



UNIVERSITAT
JAUME I

Universidad Jaume I

Escuela Superior de Tecnología y Ciencias Experimentales

Grado en Ingeniería Química

**Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas
para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas**

Trabajo Fin de Grado

Autor/a

Javier Alcaide Pérez

Tutor/a

María José Orts Tari

Castellón, 07 de Octubre de 2016

Índice general

- 1. Índice del proyecto**
- 2. Memoria**
- 3. Anexos**
 - 3.1. Cálculos**
 - 3.2. Localización**
 - 3.3. Explotación y mantenimiento**
 - 3.4. Instrumentación y control**
 - 3.5. Gestión residuos de obra**
 - 3.6. Estudio de seguridad y salud**
 - 3.7. Especificaciones técnicas**
 - 3.8. Presupuesto de explotación**
- 4. Planos**
- 5. Pliego de condiciones**
- 6. Estado de mediciones**
- 7. Presupuesto**

DOCUMENTO II

MEMORIA

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

TRATAMIENTO TERCIARIO DE UNA
E.D.A.R. PARA LA
REUTILIZACIÓN DEL AGUA EN EL RIEGO DE ZONAS VERDES URBANAS.

Autor: Javier Alcalde Pérez.

Directora de proyecto: María José Orts Tari.

RESUMEN DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de un tratamiento Terciario para una Estación Depuradora de Aguas Residuales y una estación de bombeo, con la finalidad de utilizar el agua para el riego de zonas verdes urbanas, utilizándose para ello el marco técnico legal establecido actualmente en el Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, para su reutilización como aguas de riego de zonas verdes urbanas como: parques, campos deportivos y similares.

Para poder dimensionar la instalación es fundamental establecer unas bases de partida. Estas son las siguientes:

- Características que posee el agua tratada en la E.D.A.R y que va a entrar en el tratamiento terciario.
- Calidad de agua que hay que obtener a la salida del tratamiento terciario.
- Caudal de diseño de las instalaciones.

Con este proyecto se pretende diseñar un tratamiento terciario que funcione por gravedad y una estación de bombeo, que tenga la capacidad suficiente para tratar las aguas urbanas de 22000 habitantes equivalentes, previamente tratadas mediante tratamientos biológicos convencionales (decantación primaria, reactor biológico, decantación secundaria, ...) en la misma planta depuradora y de impulsarlas después de ser tratadas al depósito regulador correspondiente.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El caudal de diseño del Tratamiento Terciario y de la estación de bombeo es de $7425\text{m}^3/\text{día}$. Estas instalaciones constan de los mecanismos necesarios para regular el funcionamiento del tratamiento terciario y la estación de bombeo cuando el caudal varíe, ya que esta diseñada a caudal punta pero hay variaciones de éste durante el día.

El caudal de diseño es de $7425\text{m}^3/\text{día}$, 1,5 veces el caudal medio que es de $4950\text{m}^3/\text{día}$, mientras que el caudal mínimo, recibido por las noches, es de $2475\text{m}^3/\text{día}$.

Una vez realizado el dimensionamiento de las instalaciones, se seleccionan los diferentes equipos mecánicos y las operaciones que van a formar parte del tratamiento terciario.

Por ello, partiendo de los datos obtenidos en el diseño, se hace un estudio técnico-económico considerando las diferentes alternativas de productos que ofrece el mercado, con objeto de elegir aquellos que ofrezcan más calidad técnica, rendimiento, fiabilidad de resultados de funcionamiento y precios competitivos.

Se realiza también un estudio hidráulico para obtener la línea piezométrica. El proceso de cálculo seguido se basa en el análisis del comportamiento hidráulico de los distintos elementos que componen el tratamiento terciario, relacionándose unos con otros mediante los balances de energía mecánica.

Cuando el proyecto esté construido debe empezar a funcionar de forma progresiva. Primero se realizará la puesta en marcha, periodo que dura cierto tiempo, 2 meses aproximadamente, hasta que las instalaciones entran en régimen de funcionamiento permanente y a partir de ahí, controlar por los distintos sistemas de control que todos los equipos cumplen su función.

El agua que se va a tratar, viene del decantador secundario de la depuradora y se envía al proceso físico-químico del tratamiento terciario que es su primera etapa.

El tratamiento físico químico está formado por dos etapas importantes: la de coagulación y la de floculación. Con el proceso físico químico lo que se va a conseguir es una aglomeración de las partículas en suspensión para poder hacerlas sedimentar en

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

el decantador lamelar. El tratamiento físico químico comienza con la cámara de mezcla.

A esta cámara se le suministra, por medio de una bomba dosificadora, un reactivo químico, el sulfato de aluminio, que consigue desestabilizar las partículas. La cámara de mezcla tiene una capacidad de 12891 litros. El sulfato de aluminio se encuentra almacenado en un depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio, que gracias a una bomba dosificadora con regulación del caudal de dosificación, se dosifica en la cámara de mezcla.

El tratamiento físico químico continúa con un tratamiento de floculación, para ello se necesita añadir un floculante, que en este caso es un poli-electrolito aniónico. Es un compuesto orgánico que tiene la propiedad de hacer que las partículas se agreguen entre sí, y formar aglomerados de partículas sólidas más grandes, que se retienen en el proceso de decantación y posterior filtración. La dosificación del poli-electrolito aniónico funciona como en el caso del sulfato de aluminio por medio de una bomba dosificadora con regulación del caudal dosificado, que dosifica la cantidad necesaria para el caudal de agua en cada momento. El proceso de floculación se realiza haciendo que el fluido circule de una cámara a otra, es decir, existen cinco cámaras de floculación por donde el fluido va circulando (se basa en hacer que el fluido entre por arriba a la cámara y salga por abajo).

A continuación de la cámara de floculación va el decantador lamelar. Donde se eliminan la mayoría de los sólidos en suspensión que han aumentado de tamaño en la cámara de floculación. La cantidad de fangos generados y depositados en el fondo son enviados a cabecera de planta para que sigan de nuevo todo el proceso de tratamiento previo al tratamiento terciario y sea reutilizado o eliminado en los respectivos tratamientos biológicos o decantador lamelar.

A continuación el agua clarificada pasa a un filtro de arena donde se filtra y se le eliminan los sólidos en suspensión más pequeños que en el sedimentador lamelar no se han podido eliminar.

