0,75	kW	2	0,55
Bombas de evacuación del residuo filtrado	0,55	kW	2	0,55
TOTAL LÍNEA DE FANGOS (kW)				9,35

CUADRO DE PRECIOS N°1



Código	Medición	Unidad de medida	Precio Unitario
MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS			
1.1.1	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, y transporte hasta zona de verido de desechos.	m3	3,95
1.1.2	Excavación de terrenos de modelado de la parcela a cielo abierto mediante medio mecánicos.	m3	36,25
1.1.3	Relleno de terraplenes y compactación del terreno	m3	3,75
INSTALACIONES RECEPTORAS			
Obra de llegada			
1.2.1	Excavación de pozo	m3	36,25
1.2.2	Excavación canalizaciones de tuberías	m3	2,54
1.2.3	Hormigonado del pozo	m3	72,25
PRETRATAMIENTO			
Pozo de gruesos			
1.3.1	Excavación de pozo	m3	36,25
1.3.2	Excavación canalizaciones de tuberías	m3	36,25
1.3.3	Hormigonado del pozo	m3	72,25
Desbaste			
1.4.1	Excavación de pozo del canal único de desbaste de gruesos	m3	36,25
1.4.2	Excavación canalizaciones de tuberías	m3	36,25
1.4.3	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de gruesos	m3	72,25
1.4.4	Excavación de pozo del canal único de desbaste de finos	m3	36,25
1.4.5	Excavación canalizaciones de tuberías	m3	36,25
1.4.6	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de finos	m3	72,25
Tamizado			
1.5.1	Excavación canalización de la tubería principal	m3	36,25



Código	Medición	Unidad de medida	Precio Unitario
1.5.2	Hormigonado del suelo sobre el que se sustenta el proceso de tamizado	m3	72,25
	Desarenado		
1.6.1	Excavación del pozo del desarenador	m3	36,25
1.6.2	Hormigonado del pozo del desarenador	m3	72,25
1.6.3	Excavación canalizaciones de tuberías	m3	36,25
	TRATAMIENTO PRIMARIO		
	Coagulación-Floculación		
1.7.1	Excavación del pozo de arqueta de fase de coagulación	m3	36,25
1.7.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de coagulación	m3	36,25
1.7.3	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de coagulación	m3	72,25
1.7.4	Excavación del pozo de arqueta de fase de floculación	m3	36,25
1.7.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de floculación	m3	36,25
1.7.6	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de floculación	m3	72,25
	Decantación primaria		
1.8.1	Excavación del pozo de cada decantador primario	m3	36,25
1.8.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación primaria	m3	36,25
1.8.3	Hormigonado del pozo de cada decantador primario	m3	72,25
	TRATAMIENTO SECUNDARIO		
	Reactor biológico		
1.9.1	Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación previa	m3	36,25
1.9.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	m3	36,25
1.9.3	Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación previa	m3	72,25
1.9.4	Excavación del pozo de la balsa de nitrificación	m3	36,25



Código	Medición	Unidad de medida	Precio Unitario
1.9.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	m3	36,25
1.9.6	Hormigonado del pozo de la balsa de nitrificación	m3	72,25
1.9.7	Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación posterior	m3	36,25
1.9.8	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	m3	36,25
1.9.9	Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación posterior	m3	72,25
1.9.10	Excavación del pozo de la balsa de reaireación	m3	36,25
1.9.11	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	m3	36,25
1.9.12	Hormigonado del pozo de la balsa de reaireación	m3	72,25
Decantación secundaria			
1.10.1	Excavación del pozo de cada decantador secundario	m3	36,25
1.10.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación secundaria	m3	36,25
1.10.3	Hormigonado del pozo de cada decantador secundario	m3	72,25
TRATAMIENTO TERCARIO			
Cloración			
1.11.1	Excavación del pozo de la balsa de cloración	m3	36,25
1.11.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de cloración	m3	36,25
1.11.3	Hormigonado del pozo de la balsa de cloración	m3	72,25
Filtración			
1.12.1	Excavación del pozo del proceso de filtración, donde irán emplazados los filtros de arena	m3	36,25
1.12.2	Excavación del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración	m3	36,25
1.12.3	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte hasta la arqueta de entrada del proceso de cloración	m3	36,25
1.12.4	Hormigonado del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración	m3	72,25



Código	Medición	Unidad de medida	Precio Unitario
1.12.5	Hormigonado del pozo de la arqueta de salida del proceso de filtración (No se requiere ninguna excavación en el pozo de la arqueta de salida pues irá instalada sobre el fondo del gran pozo excavado para el tratamiento)	m3	72,25
1.12.6	Hormigonado de la pared y la base del pozo de situación de los filtros de arena	m3	72,25
LÍNEA DE FANGOS			
Espesamiento por gravedad			
1.13.1	Excavación del depósito de espesamiento	m3	36,25
1.13.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	m3	36,25
1.13.3	Hormigonado del depósito de espesamiento	m3	72,25
Digestión Aerobia			
1.14.1	Excavación del pozo del depósito de espesamiento	m3	36,25
1.14.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	m3	36,25
1.14.3	Hormigonado del pozo del depósito de espesamiento	m3	72,25
Deshidratación mediante eras de secado			
1.15.1	Excavación del hueco de la era de secado	m3	36,25
1.15.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	m3	36,25
1.15.3	Hormigonado del hueco de la era de secado	m3	72,25
APORTE DE LAS AGUAS EFLUENTES			
Aporte a aguas subterráneas			
1.16.1	Excavación del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas	m3	36,25
1.16.2	Hormigonado del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas	m3	72,25
Aporte al río Segura			



Código	Medición	Unidad de medida	Precio Unitario
1.17.1	Excavación canalización de la tubería de transporte hasta la orilla del río	m3	36,25

CUADRO DE PRECIOS N°2



1. UNIDADES DE OBRA CIVIL

Código	Unidad de medida	Unidad de obra	Importe (€)
2.1	m	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, y transporte hasta zona de vertido de desechos.	
		Concepto 1. Retirada de plantas y elementos superficiales (piedras, arenas, árboles, lagunas, ...).	2,75
		Concepto 2. Transporte de los elementos retirados hasta vertedero autorizado más próximo.	1,2
		TOTAL	3,95 €
2.2	m	Relleno de terraplenes y compactación del terreno.	
		Concepto 1. Alquiler de maquinaria de excavación incluyendo personal operativo.	3,5
		Concepto 2. Compra de tierras adicionales para relleno.	1,25
		TOTAL	4,75 €
2.3	m	Excavación general de terrenos, de tierras generalmente arcillosas, y de situación de roca madre suficientemente profunda para no necesitar medios más drásticos de excavación.	
		Concepto 1. Alquiler de maquinaria de excavación incluyendo personal operativo.	22,5
		Concepto 2. Transporte de los elementos retirados hasta vertedero autorizado más próximo.	13,75
		TOTAL	36,25 €



2.4	m	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, y transporte hasta zona de vertido de desechos.	
		Concepto 1. Alquiler de maquinaria de excavación incluyendo personal operativo.	2,75
		Concepto 2. Salario operarios.	1,25
		Concepto 3. Coste del acero de aplicación de tipo B 400 S de 450 MPa.	14,5
		Concepto 4. Coste del hormigón de aplicación de resistencia de 450 MPa.	53,75
		TOTAL	72,25 €

PRESUPUESTOS PARCIALES



1. PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL

1.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.1.1	Desbroce y limpieza del terreno con medios mecánicos, y transporte hasta zona de verido de desechos.	m3	3,95	1	36,25	143,19
1.1.2	Excavación de terrenos de modelado de la parcela a cielo abierto mediante medio mecánicos.	m3	36,25	1	25,6	928,00
1.1.3	Relleno de terraplenes y compactación del terreno	m3	3,75	1	1325,36	4970,10
					TOTAL	6.041,29 €

1.2. INSTALACIONES RECEPTORAS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.1	Excavación de pozo de entrada	30	m3	1	36,25	1087,5
1.2.2	Excavación canalizaciones de tuberías	6,4	m3	1	2,54	16,256
1.2.3	Hormigonado del pozo de entrada	9,4	m3	1	72,25	679,15
					TOTAL	1.782,91 €



1.3. PRETRATAMIENTO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Pozo de gruesos						
1.3.1	Excavación de pozo	416,99	m3	1	36,25	15116,06
1.3.2	Excavación canalizaciones de tuberías	1,96	m3	1	36,25	71,05
1.3.3	Hormigonado del pozo	59,40	m3	1	72,25	4291,62
Rejas de desbaste						
1.4.1	Excavación de pozo del canal único de desbaste de gruesos	2,81	m3	1	36,25	101,95
1.4.2	Excavación canalizaciones de tuberías	1,47	m3	1	36,25	53,29
1.4.3	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de gruesos	2,26	m3	1	72,25	163,09
1.4.4	Excavación de pozo del canal único de desbaste de finos	2,81	m3	1	36,25	101,95
1.4.6	Hormigonado del pozo del canal único de desbaste de finos	2,34	m3	1	72,25	168,87
Tamizado						
1.5.1	Excavación canalización de la tubería principal	5,88	m3	1	36,25	213,15
1.5.2	Hormigonado del suelo sobre el que se sustenta el proceso de tamizado	24,00	m3	1	72,25	1734,00
Desarenado y desengrasado						
1.6.1	Excavación del pozo del desarenador	124,88	m3	1	36,25	4526,72
1.6.2	Hormigonado del pozo del desarenador	32,49	m3	1	72,25	2347,40
1.6.3	Excavación canalizaciones de tuberías	0,25	m3	4	36,25	36,25
					TOTAL	28.925,39 €



1.4. TRATAMIENTO PRIMARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Coagulación-Floculación						
1.7.1	Excavación del pozo de arqueta de fase de coagulación	15,63	m3	4	36,25	2265,625
1.7.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de coagulación	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.7.3	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de coagulación	6,25	m3	4	72,25	1806,25
1.7.4	Excavación del pozo de arqueta de fase de floculación	15,63	m3	4	36,25	2265,625
1.7.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de floculación	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.7.6	Hormigonado del pozo de arqueta de fase de floculación	6,25	m3	4	72,25	1806,25
Decantación primaria						
1.8.1	Excavación del pozo de cada decantador primario	1250,08	m3	4	36,25	181260,8751
1.8.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación primaria	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.8.3	Hormigonado del pozo de cada decantador primario	14,38	m3	4	72,25	4157,1205
					TOTAL	193.670,50 €



1.5. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Reactor biológico						
1.9.1	Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación previa	2315,74	m3	4	36,25	335782,42
1.9.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.9.3	Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación previa	204,70	m3	4	72,25	59158,02
1.9.4	Excavación del pozo de la balsa de nitrificación	2408,90	m3	4	36,25	349290,50
1.9.5	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.9.6	Hormigonado del pozo de la balsa de nitrificación	211,12	m3	4	72,25	61012,81
1.9.7	Excavación del pozo de la balsa de desnitrificación posterior	4328,20	m3	4	36,25	627589,12
1.9.8	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.9.9	Hormigonado del pozo de la balsa de desnitrificación posterior	259,80	m3	4	72,25	75081,91
1.9.10	Excavación del pozo de la balsa de reaireación	4328,20	m3	4	36,25	627589,12
1.9.11	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de proceso	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.9.12	Hormigonado del pozo de la balsa de reaireación	259,80	m3	4	72,25	75081,91
Decantación secundaria						
1.10.1	Excavación del pozo de cada decantador secundario	1250,08	m3	4	36,25	181260,88
1.10.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de decantación secundaria	0,25	m3	4	36,25	36,25
1.10.3	Hormigonado del pozo de cada decantador secundario	14,38	m3	4	72,25	4157,12
					TOTAL	2.396.185,05 €