La etapa de filtración está compuesta por dos líneas de filtros de arena con las mismas dimensiones y características, funcionando por ciclos, es decir, cuando uno

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

funciona el otro se somete a un sistema de lavado para que recupere sus condiciones de funcionamiento.

Tras la fase de filtrado, el efluente se someterá a un tratamiento de desinfección mediante un equipo en tubería de rayos ultravioleta antes de su paso a la cámara de cloración. El proceso de desinfección por ultravioleta se encuentra situado en la propia conducción de agua y son unas lámparas que se encargan de inocular el germen a su paso por la luz.

Después del paso por la desinfección mediante radiación ultravioleta, el agua pasa a un tanque de regulación-cloración donde si resulta necesario se completa el proceso de desinfección mediante la adición de hipoclorito sódico por medio de una bomba dosificadora con regulación de caudal. La cámara de cloración que esta separada por 7 canales que hacen que el agua circule zigzagueando de canal a canal y permanezca un tiempo de contacto mínimo de unos 20 minutos para que la acción del cloro sea efectiva.

Un vez el agua ha recorrido todo el proceso del tratamiento terciario, una conducción la lleva por gravedad a la estación de bombeo, donde es impulsada por medio de una conducción de 650m de longitud y un desnivel topográfico de 42m, hasta un depósito de acumulación de 2475m³, que corresponde a una capacidad de 8h a caudal punta.

La estación de bombeo esta compuesta por dos bombas de impulsión, más una de repuesto por si se rompe alguna de las que están en funcionamiento y así no que darse sin posibilidad de impulsión.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2. MEMORIA.....	15
2.1. Introducción.	15
2.2. Motivación del proyecto u objeto.	15
2.3. Alcance	19
2.4. Antecedentes	21
2.5. Normas y referencias	25
2.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	25
2.5.2. Bibliografía.....	29
2.5.3. Programas de cálculo, redacción y diseño.....	30
2.5.4. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la ejecución del proyecto:..	30
2.6. Definiciones y abreviaturas	31
2.7. Requisitos de diseño	33
2.7.1. Calidad agua de entrada al tratamiento terciario (salida del secundario).....	33
2.7.2. Calidad del agua de salida.....	33
2.7.3 Habitantes equivalentes y dotaciones del caudal.....	34
2.7.4 Caudales de diseño.....	35
2.8. Análisis de soluciones	39
2.8.1. Primera parte: tratamiento físico-químico.....	40
2.8.1.1 Coagulación-floculación.....	40
2.8.1.3. Decantador lamelar.....	50
2.8.1.4 Flotación.....	52
2.8.1.5 Filtración.....	56
2.8.1.6 Ultrafiltración.....	62
2.8.2. Segunda parte: tratamiento de desinfección.....	67
8.2.2.1 Tanque de Cloración	68
8.2.2.2 Desinfección con ozono.....	73
8.2.2.3 Desinfección con lámparas ultravioleta (UV).....	77
2.8.3. Solución adoptada.....	84
2.8.3.1. Descripción del proceso.....	84
2.8.3.1.1. Coagulación-Floculación.....	85
2.8.3.1.2. Decantador lamelar.....	86
2.8.3.1.3. Filtro de arena convencional.....	87
2.8.3.1.4. Desinfección UV.....	88
2.8.3.1.5. Tanque de cloración.....	89

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2.9. Resultados finales	90
2.9.1. Adecuación del terreno.....	90
2.9.1.1. Movimiento general de tierras.....	90
2.9.1.2. Cimentación de las instalaciones.....	90
2.9.2. Obra civil.....	90
2.9.2.1. Nave de bombeo.....	91
2.9.2.2. Nave de soplantes.....	91
2.9.3. Obra de llegada.....	92
2.9.4.2. Tanque floculación.....	93
2.9.4.3. Sistema de dosificación de los coagulantes y floculantes.....	93
2.9.5. Decantador lamelar.....	94
2.9.5.1. Sistema extracción de fangos.....	95
2.9.6. Filtros convencionales.....	95
2.9.6.1. Sistema de limpieza filtros convencionales.....	97
2.9.7. Lámparas de desinfección UV.....	97
2.9.8. Canal de cloración.....	98
2.9.8.1. Sistema dosificación hipoclorito sódico.....	99
2.9.9. Estación de bombeo.....	99
2.9.10. Depósito de almacenamiento.....	100
2.9.11. Tuberías y conducciones.....	101
2.10. Planificación	102
2.10.1. Calendario y jornada laboral.....	103
2.10.2. Plazo de ejecución.....	103
2.11. Orden de prioridad entre los documentos básicos.	105

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLAS

- Tabla 1. Valores máximos admisibles para el uso del agua en el riego de zonas verdes urbanas.....	23
- Tabla 2. Características del agua a tratar.....	33
- Tabla 3. Características del agua tratada.....	34
- Tabla 4. Equivalencias población-dotación.....	35
- Tabla 5. Consumos urbanos según usos.....	35
- Tabla 6. Ventajas y desventajas de la utilización del sulfato de aluminio.....	42
- Tabla 7. Ventajas y desventajas de la utilización del sulfato de hierro.....	43
- Tabla 8. Ventajas y desventajas de la utilización del cloruro de hierro.....	44
- Tabla 9. Ventajas y desventajas de la utilización de la electrocoagulación.....	50
- Tabla 10. Ventajas y desventajas de proceso de decantación lamelar.....	52
- Tabla 11. Ventajas y desventajas de la utilización del proceso de flotación.....	55
- Tabla 12. Ventajas y desventajas de la filtración ascendente frente a la descendente.....	62
- Tabla 13. Ventajas y desventajas de la ultrafiltración.....	66
- Tabla 14. Características de los posibles desinfectantes para el canal de cloración.....	68
- Tabla 15. Ventajas y desventajas de la utilización del tanque de cloración.....	73
- Tabla 16. Ventajas y desventajas de la utilización del ozono como desinfectante.....	77
- Tabla 17. Ventajas y desventajas de la utilización de las lámparas de desinfección UV.....	82
- Tabla 18. Características de las conducciones del tratamiento terciario.....	101
- Tabla 19. Relación tareas-duración de la construcción del tratamiento terciario.....	104

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

FIGURAS

- Figura 1. Diagrama de flujo de la primera parte del tratamiento terciario.....	39
- Figura 2. Imagen neutralización de las cargas mediante el coagulante.....	41
- Figura 3. Repulsión de las cargas en función de la distancia.....	41
- Figura 4. Representación de varios mezcladores del tipo resalto hidráulico.....	46
- Figura 5. Representación de un mezclador en línea.....	46
- Figura 6. Representación de un mezclador hidráulico de baffles.....	47
- Figura 7. Representación de un mezclador con agitadores de hélice y mezcladores hidráulicos de baffles.....	47
- Figura 8. Representación de las reacciones en el proceso en el proceso de electrocoagulación.....	49
- Figura 9. Perfil de un decantador lamelar.....	52
- Figura 10. Representación de un proceso FAD.....	53
- Figura 11. Representación de un proceso de flotación por aireación.....	54
- Figura 12. Representación de un proceso de flotación por vacío.....	54
- Figura 13. Imagen del perfil de un filtro convencional.....	58
- Figura 14. Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo descendente.....	59
- Figura 15. Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y semicontinuo.....	59
- Figura 16. Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y continuo.....	60
- Figura 17. Esquema de un filtro de puente móvil.....	61
- Figura 18. Representación de la filtración en línea.....	63
- Figura 19. Representación de la filtración tangencial.....	63
- Figura 20. Imagen membranas de cartuchos.....	64
- Figura 21. Imagen membrana enrollada en espiral.....	65
- Figura 22. Imagen esquema membrana tubular.....	65
- Figura 23. Diagrama de flujo de la segunda parte del tratamiento terciario.....	67
- Figura 24. Proceso de desinfección con cloro gas.....	73

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Figura 25. Esquema proceso de ozonización.....	74
- Figura 26. Esquema proceso de desinfección UV.....	78
- Figura 27. Montaje lámparas desinfección UV sumergidas.....	80
- Figura 28. Montaje lámparas desinfección UV suspendidas fuera del líquido.....	81
- Figura 29. Diagrama de flujo del tratamiento terciario.....	84
- Figura 30. Esquema desarrollo de las obras de construcción del tratamiento terciario.....	104

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2. MEMORIA

2.1. Introducción.

El proyecto se plantea como un caso real. El responsable de la redacción del proyecto es el alumno de Grado en Ingeniería Química de La Universidad Jaime I, Javier Alcalde Pérez con DNI 44804001-R para obtener el título de graduado en Ingeniería Química.

2.2. Motivación del proyecto u objeto.

En este apartado vamos a relacionar la necesidades de la depuración del agua con el objetivo de nuestro tratamiento terciario, ya que están íntimamente relacionados, aunque el tratamiento terciario es la última etapa de la depuración de las aguas.

Los principales motivos para la depuración de las aguas residuales son los siguientes:

- Progresiva demanda y contaminación del agua y del medio

La progresiva demanda de agua y la creciente contaminación de nuestras aguas, esencialmente por vertidos industriales y productos agrarios, implican una reflexión a distintos niveles.

Si hay algo en lo que todo el mundo está de acuerdo, es en afirmar la importancia del agua, para la vida y la calidad de la misma. Igualmente, nadie discute que, en un futuro próximo, este recurso esencial será cada vez más objeto de polémica y atención a todos los niveles, desde el ciudadano y administraciones hasta organismos internacionales y, cómo no, de empresas multinacionales interesadas en el comercio de todo lo relacionado con el aprovisionamiento de agua, para satisfacer las necesidades de abastecimiento, riego y otros usos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Importancia y futuro de las tecnologías de depuración de agua.

La depuración del agua se ha convertido en un proceso no sólo interesante, sino muy importante, tanto que en un futuro próximo será básico, para conseguir que el uso del agua sea un ciclo cerrado con las mínimas pérdidas.

El objetivo de depurar el agua es optimizar, de una forma racional, los recursos hídricos que disponemos (que son muy escasos) y adecuar, en concreto, su uso en el ámbito deseado. Este uso normalmente conlleva grandes consumos, si bien se consigue transformar un residuo en un recurso.

El caso es que cada año se consumen una cantidad de miles de m³ de agua que, desgraciadamente, en muchos casos no son devueltas al ecosistema con la calidad inicial. Esto provoca efectos medioambientales negativos, como también, un agotamiento continuado de los recursos hídricos y un empeoramiento progresivo de la calidad de las aguas fluviales y subterráneas, que conlleva directamente un grave desequilibrio en el ecosistema.

Son necesarias algunas medidas importantísimas. En primer lugar, el ahorro y reutilización del agua. Y en segundo lugar, el tratamiento y la adecuación de estos vertidos. Es decir, disminuir consumos, minimizar residuos y finalmente, eliminarlos.

- Necesidad de una herramienta útil y sencilla

Es por ello que, una vez evaluada la importancia de la depuración del agua, se ha decidido crear un tratamiento avanzado y riguroso a los tratamientos primarios y secundarios. El proyecto de tratamiento avanzado es más específico y se centra en el estudio técnico-económico de la incorporación de un tratamiento terciario en una Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R), ya existente.

Cuando el agua residual ingresa en una E.D.A.R es sometida a una serie de tratamientos diferentes y consecutivos (físico-químicos y biológicos), al objeto de reducir la carga contaminante que lleva.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Este tratamiento avanzado, es un proceso de regeneración del agua que otorga al efluente final una calidad que no consiguen los procesos de tratamiento anteriores y que permite aplicarlo para el uso del agua en regadío u otros usos.

El tratamiento terciario tiene por objeto devolverle, parcial o totalmente, el nivel de calidad que tenía antes de ser utilizada. La idea de aprovechar las aguas residuales regeneradas, urbanas o industriales, para usos beneficiosos, han llevado a un aumento y creciente interés por la regeneración y reutilización de las aguas residuales como un componente más de la gestión de los recursos del agua.

Los principales beneficios que presenta este tratamiento de regeneración son:

- Reducción del aporte de contaminantes a los cursos naturales del agua y otros medios.
- Reducción del consumo de agua a extraer de zonas con recursos limitados y la supresión de instalaciones adicionales de tratamiento de aguas.
- Aprovechamiento de los elementos nutritivos contenidos en el agua.
- Reducción del coste de abastecimiento del agua.
- Mayor fiabilidad y calidad del agua disponible.

Nuestro objetivo será proyectar y definir el tratamiento terciario del agua residual previamente tratada por la E.D.AR, estudiando su caudal, características y controlando su tratamiento a lo largo del día, así como también conseguir los objetivos de calidad, establecidos para el uso de riego en las zonas verdes urbanas. Para ello calcularemos los parámetros hidráulicos y dimensionales y elegiremos los principales equipos mecánicos y procesos a aplicar.