1.6. TRATAMIENTO TERCIARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Cloración						
1.11.1	Excavación del pozo de la balsa de cloración	749,62	m3	1	36,25	27173,70
1.11.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de la fase de cloración	1,47	m3	1	36,25	53,29
1.11.3	Hormigonado del pozo de la balsa de cloración	83,94	m3	1	72,25	6065,02
Filtración						
1.12.1	Excavación del pozo del proceso de filtración, donde irán emplazados los filtros de arena	1678,79	m3	1	36,25	60856,09
1.12.2	Excavación del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración	13,50	m3	1	36,25	489,38
1.12.3	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte hasta la arqueta de entrada del proceso de cloración	2,45	m3	1	36,25	88,81
1.12.4	Hormigonado del pozo de la arqueta de entrada al proceso de filtración	5,40	m3	1	72,25	390,15
1.12.5	Hormigonado del pozo de la arqueta de salida del proceso de filtración (No se requiere ninguna excavación en el pozo de la arqueta de salida pues irá instalada sobre el fondo del gran pozo excavado para el tratamiento)	5,40	m3	1	72,25	390,15
1.12.6	Hormigonado de la pared y la base del pozo de situación de los filtros de arena	142,50	m3	1	72,25	10295,63
					TOTAL	105.802,21 €



1.7. LÍNEA DE FANGOS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Espesamiento por flotación						
1.13.1	Excavación del depósito de espesamiento	1872,26	m3	1	36,25	67869,27
1.13.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	3,43	m3	1	36,25	124,34
1.13.3	Hormigonado del depósito de espesamiento	176,58	m3	1	72,25	12757,91
Digestión aerobia						
1.14.1	Excavación del pozo del depósito de digestión	12594,43	m3	1	36,25	456548,16
1.14.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	3,43	m3	1	36,25	124,34
1.14.3	Hormigonado del pozo del depósito de espesamiento	820,17	m3	1	72,25	59257,25
Deshidratación mediante Eras de secado						
1.15.1	Excavación del hueco de la era de secado	56,31	m3	20	36,25	40825,95
1.15.2	Excavación canalizaciones de tuberías de transporte de fangos	3,43	m3	1	36,25	124,34
1.15.3	Hormigonado del hueco de la era de secado	15,31	m3	20	72,25	22120,38
					TOTAL	659.751,92 €



1.8. SISTEMAS DE APOORTE DE LAS AGUAS EFLUENTES

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Aporte a las aguas subterráneas						
1.16.1	Excavación del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas	110,45	m3	1	36,25	4003,69
1.16.2	Hormigonado del pozo de alojamiento de la tubería de transporte vertical desde el proceso de cloración hasta las aguas subterráneas	18,75	m3	1	72,25	1354,69
Aporte al río Segura						
1.17.1	Excavación canalización de la tubería de transporte hasta la orilla del río	24,50	m3	1	36,25	888,13
					TOTAL	2.242,81 €

1.9. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE OBRA CIVIL

FASE	Importe (€)
Movimiento de tierras	6.041,29
Instalaciones receptoras	1.782,91
Pretratamiento	28.925,39
Tratamiento Primario	193.670,50
Tratamiento Secundario	2.396.185,05
Tratamiento Terciario	105.802,21
Línea de fangos	659.751,92
Aporte de las aguas efluentes	2.242,81
TOTAL	3.394.402,07 €



2. PRESUPUESTO DE EQUIPOS MECÁNICOS Y OTROS EQUIPOS

2.1. INSTALACIONES RECEPTORAS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.2.4	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.2.5	Aliviadero y By-Pass			1	2500	2500
1.2.6	Retorno			1	1500	1500
					TOTAL	6.099,99 €

2.2. PRETRATAMIENTO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Pozo de gruesos						
1.3.4	Cuchara bivalva	1,00	ud	1	1756,15	1756,15
1.3.5	Grúa incluyendo raíles, motor, instalación y puesta a punto	1,00	ud	1	6251,04	6251,04
1.3.6	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado	1,00	ud	1	2099,99	2099,99
1.3.7	Compuerta de salida motorizada de sección 0,55m2	1,00	ud	1	2099,99	2099,99
Rejas de desbaste						
1.4.7	Reja de gruesos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal, incluyendo el coste de instalación y de todos los componentes (motores, soportes, reguladores...)			1	798,22	798,22



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.4.8	Reja de finos incluyendo dispositivo de limpieza mecánica de cadena de un sólo peine de limpieza frontal, incluyendo el coste de instalación y de todos los componentes (motores, soportes, reguladores...)			1	1257,31	1257,31
1.4.9	Cinta transportadora de los residuos extraídos en las rejillas de finos hasta el contenedor, incluyendo coste de instalación y de todos los componentes (motores, soportes, reguladores...)			1	3566,1	3566,10
Tamizado						
1.5.3	Tamiz estático de 2 m de anchura, AISI 304			8	2483,4	19867,20
1.5.4	Tubería principal de diámetro decreciente	12,00	m	1	78,5	942,00
1.5.5	Tuberías de entrada a los tamices	16,00	m	1	29,99	479,84
Desarenado y desengrasado						
1.6.4	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,139 m de lado			4	1205,88	4823,52
1.6.5	Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,139 m de lado			4	1205,88	4823,52
1.6.6	Puente desarenador de anchura 2,22m			4	8400,5	33602,00
1.6.7	Bomba de arenas de 130m ³ /h			4	1377,4	5509,60
1.6.8	Soplantes de desarenado			4	1450	5800,00
1.6.9	Concentrador de arenas de 6m ³ /h			1	3655,1	3655,10
1.6.10	Concentrador de grasas de 1,5x1,5x3m			1	4184,15	4184,15
1.6.11	Difusores de aire			118	5,45	643,10
1.6.12	Rampa de salida de grasas			4	105,25	421,00
1.6.13	Panel separador de 15 m			6	452,64	2715,84



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.6.14	Cinta transportadora de los residuos extraídos en la rampa de desengrasado, incluyendo coste de instalación y de todos los componentes (motores, soportes, cuadros de control...)			2	3566,1	7132,20
					TOTAL	112.427,87 €



2.3. TRATAMIENTO PRIMARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Coagulación-Floculación						
1.7.7	Compuerta motorizada de reparto a arquetas de coagulación de 0,139 m de lado, de fundición			4	1205,88	4823,52
1.7.8	Depósito de coagulante de PRFV de 25,4 m ³			1	876,51	876,51
1.7.9	Bomba de descarga de coagulante			1	469,79	469,79
1.7.10	Bomba de dosificación de coagulante			4	164,2	656,8
1.7.11	Tanque de dilución de coagulante			1	152,87	152,87
1.7.12	Depósito de almacenamiento de alcali de PRFV de al menos 25,4 m ³			1	753,48	753,48
1.7.13	Bomba de descarga de alcali			1	469,79	469,79
1.7.14	Bomba de dosificación de alcali			4	164,2	656,8
1.7.15	Tanque de dilución de alcali			1	138,46	138,46
1.7.16	Agitador de arquetas de coagulación para 16,67 m ³ de mezcla			4	3424,98	13699,92
1.7.17	Paquete de preparación de polielectrolito en polvo, con capacidad de al menos 5,45 kg/h, con inyección automática del polielectrolito en la mezcla y con agitador automático			1	764,18	764,18
1.7.18	Bomba de dosificación de polielectrolito			1	164,78	164,78
1.7.19	Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,139 m de lado			4	1205,88	4823,52
1.7.20	Agitador de arquetas de coagulación para 250 m ³ de mezcla			4	5678,4	22713,6
Decantación primaria						
1.8.4	Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición			4	1205,88	4823,52



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.8.5	Puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m			4	11400,5	45602
1.8.6	Vertedero de aluminio			4	845,15	3380,6
1.8.7	Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h			8	1354,74	10837,92
					TOTAL	115.808,06 €



2.4. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Reactor biológico						
1.9.13	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.9.14	Desvío de las efluentes en la salida del tratamiento secundario			1	2560,34	2560,34
1.9.15	Equipo fijo medidor de parámetros de calidad de las aguas de aporte al río			1	215,9	215,90
1.9.16	Equipo de soplado de aire de la balsa de nitrificación			4	4754,12	19016,48
1.9.17	Bomba de purga de fangos en exceso de 25 m ³ /h			4	2773,84	11095,36
1.9.18	Bomba de recirculación de fangos de 100 m ³ /h			4	5990,2	23960,80
1.9.19	Difusor de aire de la balsa de nitrificación			32	230,83	7386,56
1.9.20	Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.9.21	Filtros de aire en la entrada de turbinas			4	239,43	957,72
1.9.22	Agitador de la balsa anóxica previa			12	2728	32736,00
Decantación secundaria						
1.10.4	Compuerta de entrada a decantadores 0,139 m ² de fundición			4	1205,88	4823,52
1.10.5	Puente de acero de longitud 11,15 m, y de profundidad útil de extracción de 3,25 m			4	11400,5	45602,00
1.10.6	Vertedero de aluminio			4	845,15	3380,60
1.10.7	Bomba de extracción de fangos de caudal de fango de 3,9 m ³ /h			8	1354,74	10837,92
					TOTAL	166.773,18 €



2.5. TRATAMIENTO Terciario

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Cloración						
1.11.4	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.11.5	Sala independiente			1	4612,75	4612,75
1.11.6	Sala secundaria			1	3748,49	3748,49
1.11.7	Grúa de transporte de tanques de cloro			1	8742,68	8742,68
1.11.8	Evaporador			1	184,67	184,67
1.11.9	Clorador			1	1564,14	1564,14
1.11.10	Bomba auxiliar			1	367,91	367,91
1.11.11	Eyector			1	486,25	486,25
1.11.12	Conducciones de PVC o polietileno			1	15,47	309,40
1.11.13	Ducha de seguridad con lavaojos			4	502,16	2008,64
1.11.14	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
Filtración				4	4754,12	19016,48
1.12.7	Filtro de arena de doble capa			7	10251,46	71760,22
1.12.8	Tuberías de conducción de agua hasta los filtros de arena	85,00	m	1	14,89	1265,65
1.12.9	Compuerta de entrada motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.12.10	Ducto de estabilización de presión en la arqueta de salida	9,50	m	1	13,75	130,63
1.12.11	Escaleras, barandas, y resto de componentes de acceso y seguridad del proceso			1	2837,7	2837,70
1.12.12	Soplante de lavado de filtros 7 mca			2	1245,17	2490,34



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
1.12.13	Bomba de contralavado de filtros			1	945,73	945,73
1.12.14	Agitador vertical de la arqueta de fango			2	764,49	1528,98
1.12.15	Bomba de evacuación de fangos de contralavado de presión 20 mca			1	1140,65	1140,65
1.12.16	Compuerta de salida motorizada cuadrada de fundición de 0,55 m de lado			1	2099,99	2099,99
1.12.17	Intrumentación medidora de los parámetros de las aguas de salida, incluyendo Cl, pH, SS, y DBO			1	187,56	187,56
					TOTAL	131.728,83 €



2.6. LÍNEA DE FANGOS

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Espesamiento por flotación						
1.13.4	Sistema de arrastre de fangos diametral			1	5435,97	5435,97
1.13.5	Piquetas de espesamiento			20	220,31	4406,20
1.13.6	Motor de baja potencia			1	2433,40	2433,40
1.13.7	Cadena de transmisión de acero inoxidable y componentes			1	70,82	70,82
1.13.8	Bomba de extracción de fangos espesados, de tipo tornillo sinfín y cierre por neopreno, capaz de soportar el paso sólidos de altas densidades			2	1470,15	2940,30
Digestión aerobia						
1.14.4	Agitador de arqueta de mezcla de fangos vertical de hélice de acero inoxidable			1	2671,54	2671,54
1.14.5	Bomba de alimentación de digestores de cierre mecánico			2	645,41	1290,82
1.14.6	Sistema de agitación de digestores primarios			2	5.839,12	11678,24
1.14.7	Compresores de agitación de digestores			2	1328,44	2656,88
1.14.8	Soplantes de gas de digestión a consumidores			2	6823,32	13646,64
1.14.22	Bombas de transporte del transvase de fangos			2	5802,55	11605,10
1.14.23	Sistema de detección de fugas de metano			1	46,88	46,88



Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Deshidratación mediante Eras de secado						
1.15.4	Bombas de impulsión de fangos hasta las Eras de Secado			2	3279,5	6559,00
1.15.5	Bombas de evacuación del residuo filtrado			2	5802,55	11605,10
1.15.6	Puente de extracción de fangos secos desde la superficie de la era, de longitud 4,33 m			20	4910,1	98202,00
					TOTAL	175.248,89 €