La calidad del agua regenerada se garantiza llevando un adecuado control y seguimiento de las explotaciones de las instalaciones depuradoras. Actualmente es posible obtener cualquier tipo de calidad y además de forma fiable, aunque el coste es limitante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La adaptación a las normas sanitarias y su correcto cumplimiento garantizan el empleo seguro de las aguas regeneradas, garantizando la ausencia de problemas de cualquier tipo, sanitario, ambiental...

El objetivo del siguiente proyecto, consiste en el **diseño y dimensionamiento de un tratamiento terciario**, para una estación depuradora de aguas residuales, para la reutilización del agua en el riego de zonas verdes urbanas. En ella se trata un caudal correspondiente a 22000 habitantes equivalentes.

También se **diseña y dimensiona la estación de bombeo para elevar el caudal total hasta un depósito regulador para riego**, mediante una tubería de impulsión de 650m de longitud con un desnivel topográfico de 42m.

El agua tratada es impulsada hasta un depósito superior de almacenamiento con capacidad para 8h a caudal de diseño, con el fin de optimizar energéticamente el funcionamiento del bombeo.

Asimismo, el proceso del tratamiento terciario debe conseguir una calidad a las aguas tratadas con las características necesarias expuestas en el Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, para su reutilización como aguas de riego de zonas verdes urbanas como: parques, campos deportivos y similares.

Este proyecto está diseñado y dimensionado teniendo en cuenta la variación de caudal en horas punta y el caudal por las noches, aunque su variación resulta acotada por el efecto de laminación que supone la propia E.D.A.R. previo al tratamiento terciario.

2.3. Alcance

Justificación de la elección del proyecto

El proyecto que se presenta a continuación tiene como objeto el **diseño y dimensionamiento de un tratamiento terciario para tratar las aguas provenientes de una depuradora y el diseño y dimensionamiento para la impulsión de éstas a un depósito para su reutilización en regadíos de zonas verdes urbanas por medio de una estación de bombeo.**

Se centra en **dos puntos básicos:**

1-. Diseñar y dimensionar los elementos que constituyen el propio tratamiento terciario de aguas residuales urbanas provenientes de una depuración previa de una población de 22000 habitantes equivalentes y que las aguas cumplan a la salida con las características necesarias, para su utilización en regadíos de zonas verdes urbanas, expuestas en el citado Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

2-. Diseñar y dimensionar una estación de bombeo para impulsar las aguas clarificadas hasta 42metros de desnivel topográfico, por una tubería de 650m de longitud donde al final de esta se encuentra un depósito regulador con 8 horas de capacidad a caudal de diseño.

La elección de este trabajo se debe a la necesidad de afinar el agua tratada por un tratamiento primario y secundario, para reutilizarla una vez dotada de las características necesarias, para que cumpla con las condiciones necesarias establecidas en el citado Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre.

Objetivos que se plantean

Los objetivos que se plantean en este trabajo respecto a la elaboración del proyecto son:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Organizar y coordinar un proyecto para que pueda ser viable, realizando la búsqueda de información, síntesis y análisis de los puntos más importantes que permiten la redacción y posterior ejecución de las obras proyectadas.
- Poner en práctica los conocimientos sobre el diseño y dimensionamiento de un tratamiento terciario y la impulsión de fluidos por conducciones.
- Profundizar en el funcionamiento de las partes que componen un tratamiento terciario y su funcionamiento.
- Estudiar el tratamiento terciario de las aguas analizando las diferentes alternativas que se plantean. Se pretende buscar la solución mas adecuada desde el punto de vista técnico y económico.
- Aprender a implantar una estación de bombeo para la impulsión de las aguas tratadas en estas condiciones.
- Determinar las condiciones económicas de la explotación.

2.4. Antecedentes

En la actualidad, se entiende por ‘agua regenerada’ aquella agua residual que después de ser sometida a un proceso de tratamiento, tiene una calidad satisfactoria para un posterior uso particular. Es decir, el agua regenerada no es otra que ‘agua residual tratada’ o ‘efluente tratado’, y que además satisface los criterios legislativos para poder ser usada nuevamente.

Las primeras evidencias de la reutilización de aguas residuales corresponden a la Grecia antigua y a lo largo de la historia, Asano (2001) las dividió en tres etapas fundamentales: una primera época inicial, hasta 1850, donde surgieron los sistemas de agua y saneamiento; una segunda época de gran avance sanitario, correspondiente al periodo entre 1850 y 1950, y una tercera que corresponde a la regeneración, la reutilización y el reciclaje de aguas residuales (de 1960 hasta nuestros días).

En este momento, la regeneración y reutilización de las aguas residuales cobran un papel de gran importancia, pues además de solucionar el problema de contaminación, permiten aumentar la disponibilidad del recurso sin necesidad de seguir explotando las fuentes convencionales para el suministro de agua. En concreto, la reutilización de agua regenerada dentro de una cuenca hidrográfica es una de las prácticas que mejor concuerda con los preceptos de un desarrollo sostenible y supone un recurso valorizable.

La mayoría de las naciones, con mayor o menor grado de industrialización, tienen grandes problemas para garantizar un adecuado suministro de agua de calidad, así como para asegurar la protección de las fuentes de suministro frente a la creciente contaminación de las aguas. Estos problemas en su conjunto han servido como catalizadores al concepto de regeneración y reutilización del agua y lo han elevado a un plano de primordial importancia, considerándolo como una prioridad en el ámbito internacional.

El proceso de tratamiento necesario para que un agua pueda ser reutilizada se denomina tratamiento avanzado y el resultado de dicho proceso es un agua regenerada.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

De acuerdo con su significado etimológico, la regeneración de un agua consiste en devolverle, parcial o totalmente, el nivel de calidad que tenía antes de ser utilizada.

Ahora bien debido a las características de estas aguas, los expertos consideran que la reutilización se puede dar de manera directa o indirecta. La reutilización “directa” o “planificada” (Asano, 1998) requiere de la existencia de tuberías u otros medios de conducción para distribuir el agua regenerada que garantice el control de la propiedad del agua. Mientras que la reutilización “indirecta” o “natural” sucede cuando el vertido de un efluente, con más o menos tratamiento, es depositado en una masa de agua y ésta es extraída aguas abajo.

El agua residual regenerada se viene empleando para múltiples usos, entre los que cabe destacar:

Reutilización urbana:

- Riego de parques públicos, campos deportivos, jardines, áreas verdes de edificios públicos, industrias, centros comerciales y carreteras.
- Riego de áreas ajardinadas de las residencias unifamiliares y multifamiliares.
- Usos ornamentales: fuentes y estanques.
- Lavado de vehículos, ventanas, agua de mezcla para fertilizantes líquidos.
- Limpiezas de calles.
- Protección contra incendios.
- Agua de cisternas para urinarios públicos y en edificios comerciales.

Reutilización industrial:

- Refrigeración.
- Procesos industriales.
- Construcción.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Reutilización para irrigación:

- Riego agrícola.
- Riego de campos de golf.

Reutilización ambiental:

- Restauración de hábitats naturales y mejora del entorno.
- Recarga de acuíferos para control de la intrusión marina.
- Aumento de los recursos potables.
- Control del nivel freático.

Todos los recursos del agua tratada están regulados por una normativa que especifica la calidad exigible a cada uno de los posibles usos de reutilización

En nuestro caso el tratamiento terciario diseñado tiene por objeto la reutilización directa del agua en riegos de zonas verdes urbanas como: campos deportivos, parques y similares, lo que conllevará un ahorro importante del recurso hídrico sin tratar.

La calidad del agua tratada debe tener como máximo, los valores máximos admisibles (VMA) que se especifican a continuación en la siguiente tabla 2.1, según el RD.1620/2007.

TABLA 2.1 Valores Máximos Admisibles para uso del agua en riegos de zonas verdes urbanas.

CALIDAD REQUERIDA

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES ¹	ESCHERICHIA COLI	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
1.- USOS URBANOS					
CALIDAD 1.1: RESIDENCIAL ² a) Riego de jardines privados. ³ b) Descarga de aparatos sanitarios. ³	1 huevo/10 L	0 (UFC ⁴ /100 mL)	10 mg/L	2 UNT ⁵	OTROS CONTAMINANTES ⁶ contenidos en la autorización de vertido aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas ⁷ deberá asegurarse el respeto de las NCAs. ⁸ <i>Legionella spp.</i> 100 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización)
CALIDAD 1.2: SERVICIOS a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares). ⁹ b) Baldeo de calles. ⁹ c) Sistemas contra incendios. ⁹ d) Lavado industrial de vehículos. ⁹	1 huevo/10 L	200 UFC/100 mL	20 mg/L	10 UNT	

¹ Considerar en todos los grupos de calidad al menos los géneros: *Ancylostoma*, *Trichuris* y *Ascaris*.

² Deben someterse a controles que aseguren el correcto mantenimiento de las instalaciones.

³ Su autorización estará condicionada a la obligatoriedad de la presencia doble circuito señalizado en todos sus tramos hasta el punto de uso

⁴ Unidades Formadoras de Colonias.

⁵ Unidades Nefelométricas de Turbiedad.

⁶ ver el Anexo II del RD 849/1986, de 11 de abril.

⁷ ver Anexo IV del RD 907/2007, de 6 de julio.

⁸ Norma de calidad ambiental ver el artículo 245.5.a del RD 849/1986, de 11 de abril, modificado por el RD 606/2003 de 23 de mayo.

⁹ Cuando exista un uso con posibilidad de aerosolización del agua, es imprescindible seguir las condiciones de uso que señale, para cada caso, la autoridad sanitaria, sin las cuales, esos usos no serán autorizados

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Una vez conseguidos estos valores el agua tratada esta lista para su utilización en el regadío de zonas verdes urbanas.

2.5. Normas y referencias

2.5.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.

Planteamiento del proyecto según la norma UNE (157.001:2002)

El proyecto se redacta atendiendo a la norma 157.001:2002 que se compone y clasifica en los siguientes apartados:

1. Índice general
2. Memoria
 - 2.1. Objeto
 - 2.2. Alcance
 - 2.3. Antecedentes
 - 2.4. Normas y referencias
 - 2.5. Definición y abreviaturas
 - 2.6. Definiciones y abreviaturas Requisitos de diseño
 - 2.7. Requisitos de diseño
 - 2.8. Análisis de soluciones
 - 2.9. Resultados finales
 - 2.10. Planificación
 - 2.11. Orden de prioridad entre los documentos básicos
3. Anexo
4. Planos
5. Pliego de condiciones
6. Estado de mediciones
7. Presupuesto

Normativa y legislación aplicable nacional y europea

- Normativa del Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas para el regadío de zonas verdes urbanas.
- Decisión 2455/2001/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 20 de Noviembre de 2001, por la que se aprueba la lista de sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas y por el que se modifica la Directiva de 2000/60/CE.
- Directiva 98/15/CE de la Comisión de 27 de Febrero 1998 por la que se modifica la Directiva 91/271/CEE, de 21 de Mayo, del Consejo en relación con determinados requisitos establecidos en su Anexo I, sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas.
- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo 23 de Octubre del 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Ley 11/1995, de 28 de Diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
- Real Decreto 509/1996, de 28 de Diciembre, de desarrollo del citado Real Decreto Ley 11/1995. Esta disposición complementa las normas sobre recogidas, depuración y vertido de las aguas residuales urbanas y completa la incorporación de la norma comunitaria al ordenamiento jurídico español.
- Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales (1995-2005), aprobado por el Consejo de Ministros el 17 de Febrero y por la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Vivienda en la Resolución de 28 de Abril de 1995.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 29/1985 de Aguas.
- Reglamento de actividades molestas, nocivas y peligrosas. Decreto 2414/1961 de Presidencia del Gobierno.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos, en adelante RC-03.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Pliego General de fabricación, transporte y montaje de tuberías de hormigón de la Asociación Técnica de Derivados del Cemento.
- Real Decreto 1371/2007, de 19 de Octubre, por el que se aprueba el documento básico “DB-HR Protección frente al ruido” del Código Técnico de Edificación y se modifica el Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por que se aprueba el Código Técnico de Edificación.
- El Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio, por el que se aprueban las “Instrucción de Hormigón Estructural” (EHE-08).
- Normas de Construcción Sismorresistentes: Parte General y Edificación (NCSR-02) R.D. 997/2002 de 27 de Septiembre.
- Normas UNE vigentes, del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización, que afecten a los materiales y obras del presente proyecto.
- Normas Tecnológicas de Edificación NTE (Estructuras, Fachadas, Particiones, Revestimientos, Instalaciones, Acondicionamiento del terreno, Cimentaciones, Cubiertas).
- Orden Ministerial, del 31 de Agosto de 1987, por la que se aprueba la instrucción 8.3-ic sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de Edificación.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de Diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias, modificado según el Real Decreto 560/2010 de 7 de Mayo.
- Reglamento electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto) (O.M. Industria y Energía, 13/1/88, BOE 26/1/88) (Resolución, D.G. Innovación Industrial, y Tecnológica, 18/1/88,BOE 19/2/88) (O.M. Industria y Energía, 13/1/88, BOE 22, 26/1/88) (R.D. 2295/1985, 9/10/85) (O.M. Industria y Energía, 5/4/84, BOE 4/6/84) (O.M. Industria y Energía, 11/7/83, BOE 22/7/83) (O.M. Industria y Energía, 30/7/81, BOE 13/8/81) (O.M. Industria y Energía, 19/12/77, BOE 26/1/78) (O.M.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Industria y Energía, 19/12/77, BOE 13/1/78) (Decreto 2413/1973, 20/9/73, BOE 242, 9/10/73) (O.M. Industria, 31/10/73) (O.M. Industria, 29/7/98, BOE 25/9/98, Adaptación de la Instrucción MIBT 026).