2.7. SISTEMAS DE APOORTE DE LAS AGUAS EFLUENTES

Código	Descripción	Medición	Unidad de medida	Número de unidades	Precio Unitario (€)	Importe (€)
Aporte a las aguas subterráneas						
1.16.3	Tubería de transporte de agua de diámetro 60 cm de PVC	250,00	m	1	15,75	3937,50
Aporte al río Segura						
1.17.2	Tubería de transporte de agua de diámetro 60 cm de hormigón	50,00	m	1	25,6	1280,00
1.17.3	Equipo de desvío de agua mecanizado, con posibilidad de regulación precisa del caudal a aguas subterráneas y río Segura al mismo tiempo	1,00	ud	1	1325,36	1325,36
					TOTAL	6.542,86 €



2.8. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EQUIPOS MECÁNICOS Y OTROS EQUIPOS

FASE	Importe (€)
Instalaciones receptoras	6.099,99
Pretratamiento	112.427,87
Tratamiento Primario	115.808,06
Tratamiento Secundario	166.773,18
Tratamiento Terciario	131.728,83
Línea de fangos	175.248,89
Aporte de las aguas efluentes	6.542,86
TOTAL	714.629,68 €



3. PRESUPUESTO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

3.1. EQUIPOS DE CONTROL

Tipo de luminaria	Uds.	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
PLC de control, alimentado a 220V y CPU de 16 bits a 10 MHz.	1	354,20	354,2
Ordenador de control compatible con PLC de control	1	550	550
TOTAL			904,20 €

3.2. CUADROS ELÉCTRICOS Y TRANSFORMADORES

Tipo de luminaria	Uds.	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Transformador en baño de aceite, cerrado, de 160 kVA, 21000/400V, con termómetro de doble contacto	1	5520,5	5.520,5
Cuadro General de Protección (CGP)	1	354,20	354,2
Cuadro de Protección y Maniobra de equipos mecánicos, a 380 V y 50 Hz	6	256,70	1.540,2
TOTAL			7.414,90 €

3.3. ILUMINACIÓN

Tipo de luminaria	Uds.	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Tubo LED de 12 W	66	1,15	75,9
Tubo LED de 18 W	44	1,82	80,08



Tipo de luminaria	Uds.	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Tubo LED de 24 W	92	2,47	227,24
Foco LED de 10 W para iluminación exterior	56	4,75	266
Lámpara de emergencia de 6W	40	22,95	918
TOTAL			1.567,22 €

3.4. CABLEADO

Tipo de Cable	Longitud de cable (m)	Precio unitario (€/m)	Importe (€)
Cable sección 2,5 mm	36.152	0,26	9.399,52
Cable sección 6 mm	360	1,14	410,4
Cable sección 16 mm	340	2,9	986
Cable sección 25 mm	150	4,28	642
Cable sección 35 mm	360	5,67	2.041,2
TOTAL			13.479,12



3.5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

FASE	Importe (€)
Equipos de control	904,20
Cuadros eléctricos y transformadores	7.414,90
Iluminación	1.567,22
Cableado	13.479,12
TOTAL	23.365,44 €

PRESUPUESTO GENERAL



1. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

PRESUPUESTOS PARCIALES		Importe (€)
1	Presupuesto de obra civil	3.394.402,07
2	Presupuesto de equipos mecánicos y otros equipos	714.629,68
3	Presupuesto de equipos eléctricos	23.365,44
4	Seguridad y salud	30.017,00
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		4.162.414,19 €

Asciende el presupuesto de ejecución material del presente proyecto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES CIENTO SESENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS CATORCE euros con DIECINUEVE céntimos.

En Madrid, a Julio de 2017

El autor del proyecto:

Francisco Muñoz Viguera



2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Concepto	Importe (€)
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	4.162.414,19
Gastos generales (13%)	541.113,84
Beneficio industrial (6%)	249.744,85
TOTAL	4.953.272,88
IVA (21%)	1.040.187,31
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	6.784.318,89 €

Asciende el presupuesto del estudio de seguridad y salud del presente proyecto a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES SETECIENTOS OCHENTA Y CUATRO MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO euros con OCHENTA Y NUEVE céntimos.

En Madrid, a Julio de 2017

El autor del proyecto:

Francisco Muñoz Viguera

ESTUDIO DE
SEGURIDAD
Y SALUD



ÍNDICE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. MEMORIA	1
1.1. Introducción.....	1
1.1.1. Objeto del estudio de seguridad y salud.....	1
1.1.2. Designación de los coordinadores	1
1.1.3. Estructura del estudio de seguridad y salud en las obras	2
1.2. Características de las obras.....	2
1.2.1. Descripción de la obra y situación	2
1.2.2. Presupuesto de ejecución	3
1.2.3. Plazo de ejecución.....	3
1.2.4. Personal previsto	3
1.2.5. Interferencias y servicios afectados.....	3
1.2.6. Centros asistenciales próximos	4
1.2.7. Unidades constructivas que componen la obra	4
1.3. Riesgos	5
1.3.1. Riesgos profesionales.....	5
1.3.2. Riesgos de daños a terceros.....	7
1.4. Disposiciones mínimas de seguridad y salud	7
1.4.1. Estabilidad y solidez	8
1.4.2. Instalaciones de suministro y reparto de energía	8
1.4.3. Instalaciones, máquinas y equipos	9
1.4.4. Vías y salidas de emergencia.....	9
1.4.5. Detección y lucha contra incendios.....	10
1.4.6. Ventilación.....	11
1.4.7. Exposición a riesgos particulares	11
1.4.8. Temperatura	11
1.4.9. Iluminación.....	11
1.4.10. Puertas y portones	12
1.4.11. Vías de circulación y zonas peligrosas.....	12
1.4.12. Muelles y rampas de cargas	13
1.4.13. Espacio de trabajo	13



1.4.14. Primeros auxilios.....	14
1.4.15. Servicios higiénicos	14
1.4.16. Locales de descanso o de alojamiento	15
1.4.17. Mujeres embarazadas y madres lactantes.....	15
1.4.18. Trabajadores minusválidos.....	15
1.4.19. Disposiciones varias.....	16
1.5. Medidas preventivas y protecciones técnicas.....	16
1.5.1. Protecciones individuales.....	16
1.5.2. Protecciones colectivas	17
1.6. Prevención de riesgos a terceros	25
1.7. Conclusiones	26
1.8. Resumen general del presupuesto	26
2. Pliego de condiciones	27
2.1. Introducción y objetivos.....	27
2.2. Legislación aplicable.....	27
2.2.1. Normas generales de prevención de riesgos en la construcción	27
2.2.2. Normas preventivas de construcción	28
2.3. Obligaciones empresariales	29
2.4. Obligaciones de los contratistas y subcontratistas	31
2.5. Obligaciones de LOS trabajadores	32
2.6. Condiciones a cumplir por todos los medios de protección colectiva	33
2.6.1. Condiciones generales.....	33
2.6.2. Condiciones particulares	35
2.7. Condiciones a cumplir por los equipos de protección individual	36
2.7.1. Condiciones generales.....	36
2.7.2. Condiciones específicas de los equipos	37
2.8. Normas a cumplir por la señalización	41
2.8.1. Señalización de obra	41
2.8.2. Señalización vial	41
2.9. Condiciones de seguridad de los equipos de trabajo.....	42
2.10. Condiciones de seguridad de máquinas	43



2.10.1. Marcado.....	43
2.10.2. Manual de instrucciones.....	44
2.10.3. Normas de autorización del uso de maquinaria y de las máquinas herramienta....	44
2.11. COndiciones de las instalaciones provisionales.....	45
2.11.1. Casetas de lavabos y aseos	45
2.11.2. Casetas de vestuarios.....	45
2.11.3. Agua potable.....	45
2.11.4. Comedores.....	45
2.11.5. Condiciones comunes a todas las instalaciones provisionales	46
2.12. Encargado de seguridad	46
2.12.1. Normas generales de actuación del encargado de seguridad	46
2.12.2. Normas específicas de actuación del encargado de seguridad.....	47
2.13. El libro de incidencias.....	47
2.14. Formación e información a los trabajadores.....	48
2.14.1. Ley 31/95 de prevención de riesgos laborales	48
2.15. Acciones a seguir en caso de accidente.....	49
2.15.1. Acciones a seguir.....	49
2.15.2. Comunicaciones inmediatas en caso de accidente laboral	50
2.15.3. Actuaciones administrativas en caso de accidente laboral	51
2.15.4. Maletín-Botiquín de asistencia inmediata a accidentados.....	51
2.16. Normas de medición y certificación de las partidas presupuestarias de Seguridad y Salud	52
2.16.1. Control de entrega de los equipos de protección individual	53
3. Presupuesto.....	54
3.1. Mediciones.....	54
3.2. Cuadro de precios nº1	56
3.3. presupuestos parciales	58
3.4. Presupuesto general	61



1. MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este estudio de Seguridad y Salud establece, durante la ejecución del presente proyecto, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento. También establece las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

En aplicación del presente estudio, el Contratista elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Con este Estudio y con el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista, se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre donde se establecen la Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (B.O.E. de 25 de octubre de 1997).

El Plan podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra y de las posibles incidencias que puedan surgir a lo largo del mismo, pero siempre con la aprobación expresa de la Dirección Facultativa y la necesaria información y comunicación al Comité de Seguridad e Higiene y en su defecto, a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

1.1.2. DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES

En las obras objeto de este Proyecto, el promotor designará un Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del mismo.

En este sentido, y en aplicación de lo dispuesto en el art. 3 del Real Decreto 1627/1997, el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del presente proyecto será el ingeniero que lo suscribe.



Si en la ejecución de la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el Promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra y durante la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. La designación de los coordinadores no eximirá al Promotor de sus responsabilidades.

1.1.3. ESTRUCTURA DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS

El estudio de seguridad y salud será revisado por el técnico competente designado por el Promotor. Cuando deba existir un coordinador en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de obra, le corresponderá a éste elaborar o hacer que se elabore, bajo su responsabilidad, dicho estudio.

El estudio contendrá los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva con identificación de los riesgos que puedan existir, indicando las medidas técnicas necesarias de protección.
- Pliego de condiciones particulares en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra y de las características de máquinas, útiles, herramientas, sistemas y equipos preventivos.
- Mediciones y presupuesto del gasto por la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

1.2.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN

El presente Estudio de Seguridad y Salud se corresponde al Proyecto “ESTACIÓN REGENERADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APORTE A AGUAS SUBTERRÁNEAS”.



Las obras propuestas para la correcta realización del presente proyecto se encuentran descritas en la Memoria y Pliego de Condiciones del mismo, y consisten en la instalación de todos los componentes de la planta necesarios para su correcto y completo funcionamiento.

La planta proyectada será emplazada en la localización indicada en la Memoria, en la Región de Murcia junto al río Segura.

La climatología de la zona en el período en que se llevarán a cabo las obras no será generalmente, de condiciones extremas de calor o frío. Tampoco habrán de temerse aguaceros o lluvias por largos períodos de tiempo ni vientos huracanados, si bien habrán de tenerse en cuenta estos aspectos en los trabajos que se efectúen en posiciones elevadas respecto al plano del terreno.

1.2.2. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN

El presupuesto del presente Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de TREINTA MIL euros con DIECISIETE céntimos (30.017 €).

1.2.3. PLAZO DE EJECUCIÓN

Para la ejecución de la obra civil y para la instalación de los elementos electromecánicos, la puesta a punto y la limpieza de la obra se deberá contar un periodo total de DIECIOCHO MESES (18) meses desde el inicio de las obras hasta que la EDAR esté lista para ser puesta en funcionamiento.

1.2.4. PERSONAL PREVISTO

Para la ejecución en los trabajos se considera que el número medio de trabajadores interviniendo en los mismos será de 20 personas.

1.2.5. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Las interferencias relevantes más probables para este tipo de obras son:

- De maquinaria y vehículos de obra con otros vehículos y personas ajenas a la obra.



- De conductores aéreos.
- De conducciones subterráneas

Para la presente obra, por su emplazamiento, no se considera que vayan a haber servicios de importancia afectados.