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- REAL DECRETO 3275/1982 de 12 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación y sus posteriores instrucciones técnicas complementarias (Orden de 6 de julio de 1984 por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias (MIE-RAT), Orden de 18 de octubre de 1984, Orden de 27 de noviembre de 1987, Orden de 23 de junio de 1988, Orden de 16 de abril de 1991, Orden de 10 de marzo de 2000).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica, aprobado por Decreto 12/3/1954, R.D. 1075/1986 de 2/5/86, R.D. 724/1979 de 2/2/79.
- Normas particulares de Hidroeléctrica Española, S.A.
- Real Decreto Legislativo 1/1995, de 24 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- 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.
- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre: Prevención de riesgos laborales.
- R.D. 39/1997 de 17 de Enero, desarrollado por la Orden de 27 de Junio que aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1215/1997 de 18 de Julio: Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre: Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de Construcción.
- Otros Reglamentos y Órdenes en vigor sobre seguridad e higiene del trabajo en la Construcción y Obras Públicas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Extracto de la Ley 8/1.988 de 7 de Abril sobre infracciones y sanciones de Orden Social.

Normativa de carácter autonómico

- Ley 2/1989, el 3 de Marzo, de la Generalitat Valenciana de Impacto Ambiental y su desarrollo en el Reglamento 162/90 estipulado por el Real Decreto el 15 de Octubre de 1990.
- Ley 2/1992 del 26 de Marzo, de la Generalitat Valenciana de Aguas Residuales.

Normativa de carácter Municipal

- El municipio de La Pobla de Farnals carece de normativa Municipal para aguas residuales.

2.5.2. Bibliografía

DEPURACION Y DESINFECCION DE AGUAS RESIDUALES (5° Ed.)
Aurelio Hernández Muñoz. Ed. Canales y Puertos Colegio de Ingenieros de Caminos (2001).

INGENIERÍA DE AGUAS RESIDUALES. Tratamiento, vértido y reutilización.
Metcalf & Eddy. Ed. Mc. Graw-Hill (1998).

Base de datos, archivo, empleados y proveedores de la empresa “SITRA, agua industrial S.A.” Perteneciente al grupo GIMENO. Pol. Ind. Ciudad del Transporte C/ Suiza esquina C/ Polonia. Naves 19, 20 y 2, 12006 Castellón.

2.5.3. Programas de cálculo, redacción y diseño

Los programas utilizados para el desarrollo del proyecto han sido:

- Microsoft Word
- Microsoft Excel
- AutoCAD
- Sig Pag.

2.5.4. Plan de gestión de la calidad aplicado durante la ejecución del proyecto:

Todos los materiales que se empleen en todas las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el anexo de este proyecto. Cualquier trabajo que se realice con materiales no ensayados, será considerado como defectuoso, o incluso, rechazable.

Se establecerá a pie de obra el almacenaje o ensilado de los materiales, con la suficiente capacidad y disposición conveniente para que pueda asegurarse el control de calidad de los mismos, con el tiempo necesario para que sean conocidos los resultados de los ensayos antes de su empleo en obra y de tal modo protegidos que se asegure el mantenimiento de sus características y aptitudes para su empleo en obra.

2.6. Definiciones y abreviaturas

- **Caudal máximo (Q_{MAX}):** es el valor máximo de caudal que accede al tratamiento a la E.D.A.R obtenido a partir de las series estadísticas de datos y expresados en m^3/h . Suele alcanzar dicho valor cuando se producen riadas, diluvios...
- **Caudal mínimo (Q_{MIN}):** es el caudal que llega a la planta en las horas del día con menos consumo de esta, expresado en m^3/h .
- **Caudal punta (Q_{PTA}):** es el caudal máximo que podrá soportar la E.D.A.R. Es necesario estimar el caudal punta para poder sobredimensionar el tratamiento terciario ya que se producen picos en la entrada del caudal del agua, de este modo aseguraremos el correcto funcionamiento de la planta.
- **Adsorción:** fenómeno por el cual un sólido o un líquido atrae y retiene en su superficie gases, vapores, líquidos y otros cuerpos disueltos.
- **Absorción:** acción de absorber.
- **Cloro residual:** es la cantidad de cloro total combinado o libre, que queda en el agua después de transcurrir un periodo de tiempo de la aplicación del cloro. (mg/L).
- **Cloro residual libre:** Una vez consumido el cloro residual para destruir los organismos, el cloro que queda es el llamado cloro residual libre, es decir, el cloro residual sobrante de la destrucción de todos los patógenos. (mg/L).
- **TOC's:** Carbono Orgánico Total; Es el material derivado de la descomposición de las plantas, el crecimiento bacteriano y las actividades metabólicas de los organismos vivos, o de compuestos químicos.
- **DBP's:** Dibutil Ftalatos.
- **DBO's:** Demanda Biológica de Oxígeno en 5 días. es la cantidad equivalente de oxígeno (mg/l) necesaria para oxidar biológicamente los componentes de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo (cinco días) se consume aproximadamente el 70% de las sustancias biodegradables.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **DQO:** Demanda Química de Oxígeno. es la cantidad equivalente de oxígeno (mg/l) necesaria para oxidar los componentes orgánicos del agua utilizando agentes químicos oxidantes.
- **Habitante equivalente:** La Directiva 91/271/CEE define el concepto de habitante equivalente (h.e) como la carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de 5 días (DBO5) de 60g de oxígeno por día.

2.7. Requisitos de diseño

La actividad principal de este proceso es la correspondiente al sector del tratamiento terciario de una planta de depuración de aguas, que contenga las diferentes etapas para llevar a cabo el proceso de tratamiento del agua para adquirir la calidad necesaria de acuerdo con las prescripciones de la normativa de aplicación expuestas en el Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, con el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

2.7.1. Calidad agua de entrada al tratamiento terciario (salida del secundario)

La composición del agua de entrada a tratar procedente del decantador secundario de la E.D.AR tiene las siguientes características, como podemos ver en la tabla 2.2:

TABLA 2.2. Características del agua a tratar.

	mg/l
Sólidos en suspensión	35
DBO5	7
DQO	40
Nitrógeno total	25
Fósforo total	0,6
	UFC/100ml
Coliformes totales	730000
Coliformes fecales	260000
Estreptococos fecales	30000
Escherichia coli	140000

2.7.2. Calidad del agua de salida

La composición del agua de salida una vez recorra todo el proceso de tratamiento terciario debe tener la composición siguiente de acuerdo con las prescripciones de la normativa de aplicación expuestas en el Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, con el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, aunque nosotros las hemos reducido a las siguientes mostradas en la tabla 2.3 a continuación:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 2.3 Características del agua tratada.

Nematodos intestinales	Escherichia coli	Sólidos en suspensión	Turbidez
1 huevo/10L	200UFC/100ml	5 mg/l	10 NUT

En el Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre, con el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas, nos dice que tiene que tener 20mg/l de sólidos en suspensión a la salida para cumplir con las características necesarias para la reutilización del agua en el riego de zonas verdes urbanas, pero nosotros lo hemos reducido hasta 5mg/l, debido a la necesidad de reducir la turbidez mediante el filtro de arena que también elimina sólidos en suspensión.

2.7.3 Habitantes equivalentes y dotaciones del caudal.

En la determinación de la población de diseño se utiliza el concepto de habitante equivalente, que es una forma de expresar la concentración de la materia orgánica en las aguas residuales.

En aquellas aglomeraciones en las que los aportes de vertidos biodegradables distintos a los de procedencia doméstica sean nulos, o de escasa importancia, la población equivalente será muy similar a la población de derecho de la aglomeración, como es nuestro caso.

En este proyecto hemos considerado que cada habitante corresponde a un habitante equivalente, ya que el agua que entra en la E.D.A.R. es de uso doméstico.

La dotación es un dato conocido por los servicios municipales o empresas de suministro de agua local. A título orientativo, la dotación de agua en función de la población equivalente en España, tiene los valores representados en la siguiente tabla 2.4:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 2.4 Equivalencias población-dotación

POBLACION (hab. Equivalente)	DOTACION (L/hab.equi. día)
2000	150-200
2000-50000	200-250
50000-500000	250-300
>500000	300-350

Pero nosotros hemos profundizado más en la elección de la dotación y hemos intentado saber con más precisión de donde procedía cada parte de la dotación mediante el seguimiento de la siguiente tabla 2.5:

TABLA 2.5 Consumos urbanos según usos.

Consumos urbanos en litros por habitante y día, según usos					
Población (habitantes)	Doméstico	Industrial	Servicios municipales	Fugas de redes y varios	TOTAL
Hasta 1000	60	5	10	25	100
1000 - 6000	70	30	25	25	150
6000 - 12000	90	50	35	25	200
12000 - 50000	110	70	45	25	250
50000 - 250000	125	100	50	25	300
Mas de 250000	165	150	60	25	400

Al tratarse en este caso de una población de 22000 habitantes equivalentes, hemos elegido una dotación de 225 L/habitante equivalente día, así que estas son las capacidades de las instalaciones del tratamiento terciario diseñado.

2.7.4 Caudales de diseño

Uno de los parámetros fundamentales para el diseño y cálculo de plantas de tratamiento terciario de aguas residuales es el caudal de agua a tratar, siendo igualmente muy importante conocer cómo es su variación a lo largo del día, sus valores máximos y mínimos, o los valores punta que en un momento determinado puedan producirse, aunque sólo para la entrada en la E.D.A.R, en nuestro caso el valor que utilizamos es el caudal de diseño como hemos comentado antes, ya que la laminación de toda la E.D.A.R. reduce dichas variaciones de caudal en el tratamiento terciario.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los caudales de aguas residuales siguen una variación diaria que es fiel reflejo de la actividad de la población del lugar. Durante la noche y primeras horas del día, en las que los consumos de agua son mínimos, también son mínimos los caudales de aguas residuales, estando estos caudales compuestos fundamentalmente por aguas infiltradas y por pequeñas cantidades de aguas residuales domésticas.

Por lo general, las curvas que representan las oscilaciones diarias del caudal de aguas residuales que llegan a las estaciones de tratamiento son similares a las curvas de consumo de agua de abastecimiento, pero con un cierto retraso, como consecuencia del discurrir de las aguas por las conducciones de saneamiento, y que será tanto mayor cuanto más lejos se encuentre la E.D.A.R de la aglomeración urbana a la que da servicio.

Para las unidades de proceso de tratamiento terciario que se dimensionan según los tiempos de retención (relación volumen/caudal) o cargas superficiales (caudal por unidad de superficie), es preciso tener en cuenta el caudal de diseño para lograr su correcto funcionamiento.

Para las grandes y medianas aglomeraciones urbanas, los caudales mínimos de aguas residuales pueden estimarse en torno al del 50% del caudal medio diario, mientras que los caudales punta se estiman a partir de los caudales medios, como veremos mas adelante. Todo esto para los caudales de la E.D.A.R.