1.2.6. CENTROS ASISTENCIALES PRÓXIMOS

Los centros hospitalarios y centros de salud más próximos al emplazamiento de las obras son:

Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca: Ctra. Madrid-Cartagena, s/n, 30120 El Palmar, Murcia. Teléfono: 968 36 95 00.

Hospital General Universitario Morales Meseguer: Marquez de los Velez, s/n, 30008 Murcia. Teléfono: 968 36 09 00.

Hospital General Universitario Reina Sofía: Av. Intendente Jorge Palacios, 1, 30003 Murcia. Teléfono: 968 35 90 00.

Centro de salud: Calle Tovar, s/n, 30006 Puente Tocinos, Murcia. Teléfono: 968 30 14 09

1.2.7. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

- Desbroce
- Movimiento general de tierras. Desmontes y terraplenados mediante medios mecánicos.
- Excavaciones en zonas colindantes con muros existentes sometidos internamente a presión hidrostática.
- Excavaciones en zanja.
- Drenaje: Colocación y recubrimiento de tuberías de hormigón y PVC.
- Pozo de registro de hormigón.
- Línea de aguas residuales en hormigón armado.
 - Obra de llegada
 - Pozo de bombeo, aliviadero y bypass
 - Pozo de gruesos



- Otras obras de pretratamiento
- Desarenado y desengrasado
- Proceso de coagulación-floculación
- Decantación primaria
- Reactor biológico
- Decantación secundaria

- Muros y losas de hormigón.
- Trabajos generales de urbanización y reposición de viales y pavimentos afectados.
- Construcción de edificios.
- Equipos mecánicos: Montaje y puesta a punto de los equipos.
- Instalaciones de seguridad.

1.3. RIESGOS

1.3.1. RIESGOS PROFESIONALES

- a) En movimientos de tierras y excavaciones:
 - Atropellos y colisiones.
 - Vuelcos de vehículos y máquinas.
 - Desprendimientos
 - Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
 - Generación de polvo.
 - Ruidos.
 - Aplastamientos.

- b) En el hormigonado:
 - Caídas a distinto nivel.
 - Caída de objetos.



- Golpes y atrapamientos.
 - Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
 - Electrocuciiones.
 - Eczemas por hormigones.
- c) En la estructura metálica y en el montaje de los equipos de proceso:
- Caídas de altura.
 - Caída de objetos.
 - Manejo de grandes piezas.
 - Propios de soldaduras eléctricas y quemaduras con soplete.
 - Electrocuciiones.
 - Golpes y atrapamientos.
 - Intoxicaciones por humos, resinas y pinturas especiales.
 - Chispas, cortes, punzamientos y demás accidentes propios del uso de desbarbadoras, sierras y taladros.
 - Propios de grúas y cabestrantes.
- d) En albañilería y acabados:
- Caídas de altura.
 - Electrocuciiones.
 - Causticaciones y eccema por cemento.
 - Salpicaduras.
 - Proyección de partículas.
 - Golpes producidos en el manejo de máquinas, herramientas y materiales.
- e) Riesgos eléctricos:
- Derivados de las máquinas eléctricas, conducciones, cuadros, etc. que se utilizan o producen electricidad.



- Quemaduras.
 - Interferencias con líneas de AT.
 - Derivados de ineficiencias en máquinas o instalaciones.
 - Incendios por fallos eléctricos y de aislamiento
- f) Riesgos meteorológicos:
- Por efectos mecánicos del viento: caídas de personas, caídas de objetos desprendidos, desplazamientos de objetos suspendidos por grúas, etc.
 - Por efectos de la lluvia o tormentas con aparato eléctrico: deslizamientos de tierras, caídas por pérdidas de equilibrio, electrocución, etc.
- g) Riesgos de incendio
- En almacenes, vehículos, instalaciones eléctricas, y por negligencias del personal de la obra o de la planta, como fumar en áreas restringidas para ello.

1.3.2. RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

- a) Presencia de personas ajenas en el interior de las parcelas de la propiedad:
- Caídas al mismo o distinto nivel, por la apertura de zanjas y pozos de cimentación.
 - Caída de objetos.
 - Atropellos.
- b) Salida del personal de las obras a las vías públicas:
- Caídas
 - Atropellos.
 - Colisiones de vehículos.

1.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD



Identificados en el punto anterior los principales riesgos a que estarán expuestos los trabajadores y, en general, cualquier persona presente en el recinto objeto del presente proyecto durante la ejecución de las obras e instalaciones proyectadas, se destacarán a continuación las disposiciones mínimas de seguridad y salud que los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a contemplar durante la ejecución de las obras. Para el cumplimiento de las disposiciones que se citan a continuación, deberán observarse, además de lo que aquí se indica, las medidas de protección individual y colectiva que se enumeran en el presente apartado.

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

1.4.1. ESTABILIDAD Y SOLIDEZ

Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.

El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

1.4.2. INSTALACIONES DE SUMINISTRO Y REPARTO DE ENERGÍA

La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.



El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

1.4.3. INSTALACIONES, MÁQUINAS Y EQUIPOS

Se establecen las siguientes disposiciones:

Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:

- 1) Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
- 2) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- 3) Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- 4) Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.

Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

1.4.4. VÍAS Y SALIDAS DE EMERGENCIA

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.



En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, esmeradamente, lo indicado en el punto anterior.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.

Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

1.4.5. DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS

Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales, los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.

Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.

Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguri-



dad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

1.4.6. VENTILACIÓN

Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.

En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

1.4.7. EXPOSICIÓN A RIESGOS PARTICULARES

Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).

En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.

En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

1.4.8. TEMPERATURA

La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

1.4.9. ILUMINACIÓN



Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoques. El color utilizado para la iluminación artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.

Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.

Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

1.4.10. PUERTAS Y PORTONES

Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.

Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.

Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abren automáticamente.

1.4.11. VÍAS DE CIRCULACIÓN Y ZONAS PELIGROSAS



Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad. Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

1.4.12. MUELLES Y RAMPAS DE CARGAS

Las rampas de carga deberán ser adecuadas a las dimensiones de las cargas transportadas.

Las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

1.4.13. ESPACIO DE TRABAJO

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.



1.4.14. PRIMEROS AUXILIOS

Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

1.4.15. SERVICIOS HIGIÉNICOS

Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados. En este sentido se dispondrá de vestuarios de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría.

Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuere necesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.



Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicación entre unos y otros deberá ser fácil.

Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.

Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.

Alternativamente a la ubicación en la obra de los servicios higiénicos a que se refieren los apartados anteriores, los contratistas y subcontratistas podrán suscribir contratos de arrendamiento de los locales ubicados en las naves colindantes para uso por parte de los trabajadores de la obra, en los casos anteriormente mencionados.

1.4.16. LOCALES DE DESCANSO O DE ALOJAMIENTO

Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

1.4.17. MUJERES EMBARAZADAS Y MADRES LACTANTES

Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

1.4.18. TRABAJADORES MINUSVÁLIDOS

Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

Esta disposición se aplicará, en particular, a las puertas, vías de circulación, escaleras, duchas, lavabos, retretes y lugares de trabajo utilizados u ocupados directamente por trabajadores minusválidos.



1.4.19. DISPOSICIONES VARIAS

Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud. En este sentido, será de aplicación lo anteriormente expuesto.

1.5. MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS

1.5.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES

Los Contratistas y subcontratistas, deberán atenerse a lo dispuesto en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. B.O.E. de 12 de junio de 1997, en lo que se refiere a la elección, disposición y mantenimiento de los equipos de protección individual de que deberán estar provistos los trabajadores, cuando existan riesgos que no han podido evitarse o limitarse suficientemente por los medios de protección colectiva que se indican en el punto siguiente, o mediante los métodos y procedimientos de organización de trabajo señalados en el punto anterior.

En la presente obra, se atenderá especialmente a:

- Protección de cabezas:
 - Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.
 - Gafas contra impactos y antipolvo.



- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra protección de partículas.
- Gafas de oxicorte.
- Filtros para mascarillas. - Protectores auditivos.

- Protección del cuerpo:
 - Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
 - Cinturón antivibratorio.
 - Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según Convenio Colectivo Provincial.
 - Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
 - Mandil de cuero.

- Protección de extremidades superiores:
 - Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
 - Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
 - Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
 - Equipo de soldador (guantes y manguitos).

- Protección de extremidades inferiores:
 - Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
 - Botas de seguridad clase III (lona y cuero).
 - Polainas de soldador.
 - Botas dieléctricas.

1.5.2. PROTECCIONES COLECTIVAS

1.5.2.1. Señalización general



La señalización de Seguridad se ajustará a lo dispuesto en el RD 485/1997 de 14 de abril, y durante la ejecución del presente Proyecto, se dispondrán, al menos:

- Señales de STOP en salidas de vehículos.
- Obligatorio uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria en movimiento, cargas suspendidas.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y extintor, cinta de balizamiento.

1.5.2.2. Excavaciones de fosos y zanjas de cimentación

Las disposiciones mínimas a tener en cuenta en relación a este aspecto son:

Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución, aunque por las características de las parcelas no son previsibles tales peligros.

En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:

- a. Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de estibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.
- b. Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuados.
- c. Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de 15 manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.



- d. Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.

Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.

Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

En relación a vehículos de maquinaria para movimientos de tierra y manipulación de materiales:

- a. Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b. Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Utilizarse correctamente.
- c. Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- d. Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales, según se dispone en el punto siguiente.
- e. Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conduc-



tor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

De acuerdo con los principios comentados, las medidas y protecciones que se adoptan son:

- Las zapatas o pozos de más de 1,30 metros de profundidad se ejecutarán con talud o se adoptará el método más conveniente para evitar el desprendimiento de tierras sobre el personal que trabaja. Siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en el caso de producirse alguna emergencia. Para el ascenso y descenso del personal, se dispondrá de una escalera preferentemente metálica, que rebase en un metro el nivel superior de corte. En el caso de zanjas de esta profundidad, se dispondrá una escalera cada 30 metros de zanja abierta.
- Las zanjas dispondrán de pasarelas provistas de barandilla. La separación máxima entre dos pasos será de 50 metros.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma vertical sin el casco de seguridad.
- Se prohíbe el estacionamiento de vehículos del personal en el radio de acción de trabajo de la maquinaria. Se dispondrán topes de desplazamiento de vehículos con el fin de evitar caídas a los fosos de los mismos, y vallas de limitación y protección para evitar las caídas del propio personal.
- Con respecto a las de maquinaria, siempre que la cabina de la maquinaria de trabajo esté protegida, los conductores, cuando salgan de la misma, estarán obligados al uso del casco protector. Se dispondrán limitadores de movimiento a las grúas.
- Los materiales procedentes del encofrado, se apilarán convenientemente dejando libre la zona de circulación y trabajo. Las puntas salientes sobre la madera se sacarán o doblarán. En todo momento se mantendrá la obra limpia y ordenada.

1.5.2.3. Instalación de saneamiento



A las medidas y protecciones mencionadas por la apertura de zanjas y excavaciones en cimentación se sumarán las que se expresan a continuación:

- En cortes de profundidad mayor de 1,30 metros, las entubaciones deberán sobrepasar, como mínimo, 0,20 metros el nivel superior del terreno y 75 cm en el borde de laderas. Se revisarán diariamente las entubaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales cuando se hayan aflojado. Se extremarán estas prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de una jornada y/o alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- Al finalizar la jornada se protegerán las bocas de los pozos de profundidad mayor de 1,30 metros con un tablero resistente, red o elemento equivalente.

1.5.2.4. Instalación eléctrica

- a. Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. A este respecto deberá prestarse especial atención al cuadro eléctrico provisional.
- b. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

Las medidas y protecciones son las siguientes:

- Se realizará de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Se dispondrán interruptores diferenciales y magnetotérmicos, así como la toma de tierra de forma que la tensión de contacto no supere los 24 voltios o 50 voltios según las condiciones ambientales de los locales.
- Las máquinas de doble aislamiento no se conectarán a tierra. Siempre que sea posible se colocarán los cables aéreos, y en todo caso se evitará que vayan por zonas de paso.
- A efectos de movilidad de las máquinas, éstas han de alimentarse con mangueras de cuatro conductores, (tres fases y tierra unida a la del cuadro eléctrico) para evitar tomas de tierra locales con los consiguientes problemas de conexión y medición.



- Las reparaciones se realizarán desconectando la fuente de alimentación y colocando el cartel de “No conectar”,
- Las tomas de tierra serán como mínimo de 35 mm² de sección si son de cobre y de 100 mm² si son de hierro galvanizado.
- Todas las uniones o empalmes se realizarán con cinta autovulcanizante o similar.
- Las conexiones de los cables y mangueras a las distintas máquinas o cuadros se harán por medio de clavijas y base de enchufe. Las clavijas y bases de enchufe, serán de intemperie, recomendándose la utilización de las llamadas de petaca, por su estanqueidad y duración.

1.5.2.5. Estructura y cubiertas

Las disposiciones mínimas a tener en cuenta en relación a este aspecto son:

- a. Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- b. Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.
- c. Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

De acuerdo con lo anterior, para la ejecución de la estructura metálica de la nave y la cubierta se dispondrán los siguientes elementos de protección:

- Redes horizontales.
- Vallas de limitación y protección.
- Cables de sujeción de cinturones de seguridad.
- Mallazos resistentes en huecos horizontales.
- Andamiajes homologados firmemente apoyados y anclados.
- Ganchos para reparaciones, conservación y mantenimiento de cubiertas.



1.5.2.6. Andamios y escaleras

Este punto hará referencia, además de a los trabajos de estructura, a los trabajos de albañilería, acabados, carpintería, falsos techos, etc. que implican el uso de este tipo de dispositivos.

- a. Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- b. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- c. Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona competente:
 - Antes de su puesta en servicio.
 - A intervalos regulares en lo sucesivo.
 - Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- d. Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- e. Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el 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.

Además, de lo indicado en el punto anterior y de las disposiciones mínimas comentadas, se establecen las siguientes medidas y protecciones:

- Se podrán emplear andamios sin arriostramientos hasta 3 metros de altura. Entre los 3 y los 6 metros se emplearán borriquetas armadas de bastidores móviles arriostrados. La máxima separación entre los puntos de apoyo será de 3,5 m. Para alturas superiores, los andamios bien sean de borriquetas o estructurales se arriostrarán a las fachadas cada 6 metros en vertical y 8 metros en horizontal. El conjunto ha de ser estable y resistente.



- El andamio se mantendrá en todo momento libre de todo material que no sea el estrictamente necesario.
- Para la seguridad de los andamios se colocarán barandillas a la altura de la andamiada sujetas a las caras posteriores, de una altura mínima de 90 cm. Para altura de caída superior a 2 metros desde su base se dispondrá de barandilla perimetral y rodapiés. Para altura de caída superior a 2 metros desde su base se dispondrá además un rodapié.
- Las escaleras a usar, si son de tijera, estarán dotadas de tirantes de limitación de apertura, y si son de mano, tendrán un dispositivo antideslizante.

1.5.2.7. Vidriería

Los vidrios de obra, se almacenarán verticalmente en lugares debidamente protegidos, de manera ordenada y libre de cualquier material ajeno a ellos. Una vez colocados, se señalarán de manera que sean visibles en toda su superficie. La manipulación del vidrio se efectuará manteniéndolo en posición vertical y con la utilización de guantes o manoplas que protejan hasta las muñecas.

1.5.2.8. Solados y alicatados

Las máquinas eléctricas que se utilicen para el corte de piezas y pulidos de suelo serán de doble aislamiento o protegidos contra el riesgo eléctrico. Se utilizarán portátiles de seguridad. El alicatado con adhesivo, los recipientes estarán alejados de cualquier foco de calor, fuego o chispa.

1.5.2.9. Pinturas

Se evitará en lo posible el contacto directo de la pintura con la piel. Cuando se apliquen pinturas con riesgo de inflamación, se alejarán del puesto de trabajo las fuentes de calor teniendo previsto la cercanía de un extintor manual. El almacenamiento de pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables, deberá hacerse en recipientes cerrados, alejados de fuentes de calor para evitar su inflamación. El local ha de estar provisto de un extintor adecuado.

1.5.2.10. Protección contra incendios



Se emplearán extintores portátiles y se dispondrá en todo momento de una manguera conectada a la toma de la finca.

1.5.2.11. Formación

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y los Reales Decretos que la desarrollan, citados en este Estudio Básico.

1.5.2.12. Medicina preventiva y primeros auxilios

- Botiquín: se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el RD 486/1997 de 14 de abril.
- Asistencia a accidentados: se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento. Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.
- Reconocimiento médico: todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

1.6. PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

Se señalará el acceso natural a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma sin la debida autorización, colocándose en su caso los cerramientos necesarios, dejando puertas de acceso para los vehículos de obra y acceso independiente para las personas que visiten las instalaciones existentes.

Las zonas de acceso a las instalaciones estarán libres de obstáculos y en perfectas condiciones de limpieza.



Al terminar la jornada de trabajo, las puertas de acceso quedarán cerradas con candado, la valla permanecerá siempre en condiciones para que pueda ejercer su cometido.

Igualmente, al terminar la jornada de trabajo, quedará cortado el suministro de energía, y la maquinaria quedará de firma que no pueda ser puesta en movimiento por personal ajeno.

Se medirá la resistencia de la valla periódicamente y al menos, en la época más seca del año.

1.7. CONCLUSIONES

Con la memoria, más los documentos que la acompañan: planos, pliego de condiciones y presupuesto, se cree suficiente descrito el contenido y alcance del presente proyecto del presente Proyecto de Seguridad y Salud en las obras del proyecto PROYECTO DE UNA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES CON APOORTE A ACUÍFERO EN LA CIUDAD DE MURCIA, con el fin de prevenir los posibles riesgos en la ejecución de las obras que la componen, así como las instalaciones y directrices básicas para la correcta realización de las mismas.

1.8. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

El presupuesto para la Ejecución del presente proyecto de Seguridad y Salud en las obras se cifra en TREINTA MIL DIECISIETE euros con CERO céntimos (30.017,00 €).



2. PLIEGO DE CONDICIONES

2.1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

El presente pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud es un documento contractual de esta obra que tiene por objeto:

- Exponer las obligaciones en materia de seguridad y salud en el trabajo de la empresa adjudicataria de la obra.
- Concretar la calidad de la prevención decidida y su montaje correcto en la obra.
- Exponer las normas preventivas de obligado cumplimiento en los casos determinados por el Estudio de Seguridad e Higiene.
- Fijar unos determinados niveles de calidad de toda la prevención que se prevé utilizar, con el fin de garantizar su éxito.
- Definir las formas de efectuar el control de la puesta en obra de la prevención decidida y su administración.
- Proponer un determinado programa formativo en materia de Seguridad y Salud, que sirva para implantar con éxito la prevención diseñada.
- Todo ello con el objetivo global de conseguir la realización de la obra sin accidentes ni enfermedades profesionales, al cumplir los objetivos fijados en la memoria de Seguridad y Salud, que no se reproducen por economía documental, pero que deben entenderse como transcritos a norma fundamental de este documento contractual.

2.2. LEGISLACIÓN APLICABLE

2.2.1. NORMAS GENERALES DE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LA CONSTRUCCIÓN

- Orden de 9 de marzo de 1971, que aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- 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.
- Orden de 22 de abril de 1997, por la que se regula el régimen de funcionamiento de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en el desarrollo de actividades de prevención de riesgos laboral.
- Real Decreto 1495/1986, de 26 de mayo, que aprueba el Reglamento de Seguridad en las Maquinas.
- Real Decreto 1316/1989, de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el 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 dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- 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.

2.2.2. NORMAS PREVENTIVAS DE CONSTRUCCIÓN

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Orden de 28 de agosto de 1970, por la que se aprueba la Ordenanza de trabajo de la construcción, vidrio y cerámica.
- Real Decreto 3151/1968, de 28 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de líneas aéreas de alta tensión.
- Real Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión



- Real Decreto 462/1971, de 11 de marzo, por el que se dictan normas sobre la redacción de proyectos y la dirección de obras de edificación.
- Real Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE).
- Real Decreto 1650/1977, de 10 de junio, sobre normativa de edificación.
- Orden de 28 de junio de 1988. por la que se aprueba la instrucción Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a gruas-torre desmontables para obra.
- Resolución de 30 de abril de 1998, de la Dirección General de Trabajo por la que se dispone la inscripción en el registro y publicación del Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

2.3. OBLIGACIONES EMPRESARIALES

La empresa adjudicataria, con la ayuda de su propia estructura y colaboradores en la obra, conocedora de sus obligaciones y derechos, cumplirá y hará cumplir, la legislación vigente en materia de Seguridad y Salud.

Se enumera a continuación una lista no exhaustiva con las principales obligaciones:

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Entregar el plan de seguridad y salud aprobado a las personas que define el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.
- Trasmitir la prevención contenida en el plan de seguridad y salud aprobado a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra, y hacerles cumplir con las condiciones y prevenciones en él expresadas.



- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, contratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Montar a tiempo toda la protección colectiva definida en el plan de seguridad y salud aprobado, según lo contenido en el plan de ejecución de obra; mantenerla en buen estado, cambiarla de posición y retirarla, con el conocimiento de que se ha diseñado para proteger a todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, contratistas o autónomos.
- Montar a tiempo según lo contenido en el plan de ejecución de obra, contenido en el plan de seguridad y salud aprobado: las instalaciones provisionales para los trabajadores. Mantenerlas en buen estado de confort y limpieza; realizar los cambios de posición necesarios, las reposiciones del material fungible y la retirada definitiva, conociendo de que se definen y calculan estas instalaciones, para ser utilizadas por todos los trabajadores de la obra, independientemente de su afiliación empresarial principal, contratistas o autónomos.
- Creación y apertura del archivo documental con los registros que genere la aplicación de este Plan de Seguridad y Salud.
- Informar de inmediato de los accidentes: leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado acciones a seguir en caso de accidente laboral.
- Disponer en acopio de obra, antes de ser necesaria su utilización, todos los artículos de prevención contenidos y definidos en este plan de seguridad y salud, en las condiciones que expresamente se especifican dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares de seguridad y salud.
- Colaborar con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, en la solución técnica preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.
- Notificación a la autoridad laboral de la apertura de centro de trabajo.



- Organizar los reconocimientos médicos.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas tengan acceso a la obra.

2.4. OBLIGACIONES DE LOS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados a:

- a. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, en particular al desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del presente Real Decreto.
- b. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud al que se refiere el artículo 7.
- c. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del presente Real Decreto, durante la ejecución de la obra.
- d. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- e. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

Los contratistas y los subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.



Además, los contratistas y los subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.5. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
- Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.



- Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos o del personal estatutario al servicio de las Administraciones públicas. Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

2.6. CONDICIONES A CUMPLIR POR TODOS LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

2.6.1. CONDICIONES GENERALES

En la Memoria de este estudio de seguridad y salud, se han definido los medios de protección colectiva que se van a utilizar para la prevención de los riesgos detectados, que cumplirán con las siguientes condiciones generales:

- La protección colectiva de esta obra, ha sido diseñada para que sea puesta en práctica.
- Las propuestas alternativas que se presenten en el plan de seguridad y salud, tendrán una representación técnica de calidad, en forma de planos de ejecución de obra.
- Las protecciones colectivas de esta obra, estarán en acopio disponible para uso inmediato, dos días antes de la fecha decidida para su montaje:
 - Serán nuevas, a estrenar, si sus componentes tienen caducidad de uso reconocida, o si así se especifica en su apartado correspondiente dentro de este pliego de condiciones técnicas y particulares del plan de Seguridad y Salud idéntico principio al descrito, se aplicará a los componentes de madera.
 - Antes de ser necesario su uso, estarán en acopio real en la obra con las condiciones idóneas de almacenamiento para su buena conservación. Estarán a disposición del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la



obra, para comprobar si su calidad se corresponde con la definida en este plan de seguridad y salud.

- Serán instaladas previamente antes de iniciar cualquier trabajo que requiera su montaje. QUEDA PROHIBIDO EL COMIENZO DE UN TRABAJO O ACTIVIDAD QUE REQUIERA PROTECCIÓN COLECTIVA, HASTA QUE ESTA ESTÉ MONTADA POR COMPLETO EN EL ÁMBITO DEL RIESGO QUE NEUTRALIZA O ELIMINA.
- El plan de ejecución de obra, definirá la fecha de montaje, mantenimiento, cambio de ubicación y retirada de cada una de las protecciones colectivas que se contienen en este plan de seguridad y salud.
- Se desmontará de inmediato, toda protección colectiva en uso en la que se aprecien deterioros con merma efectiva de su calidad real. Se sustituirá a continuación el componente deteriorado y se volverá a montar la protección colectiva una vez resuelto el problema. Entre tanto se realiza esta operación, se suspenderán los trabajos protegidos por el tramo deteriorado y se aislará eficazmente la zona para evitar accidentes. Estas operaciones quedarán protegidas mediante el uso de equipos de protección individual.
- Durante la realización de la obra, puede ser necesario variar el modo o la disposición de la instalación de la protección colectiva. Si esto ocurre, la nueva situación será definida en los planos de seguridad y salud en colaboración con el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.
- Las protecciones colectivas proyectadas en este trabajo, están destinadas a la protección de los riesgos de todos los trabajadores y visitantes de la obra; es decir: trabajadores de la empresa principal, los de las empresas subcontratistas, empresas colaboradoras, trabajadores autónomos y visitas de los técnicos de dirección de obra o de la Propiedad; visitas de las inspecciones de organismos oficiales, o de invitados por diversas causas.
- El montaje y uso correcto de la protección colectiva, es preferibles al uso de equipos de protección individual para defenderse de idéntico riesgo; en consecuencia, la Jefatura de Obra no admitirá el cambio de uso de protección colectiva prevista, por el de equipos de protección individual.



2.6.2.CONDICIONES PARTICULARES

2.6.2.1. Toma de tierra independiente y normalizada, para estructuras metálicas de máquinas fijas

Las tomas de tierra deberán calcularse en función de la resistividad del terreno en el que se construye.

La señalización estará formada mediante cinta normalizada CE, de señalización. Fabricada en PVC, continuo, en colores dispuestos en franjas alternativas amarillo y negro. La señalización se dispondrá entorno al hueco así protegido con redes, a una distancia no inferior a 2 m. Esta señalización tendrá un mantenimiento continuo.

2.6.2.2. Cables fiadores para cinturones de seguridad

El material a emplear será nuevo, a estrenar.

Cables: cables de hilos de acero fabricado por torsión.

Lazos: se formarán mediante casquillos electrofijados. Si deben formarse mediante el sistema tradicional de tres aprietos, el lazo se formará justo en la amplitud de los guardacabos.

Ganchos: fabricados en acero timbrado, instalados en los lazos con guardacabos del cable para su instalación rápida en los anclajes de seguridad.

Disposición en obra: el plan de seguridad a lo largo de su puesta en obra, suministrará los planos de ubicación exacta según las nuevas solicitudes de prevención que surjan.

2.6.2.3. Extintores de incendios

Los extintores a montar en la obra serán nuevos, a estrenar. Los extintores a instalar serán los conocidos con el nombre de "tipo universal" dadas las características de la obra a construir.

Se instalarán al menos en los siguientes lugares:

- Vestuario y aseo del personal de la obra



- Comedor del personal de la obra
- Local de primeros auxilios
- Oficinas de la obra, independientemente de que la empresa que las utilice sea principal o subcontratada
- Almacenes con productos o materiales inflamables
- Cuadro general eléctrico
- Cuadros de máquinas fijas de obra
- Almacenes de material y talleres
- Acopios especiales con riesgo de incendio
- Extintores móviles para trabajos de soldaduras capaces de originar incendios

Los extintores serán revisados y retimbrados según el mantenimiento oportuno recomendado por su fabricante, que deberá concertar el contratista principal de la obra con una empresa especializada.

2.6.2.4. Conexiones eléctricas de seguridad

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal de que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

2.6.2.5. Transformadores de energía eléctrica con salida a 24 voltios

Para la seguridad en la utilización racional de la energía eléctrica, se prevé la utilización de transformadores de corriente con salida a 24 V, cuya misión es la protección del riesgo eléctrico en lugares húmedos.

2.7. CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

2.7.1. CONDICIONES GENERALES



Como norma general, se han elegido equipos de protección individual cómodos y operativos, con el fin de evitar las negativas a su uso. Por lo expuesto, se especifica como condición expresa que: todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones generales:

- Tendrán la marca "CE", según el RD 159/95 y disposiciones mínimas de seguridad y salud de equipos de protección individual RD 773/97 del 30 de mayo.
- Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto anterior, tienen autorizado su uso durante su período de vigencia. Llegando a la fecha de caducidad, se constituirá un acopio ordenado, que será revisado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, para que autorice su eliminación de la obra.
- Los equipos de protección individual en uso que estén rotos, serán reemplazados de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

2.7.2. CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LOS EQUIPOS

A continuación se especifican los equipos de protección individual que se van a usar, junto con las normas que hay que aplicar para su utilización.

2.7.2.1. Botas aislantes de la electricidad

Unidad de par de botas fabricadas en material aislante de la electricidad. Comercializadas en varias tallas. Dotadas de suela contra los deslizamientos, para protección de trabajos en baja tensión. Con marca CE.

2.7.2.2. Botas de PVC, impermeables

Unidad de par de botas de seguridad, fabricadas en PVC, o goma, de media caña. Comercializadas en varias tallas; con talón y empeine reforzado. Forrada en loneta de algodón resistente, con plantilla contra el sudor. Suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE.



2.7.2.3. Botas de seguridad de "PVC", de media caña, con plantilla contra los objetos punzantes y puntera reforzada

Unidad de botas de seguridad. Comercializadas en varias tallas. Fabricadas en cloruro de polivinilo o goma; de media caña, con talón y empeine reforzados. Forrada en loneta resistente. Dotada de puntera y plantilla metálicas embutidas en el "PVC", y con plantilla contra el sudor. Con suela dentada contra los deslizamientos. Con marca CE.

2.7.2.4. Botas impermeables pantalón de goma o "PVC".

Unidad de par de botas pantalón de protección para trabajos en barro o de zonas inundadas, hormigones, o pisos inundados con riesgo de deslizamiento: Fabricadas en "PVC." o goma. Comercializadas en varias tallas. Forradas de loneta resistente y dotadas con suelas dentadas contra los deslizamientos. Con marca CE.

2.7.2.5. Cascos auriculares protectores auditivos

Unidad de cascos auriculares protectores auditivos amortiguadores de ruido para ambas orejas. Fabricados con casquetes auriculares ajustables con almohadillas recambiables para uso optativo con o sin el casco de seguridad. Con marca CE.

2.7.2.6. Cascos de seguridad de clase "N"

Unidad de casco de seguridad, clase "N", con arnés de adaptación de apoyo sobre el cráneo con cintas textiles de amortiguación y contra el sudor de la frente frontal. Con marca CE.

2.7.2.7. Cinturón de seguridad de sujeción, clase "A", tipo "1"

Unidad de cinturón de seguridad de sujeción para trabajos estáticos, clase "A", tipo "1". Formado por faja dotada de hebilla de cierre, argolla en "D" de cuelgue en acero estampado. Cuerda fijadora de un metro., de longitud y mosquetón de anclaje en acero. Con marca CE.

2.7.2.8. Cinturón de seguridad anticaídas, clase "C" tipo "1"



Unidad de cinturón de seguridad contra las caídas, clase "C", tipo "1". Formado por faja dotada de hebilla de cierre; arnés unido a la faja dotado de argolla de cierre; arnés unido a la faja para pasar por la espalda, hombros y pecho, completado con perneras ajustables. Con argolla en "D" de acero estampado para cuelgue; ubicada en la cruceta del arnés a la espalda; cuerda de amarre de 1 m., de longitud, dotada de un mecanismo amortiguador y de un mosquetón de acero para enganche. Con marca CE.

2.7.2.9. Faja de protección contra las vibraciones

Unidad de faja elástica contra las vibraciones de protección de cintura y vértebras lumbares. Fabricada en diversas tallas, para protección contra movimientos vibratorios u oscilatorios. Confeccionada con material elástico sintético y ligero; ajustable mediante cierres "velcro". Con marca CE.

2.7.2.10. Guantes aislantes de la electricidad en B.T., hasta 1000 V

Unidad de guantes aislantes de la electricidad clase II, para utilización directa sobre instalaciones a 1.000 V, como máximo. Con marca CE.

2.7.2.11. Filtro mecánico para mascarilla contra el polvo

Unidad de filtro para recambio del de las mascarillas antipolvo, tipo "A", con una retención de partículas superior al 98 %. Con marca CE.

2.7.2.12. Gafas de seguridad contra el polvo y los impactos

Unidad de gafas de seguridad antimpactos en los ojos. Fabricadas con montura de vinilo, pantalla exterior de policarbonato, pantalla interior contra choques y cámara de aire entre las dos pantallas. Modelo panorámico, ajustable a la cabeza mediante bandas elásticas textiles contra las alergias. Con marca CE.

2.7.2.13. Guantes de cuero



Unidad de par de guantes totalmente fabricados en cuero flor, dedos, palma y dorso. Ajustables a la muñeca de las manos mediante tiras textil elásticas ocultas. Comercializados en varias tallas. Con marca CE.

2.7.2.14. Guantes de goma o de PVC

Unidad de par de guantes de goma o de “PVC”, fabricados en una sola pieza, impermeables y resistentes a: cementos, pinturas, jabones, detergentes, amoníaco, etc. comercializados en varias tallas. Con marca CE.

2.7.2.15. Mascarilla contra partículas con filtro mecánico recambiable

Unidad de mascarilla de cobertura total de vías respiratorias, nariz y boca, fabricada con PVC, con portafiltros mecánicos y primer filtro para su uso inmediato; adaptable a la cara mediante bandas elásticas textiles, con regulación de presión. Dotada de válvulas de expulsión de expiración de cierre simple por sobre presión al respirar. Con marca CE.

2.7.2.16. Trajes de trabajo (monos de algodón)

Unidad de mono o buzo de trabajo, fabricado en diversos cortes y confección en una sola pieza, con cierre de doble cremallera frontal, con un tramo corto en la zona de la pelvis hasta cintura. Dotado de seis bolsillos; dos a la altura del pecho, dos delanteros y dos traseros, en zona posterior de pantalón; cada uno de ellos cerrados por una cremallera. Estará dotado de una banda elástica lumbar de ajuste en la parte dorsal al nivel de la cintura. Fabricados en algodón 100%, en los colores blanco, amarillo o naranja. Con marca CE.

2.7.2.17. Traje impermeable de PVC, a base de chaquetilla y pantalón

Unidad de traje impermeable para trabajar. Fabricado en los colores: blanco, amarillo, naranja; en PVC; termosoldado; formado por chaqueta y pantalón. La chaqueta está dotada de dos bolsillos laterales delanteros y de cierre por abotonadura simple. El pantalón se sujeta y ajusta a la cintura mediante cinta de algodón embutida en el mismo. Con marca CE.



2.8. NORMAS A CUMPLIR POR LA SEÑALIZACIÓN

2.8.1. SEÑALIZACIÓN DE OBRA

2.8.1.1. Normativa

La normativa vigente es el R.D. 485/1997, de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo. No es objeto de este apartado la señalización que regula el tráfico por carretera, ferroviario, fluvial, marítimo, y aéreo, que se regulan por su propia normativa.

2.8.1.2. Descripción técnica

Será nueva, a estrenar, o en su defecto estarán en perfecto estado. Estará normalizada según el Real Decreto 485 de 14 de abril de 1.997.

2.8.1.3. Normas para el montaje de las señales

Está previsto el cambio de ubicación de cada señal mensualmente como mínimo para garantizar su máxima eficacia. Se pretende que por integración en el "paisaje habitual de la obra" no sean ignoradas por los trabajadores. Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesaria y no convenga por cualquier causa su retirada. Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice su eficacia.

2.8.2. SEÑALIZACIÓN VIAL

2.8.2.1. Normativa

Esta señalización cumplirá con el nuevo "Código de la Circulación" y con el contenido de la "Norma de carreteras 8.3-IC, señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas fuera de poblado" promulgada por el "MOPU. En las "literaturas" de las mediciones y presupuesto, se especifican: el tipo, modelo, tamaño y material de cada una de las señales previstas para ser utilizadas en la obra. Estos textos deben tenerse por transcritos a



este pliego de condiciones técnicas y particulares como características de obligado cumplimiento.

La señalización vial de esta obra es doble; es decir, pretende proteger a los conductores de la vía respecto de riesgo a terceros por la existencia de obras, y además, proteger a los trabajadores de la obra de los accidentes causados por la irrupción, por lo general violenta, de los vehículos en el interior de la obra.

2.8.2.2. Descripción técnica

Serán nuevas, a estrenar, o en su defecto estarán en perfecto estado. Señal de tráfico normalizada según la norma de carreteras “8.3-IC, señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado”.

2.8.2.3. Normas para el montaje de las señales

No se instalarán en los paseos o arcenes, pues ello constituiría un obstáculo fijo temporal para la circulación. Queda prohibido inmovilizarlas con piedras apiladas o con materiales sueltos, se instalarán sobre los pies derechos metálicos y trípodes que les son propios. Las señales permanecerán cubiertas por elementos opacos cuando el riesgo, recomendación o información que anuncian sea innecesario y no convenga por cualquier causa su retirada.

Se instalarán en los lugares y a las distancias que se indican en los planos específicos de señalización vial. Se mantendrá permanentemente un tajo de limpieza y mantenimiento de señales, que garantice la eficacia de la señalización vial instalada en esta obra.

En cualquier caso y pese a lo previsto en los planos de señalización vial, se tendrán en cuenta los comentarios y posibles recomendaciones que hagan la Jefatura Provincial de Carreteras a lo largo de la realización de la obra y por su especialización, los de la Guardia Civil de Tráfico.

2.9. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO



En todo momento se estará a lo dispuesto por el 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. Se entiende por equipo de trabajo, cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

La empresa adjudicataria hará cumplir a todos los intervinientes en la obra, las siguientes condiciones generales:

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente, la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca CE., Se entenderá que dentro de las posibilidades, se utilizaran estos equipos.

2.10. CONDICIONES DE SEGURIDAD DE MÁQUINAS

Los vehículos subcontratados tendrán vigente la Póliza de Seguros con Responsabilidad Civil ilimitada el Carnet de Empresa y los Seguros Sociales cubiertos, antes de comenzar los trabajos en la obra. La máquina será portadora de la documentación para su mantenimiento y conservación, provenga ésta del fabricante, del importador o del suministrador.

La revisión será la que marque el fabricante, importador o suministrador en los documentos antes mencionados, y deberá de encontrarse siempre actualizada.

2.10.1. MARCADO



Toda la maquinaria de obra llevara de forma legible las siguientes indicaciones:

- Nombre y dirección del fabricante
- Marcado “CE”
- Designación de la serie o el modelo
- Año de fabricación

2.10.2. MANUAL DE INSTRUCCIONES

Cada máquina llevará un manual de instrucciones en el que se indique como mínimo lo siguiente:

- Las condiciones previstas de utilización
- Los puestos de trabajo que pueden ocupar los trabajadores. Las instrucciones para que pueda efectuarse sin riesgo.
- La puesta en servicio
- La utilización
- La instalación
- El montaje y el desmontaje
- El reglaje
- El mantenimiento (conservación y reparación)

2.10.3. NORMAS DE AUTORIZACIÓN DEL USO DE MAQUINARIA Y DE LAS MÁQUINAS HERRAMIENTA

Está demostrado por la experiencia, que muchos de los accidentes de las obras ocurren entre otras causas, por la falta de experiencia o de formación ocupacional y la impericia. Para evitar en lo posible estas situaciones, se implantará en esta obra la obligación real de estar autorizado a utilizar una máquina, o una determinada máquina herramienta.

Para ello, el jefe de obra o bien el encargado de seguridad, cumplimentara una ficha en la que autorizara expresamente la persona o personas que pueden utilizar un determinado equipo.



Estos documentos, se firmarán por triplicado. El original quedará archivado en la oficina de la obra. La copia, se entregará firmada y sellada en original, a la Dirección Facultativa, la tercera copia, se entregará firmada y sellada en original al interesado.

2.11. CONDICIONES DE LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

2.11.1. CASETAS DE LAVABOS Y ASEOS

Se dispondrán en obra casetas con lavados y duchas, con agua fría y caliente. El número de grifos será, por lo menos, de uno por cada diez usuarios. El número de duchas, también será de una por cada diez trabajadores, de las cuales, por lo menos una cuarta parte, se instalarán en cabinas individuales. Existirá al menos un inodoro por cada 25 hombres. Las dimensiones mínimas de las cabinas serán 1 metro por 1,20 de superficie y 2,30 metros de altura. Los inodoros y urinarios se instalarán y se conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.

2.11.2. CASETAS DE VESTUARIOS

La superficie mínima de los vestuarios será de dos metros cuadrados por cada trabajador que haya de utilizarlos, y la altura mínima del techo será de 2,30 metros. Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

2.11.3. AGUA POTABLE

Las Empresas facilitarán a su personal, en los lugares de trabajo, agua potable, disponiendo para ello de grifos de agua corriente, y en caso de no existir ésta, de un servicio de abastecimiento con recipientes limpios y en cantidad suficiente en perfectas condiciones de higiene. Se indicará mediante carteles si el agua no es potable.

2.11.4. COMEDORES

Se instalarán comedores cerrados con las siguientes condiciones:

- Contarán con bancos o sillas y mesas



- Se mantendrán en absoluto estado de limpieza
- Medios adecuados para calentar las comidas

2.11.5. CONDICIONES COMUNES A TODAS LAS INSTALACIONES PROVISIONALES

- Dispondrán de aislamiento térmico.
- Tendrán ventilación al exterior natural o forzada.
- Dispondrán de calefacción en invierno.

2.12. ENCARGADO DE SEGURIDAD

La empresa adjudicataria nombrará un encargado de seguridad que será un técnico cualificado en prevención de riesgos laborales, o en su defecto, un trabajador con amplia experiencia que demuestre haber seguido con aprovechamiento algún curso específico de Seguridad y Salud en el trabajo en la construcción y de socorrismo.

2.12.1. NORMAS GENERALES DE ACTUACIÓN DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD

- Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la Seguridad y Salud.
- Realizar el análisis y evaluación de riesgos preceptivo según la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Comunicar al coordinador, o en su caso, a la Dirección Facultativa, (o a la Jefatura de Obra), las situaciones del riesgo detectado y la prevención adecuada.
- Examinar las condiciones relativas al orden, limpieza, ambiente, instalaciones y máquinas con referencia a la detección de riesgos profesionales.
- Prestar los primeros auxilios a los accidentados.
- Actuar como conocedor de la Seguridad en el Comité de Seguridad e Higiene.
- Conocer con detalle el Plan de Seguridad y Salud de la obra.
- Colaborar con el coordinador de Seguridad y Salud, y en su caso, con la Dirección Facultativa, (o Jefatura de Obra), en la investigación de los accidentes



2.12.2. NORMAS ESPECÍFICAS DE ACTUACIÓN DEL ENCARGADO DE SEGURIDAD

- Realizar el análisis y evaluación de riesgos preceptivos según la Ley 31 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Controlar la puesta en obra de las normas de seguridad.
- Dirigir la puesta en obra de las unidades de seguridad.
- Efectuar las mediciones de obra ejecutada con referencia al capítulo de seguridad.
- Dirigir las cuadrillas de seguridad.
- Controlar las existencias y acopios del material de seguridad.
- Revisar la obra diariamente cumplimentando el listado de comprobación y decontrol adecuado a cada fase o fases.
- Redacción de los partes de accidente de la obra.
- Controlar los documentos de autorización de utilización de la maquinaria de la obra.

2.13. EL LIBRO DE INCIDENCIAS

Se trata de un documento de denuncia automática ante la Inspección Provincial de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra, de las anotaciones con fines de seguimiento y control, realizadas durante la ejecución de la seguridad en la obra.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa.

A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del plan de seguridad.



Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados, a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

2.14. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

2.14.1. LEY 31/95 DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Artículo 18. Información, consulta y participación de los trabajadores.

A fin de dar cumplimiento al deber de protección establecido en la Ley 31/95, el empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.
- Las medidas adoptadas de conformidad con lo dispuesto en el artículo 20 de la presente Ley.

En las empresas que cuenten con representantes de los trabajadores, la información a que se refiere el presente apartado se facilitará por el empresario a los trabajadores a través de dichos representantes; no obstante, deberá informarse directamente a cada trabajador de los riesgos específicos que afecten a su puesto de trabajo o función y de las medidas de protección y prevención aplicables a dichos riesgos.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, y permitir su participación, en el marco de todas las cuestiones que afecten a la seguridad y a la salud en el trabajo, de conformidad con lo dispuesto en el capítulo V de la presente Ley. Los trabajadores tendrán derecho a efectuar



propuestas al empresario, así como a los órganos de participación y representación previstos en el capítulo V de esta Ley, dirigidas a la mejora de los niveles de protección de la seguridad y la salud en la empresa.

Artículo 19. Formación de los trabajadores.

En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

La formación deberá estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador, adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos y repetirse periódicamente, si fuera necesario.

La formación a que se refiere el apartado anterior deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento en aquélla del tiempo invertido en la misma. La formación se podrá impartir por la empresa mediante medios propios o concertándola con servicios ajenos, y su coste no recaerá en ningún caso sobre los trabajadores.

El contratista adjudicatario de la obra deberá definir dentro del plan de seguridad y salud, el modo, en tiempo y manera, de llevar a la práctica esta obligación.

2.15. ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE

2.15.1. ACCIONES A SEGUIR

El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones. En caso de caída desde altura o a distinto nivel, y en el caso de accidente eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves, en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas espe-



ciales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia, y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.

En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.

Con el fin de que sea conocido por todas las personas participantes en la obra, se instalarán una serie de rótulos con caracteres visibles a 2 m., de distancia, en los que se suministra la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto etc.

El rótulo se colocará de forma obligatoria en los siguientes lugares de la obra:

- Acceso a la obra en siEn la oficina de obra
- En el vestuario aseo del personal
- En el comedor
- En tamaño hoja Din A4, en el interior de cada maletín botiquín de primeros auxilios

Esta obligatoriedad se considera una condición fundamental para lograr la eficacia de la asistencia sanitaria en caso de accidente laboral.

2.15.2. COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Jefe de Obra o el Encargado de Seguridad y Salud, queda obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro explicativo informativo siguiente, que se consideraran acciones clave para un mejor análisis de la prevención decidida y su eficacia:

Accidentes graves y muy graves

- A la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene: de todos y de cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas, y adoptar las correcciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.



Accidentes mortales

- Al Juzgado de Guardia.
- A la Dirección Facultativa de Seguridad e Higiene: De Forma Inmediata, con el fin de investigar sus causas y adoptar las acciones oportunas.
- A la Autoridad Laboral: en las formas que establece la legislación vigente en materia de accidentes laborales.

2.15.3. ACTUACIONES ADMINISTRATIVAS EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL

El Jefe de Obra, en caso de accidente laboral, realizará las siguientes actuaciones administrativas:

- Accidentes sin baja laboral: se compilarán en la hoja oficial de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica, que se presentará en la entidad gestora o colaboradora, en el plazo de los 5 primeros días del mes siguiente.
- Accidentes con baja laboral: originarán un parte oficial de accidente de trabajo, que se presentará en la entidad gestora o colaboradora en el plazo de 5 días hábiles, contados a partir de la fecha del accidente.
- Accidentes graves, muy graves y mortales, o que hayan afectado a 4 o más trabajadores: se comunicarán a la Autoridad Laboral, telefónicamente y por fax, en el plazo de 24 horas contadas a partir de la fecha del siniestro.

2.15.4. MALETÍN-BOTIQUÍN DE ASISTENCIA INMEDIATA A ACCIDENTADOS

En la obra, existirá, en todo momento un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

- Accidentes
- Agua oxigenada
- Alcohol de 96 grados
- Tintura de yodo



- Mercurocromo o cristalmina
- Amoniaco
- Gasa estéril
- Algodón hidrófilo estéril
- Esparadrapo antialérgico
- Torniquetes antihemorrágicos
- Bolsa para agua o hielo
- Guantes esterilizados
- Termómetro clínico
- Apósitos autoadhesivos
- Antiespasmódicos
- Analgésicos
- Tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

2.16. NORMAS DE MEDICIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LAS PARTIDAS PRESUPUESTARIAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Las mediciones de los componentes y equipos de seguridad se realizarán en la obra, mediante la aplicación de las unidades físicas y patrones internacionales que las definen; es decir: m, m², m³, Ud, y h.

La medición de los equipos de protección individual utilizados, se realizará mediante el análisis de los partes de entrega definidos en este pliego de condiciones técnicas y particulares, junto con el control del acopio de los equipos retirados por uso, caducidad o rotura.

La certificación del presupuesto de seguridad de esta obra, está sujeta a las normas de certificación, que deben aplicarse al resto de las partidas presupuestarias del proyecto de ejecución.

Estas partidas a las que nos referimos, son parte integrante del proyecto de ejecución por definición expresa de la legislación vigente.



2.16.1. CONTROL DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

El control de la entrega de los equipos de protección individual se realizará mediante el modelo que se expresa a continuación o cualquier otro similar:

Obra

Empresa afectada por el control

Nombre del trabajador

Oficio

Categoría

Equipos de protección individual que recibe



3. PRESUPUESTO

3.1. MEDICIONES

Código	Elemento	Uds.
5.3.1.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	
5.3.1.1.	Casco de seguridad homologado	100
5.3.1.1.	Gafas antiimpactos de seguridad estándar	100
5.3.1.1.	Pantalla de seguridad para soldar	10
5.3.1.1.	Gafas de seguridad para oxicorte	10
5.3.1.1.	Mascarilla respiratoria antipolvo	20
5.3.1.1.	Protector auditivo	50
5.3.1.1.	Cinturón de seguridad	20
5.3.1.1.	Mono de trabajo	100
5.3.1.1.	Par de guantes de cuero de uso general	50
5.3.1.1.	Par de guantes para soldar	50
5.3.1.1.	Par de guantes dieléctricos	50
5.3.1.1.	Par de guantes de goma finos	30
5.3.1.1.	Par de botas de seguridad de cuero	50
5.3.1.1.	Par de botas dieléctricas	20
5.3.1.1.	Par de botas de agua de PVC	40
5.3.1.2	PROTECCIONES COLECTIVAS	
5.3.1.2.	Señal normalizada de tráfico (incluyendo soporte)	10
5.3.1.2.	Cartel indicativo de riesgo	10
5.3.1.2.	Cinta de balizamiento reflectante (m)	1000
5.3.1.2.	Cono de plástico reflector	40
5.3.1.2.	Luminaria intermitente de color ámbar de 12V con batería	20



5.3.1.2.	Valla móvil metálica de contención de peatones de 2,5 m de largo y 1 m de altura	300
5.3.1.2.	Valla normalizada de desviación de tráfico	4
5.3.1.2.	Mano de obra de mantenimiento de protecciones y reposición	1
5.3.1.3	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	
5.3.1.3.	Elementos de protección de las instalaciones eléctricas	2
5.3.1.3.	Instalación de toma de tierra por cables de cobre y picas de acero	2
5.3.1.3.	Pértiga de maniobra	2
5.3.1.4	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de sanitarios (meses)	15
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de comedor (meses)	15
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de vestidor (meses)	15
5.3.1.4.	Alquiler 50 taquillas (meses)	15
5.3.1.4.	Acometida de agua para aseos	1
5.3.1.4.	Acometida eléctrica para módulos instalados	1
5.3.1.4.	Radiador infrarrojo	4
5.3.1.4.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación (h)	810
5.3.1.5	EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
5.3.1.5.	Extintor de polvo seco, de 6 kg de carga, con presión incorporada	2
5.3.1.6	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
5.3.1.6.	Unidad de Botiquín	2
5.3.1.6.	Reposición de material sanitario	2
5.3.1.6.	Reconocimiento médico obligatorio	100
5.3.1.7	FORMACIÓN Y REUNIONES	
5.3.1.7.	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (uds)	15
5.3.1.7.	Formación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (h)	100



3.2. CUADRO DE PRECIOS N°1

Código	Elemento	Precio (€)
5.3.1.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES	
5.3.1.1.1.	Casco de seguridad homologado	2,5
5.3.1.1.1.	Gafas antiimpactos de seguridad estándar	2
5.3.1.1.1.	Pantalla de seguridad para soldar	15
5.3.1.1.1.	Gafas de seguridad para oxicorte	5
5.3.1.1.1.	Mascarilla respiratoria antipolvo	10
5.3.1.1.1.	Protector auditivo	15
5.3.1.1.1.	Cinturón de seguridad	20
5.3.1.1.1.	Mono de trabajo	15
5.3.1.1.1.	Par de guantes de cuero de uso general	2.5
5.3.1.1.1.	Par de guantes para soldar	50
5.3.1.1.1.	Par de guantes dieléctricos	25
5.3.1.1.1.	Par de guantes de goma finos	2
5.3.1.1.1.	Par de botas de seguridad de cuero	20
5.3.1.1.1.	Par de botas dieléctricas	30
5.3.1.1.1.	Par de botas de agua de PVC	10
5.3.1.2	PROTECCIONES COLECTIVAS	
5.3.1.2.	Señal normalizada de tráfico (incluyendo soporte)	30
5.3.1.2.	Cartel indicativo de riesgo	5
5.3.1.2.	Cinta de balizamiento reflectante (m)	0,06
5.3.1.2.	Cono de plástico reflector	5
5.3.1.2.	Luminaria intermitente de color ámbar de 12V con batería	10
5.3.1.2.	Valla móvil metálica de contención de peatones de 2,5 m de largo y 1 m de altura	10



5.3.1.2.	Valla normalizada de desviación de tráfico	30
5.3.1.2.	Mano de obra de mantenimiento de protecciones y reposición	1500
5.3.1.3	PROTECCIONES ELÉCTRICAS	
5.3.1.3.	Elementos de protección de las instalaciones eléctricas	2000
5.3.1.3.	Instalación de toma de tierra por cables de cobre y picas de acero	150
5.3.1.3.	Pértiga de maniobra	30
5.3.1.4	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de sanitarios (meses)	36
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de comedor (meses)	32
5.3.1.4.	Alquiler módulo prefabricado de vestidor (meses)	20
5.3.1.4.	Alquiler 50 taquillas (meses)	30
5.3.1.4.	Acometida de agua para aseos	150
5.3.1.4.	Acometida eléctrica para módulos instalados	100
5.3.1.4.	Radiador infrarrojo	30
5.3.1.4.	Mano de obra empleada en limpieza y conservación (h)	6
5.3.1.5	EXTINCIÓN DE INCENDIOS	
5.3.1.5.	Extintor de polvo seco, de 6 kg de carga, con presión incorporada	34
5.3.1.6	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS	
5.3.1.6.	Unidad de Botiquín	32
5.3.1.6.	Reposición de material sanitario	255
5.3.1.6.	Reconocimiento médico obligatorio	15
5.3.1.7	FORMACIÓN Y REUNIONES	
5.3.1.7.	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (uds)	50
5.3.1.7.	Formación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (h)	9



3.3. PRESUPUESTOS PARCIALES

Código	Elemento	Uds.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
5.3.1.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES			
5.3.1.1.1	1 Casco de seguridad homologado	100	2,5	250
5.3.1.1.1	2 Gafas antiimpactos de seguridad estándar	100	2	200
5.3.1.1.1	3 Pantalla de seguridad para soldar	10	15	150
5.3.1.1.1	4 Gafas de seguridad para oxicorte	10	5	50
5.3.1.1.1	5 Mascarilla respiratoria antipolvo	20	10	200
5.3.1.1.1	6 Protector auditivo	50	15	750
5.3.1.1.1	7 Cinturón de seguridad	20	20	400
5.3.1.1.1	8 Mono de trabajo	100	15	1500
5.3.1.1.1	9 Par de guantes de cuero de uso general	50	2,5	125
5.3.1.1.1	10 Par de guantes para soldar	50	50	2500
5.3.1.1.1	11 Par de guantes dieléctricos	50	25	1250
5.3.1.1.1	12 Par de guantes de goma finos	30	2	60
5.3.1.1.1	13 Par de botas de seguridad de cuero	50	20	1000
5.3.1.1.1	14 Par de botas dieléctricas	20	30	600
5.3.1.1.1	15 Par de botas de agua de PVC	40	10	400
5.3.1.2	PROTECCIONES COLECTIVAS			
5.3.1.2.	1 Señal normalizada de tráfico (incluyendo soporte)	10	30	300
5.3.1.2.	2 Cartel indicativo de riesgo	10	5	50
5.3.1.2.	3 Cinta de balizamiento reflectante (m)	1000	0,06	60
5.3.1.2.	4 Cono de plástico reflector	40	5	200



5.3.1.2.	5	Luminaria intermitente de color ámbar de 12V con batería	20	10	200
5.3.1.2.	6	Valla móvil metálica de contención de peatones de 2,5 m de largo y 1 m de altura	300	10	3000
5.3.1.2.	7	Valla normalizada de desviación de tráfico	4	30	120
5.3.1.2.	8	Mano de obra de mantenimiento de protecciones y reposición	1	1500	1500
5.3.1.3		PROTECCIONES ELÉCTRICAS			
5.3.1.3.	1	Elementos de protección de las instalaciones eléctricas	2	2000	4000
5.3.1.3.	2	Instalación de toma de tierra por cables de cobre y picas de acero	2	150	300
5.3.1.3.	3	Pértiga de maniobra	2	30	60
5.3.1.4		INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			
5.3.1.4.	1	Alquiler módulo prefabricado de sanitarios (meses)	15	36	540
5.3.1.4.	2	Alquiler módulo prefabricado de comedor (meses)	15	32	480
5.3.1.4.	3	Alquiler módulo prefabricado de vestidor (meses)	15	20	300
5.3.1.4.	4	Alquiler 50 taquillas (meses)	15	30	450
5.3.1.4.	5	Acometida de agua para aseos	1	150	150
5.3.1.4.	6	Acometida eléctrica para módulos instalados	1	100	100
5.3.1.4.	7	Radiador infrarrojo	4	30	120
5.3.1.4.	8	Mano de obra empleada en limpieza y conservación (h)	810	6	4860
5.3.1.5		EXTINCIÓN DE INCENDIOS			
5.3.1.5.	1	Extintor de polvo seco, de 6 kg de carga, con presión incorporada	2	34	68
5.3.1.6		EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS			
5.3.1.6.	1	Unidad de Botiquín	2	32	64



5.3.1.6.	2	Reposición de material sanitario	2	255	510
5.3.1.6.	3	Reconocimiento médico obligatorio	100	15	1500
5.3.1.7		FORMACIÓN Y REUNIONES			
5.3.1.7.	1	Reunión mensual del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (uds)	15	50	750
5.3.1.7.	2	Formación del Comité de Seguridad e Higiene en el Trabajo (h)	100	9	900



3.4. PRESUPUESTO GENERAL

Código	Elemento	Uds.	Precio Unitario (€)	Precio total (€)
5.3.1.1	PROTECCIONES INDIVIDUALES			9.435,00
5.3.1.2	PROTECCIONES COLECTIVAS			5.430,00
5.3.1.3	PROTECCIONES ELÉCTRICAS			4.360,00
5.3.1.4	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR			7.000,00
5.3.1.5	EXTINCIÓN DE INCENDIOS			68,00
5.3.1.6	EQUIPOS DE PRIMEROS AUXILIOS			2.074,00
5.3.1.7	FORMACIÓN Y REUNIONES			1.650,00
TOTAL				30.017,00

Asciende el presupuesto del estudio de seguridad y salud del presente proyecto a la expresada cantidad de TREINTA MIL DIECISIETE EUROS con CERO CÉNTIMOS

En Madrid, a Julio de 2017.

Francisco Muñoz Viguera