A partir de los datos de población y de la dotación de agua por unidad de población y tiempo, se calculan los caudales que llegan a la E.D.A.R. Estos caudales pueden ser de diferentes tipos:

- **Caudal medio (Q_{med})**

Es el caudal diario total, calculado como resultado de aplicar a la población de diseño la dotación indicada anteriormente repartido uniformemente en las 24 horas del día.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$Q_{\text{med}} = 4950 \text{ m}^3/\text{d} = 206,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Por lo tanto, el volumen medio diario de agua a tratar por la E.D.A.R es el siguiente:

$$V_{\text{med.diario}} = 4950 \text{ m}^3$$

- **Caudal punta (Q_{pta})**

Contempla el incremento de caudal sobre el caudal medio, que se recibe de manera puntual en la planta a determinadas horas del día.

En nuestro caso el caudal punta varía del caudal medio en horas punta un 1,8 del caudal medio.

Por lo tanto, el caudal punta de agua a tratar por la E.D.A.R es el siguiente:

$$Q_{\text{pta}} = 371,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Caudal mínimo ($Q_{\text{min.}}$)**

Contempla el descenso de caudal sobre el caudal medio, que se recibe de manera puntual en la planta a determinadas horas del día.

Nosotros hemos decidido que el caudal mínimo varía del caudal medio en horas de bajo consumo un 0,5 del caudal medio, como se indica en las informaciones obtenidas.

El caudal mínimo de agua a tratar obtenido es el siguiente:

$$Q_{\text{min}} = 103,12 \text{ m}^3/\text{h}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Caudal de diseño**

Es el caudal con el que se ha diseñado el tratamiento terciario, debido a que la propia E.D.A.R previa al tratamiento terciario lamina y reduce las variaciones de caudal, por lo que en este caso se toma un coeficiente de dimensionamiento de 1,5 sobre el caudal medio.

El caudal de diseño de agua a tratar obtenido es el siguiente:

$$Q_{\text{diseño}} = 309,37 \text{ m}^3/\text{h}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2.8. Análisis de soluciones

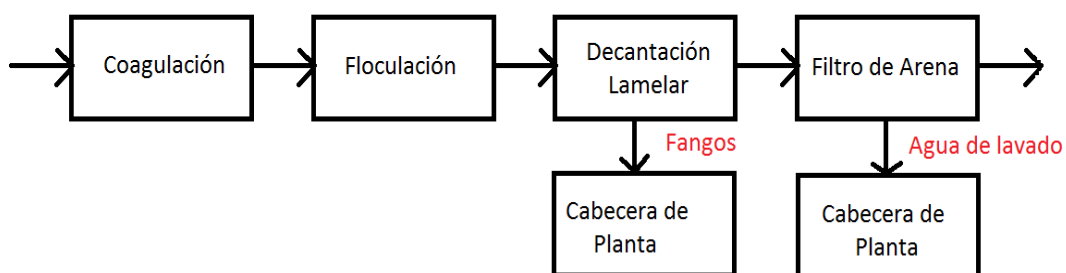
En este apartado explicaremos las distintas soluciones estudiadas para la realización del tratamiento terciario y justificaremos las elegidas y los motivos por los que hemos descartado las otras opciones.

En primer lugar, indicar que el tratamiento terciario diseñado se compone de una parte de proceso físico-químico de separación de fases (sólido-líquido) y una parte de tratamiento de desinfección, también químico y mediante radiación UV, más centrado en la destrucción de los distintos organismos vivos que habitan en el agua a tratar.

La primera parte del tratamiento terciario se lleva a cabo mediante procesos físicos y químicos en los cuales los objetivos principales son: la eliminación de nutrientes como el fósforo y el nitrógeno, la mayoría de la DBO y DQO solubles, los sólidos en suspensión, detergentes o tóxicos no biodegradables, minerales y metales pesados entre otros.

Aquí podemos ver en el siguiente figura 2.1 el diagrama de flujo de la primera parte del tratamiento terciario diseñado donde se esquematizan los distintos procesos que lo componen.

FIGURA 2.1 Diagrama de flujo de la primera parte del tratamiento terciario



2.8.1. Primera parte: tratamiento físico-químico

El objetivo de esta primera parte del tratamiento es la de reducir la concentración de sólidos en suspensión y disminuir la turbidez, aumentar de este modo la transmitancia del agua.

2.8.1.1 Coagulación-floculación

Uno de las primeras etapas estudiadas es la coagulación-floculación, que como bien su nombre indica es un proceso compuesto que intenta lo siguiente:

Con el proceso de coagulación-floculación, se busca como objetivo la neutralización de las cargas eléctricas de los coloides y emulsiones presentes en el agua residual, seguido de un reagrupamiento de las partículas, de tal forma que sea factible su separación posterior por alguno de los procesos de separación de fases sólido-líquido que veremos a continuación.

Coagulación química

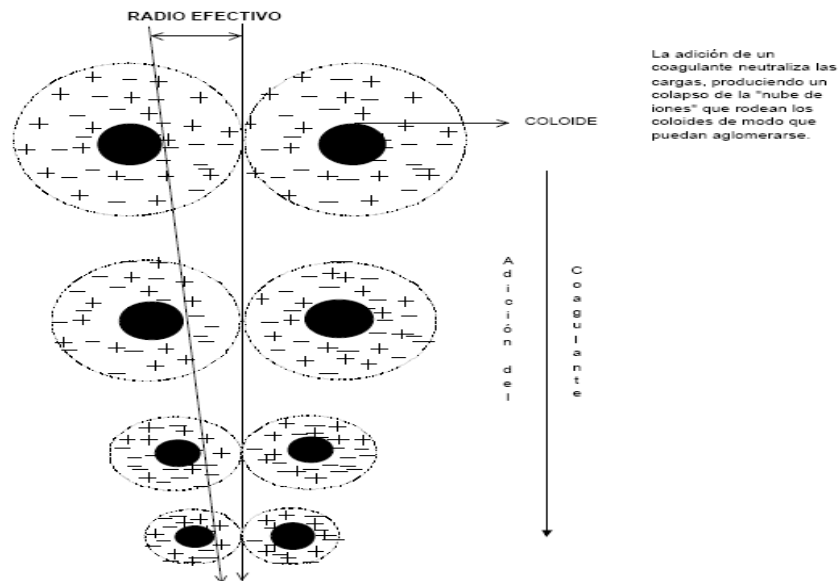
En el proceso de coagulación se consigue la desestabilización o neutralización de las cargas eléctricas presentes en los coloides y emulsiones mediante la dosificación de reactivos químicos y agitación vigorosa, para favorecer la mezcla rápida e íntima entre el agua residual y el reactivo en el menor tiempo posible y que se lleve a cabo la reacción correspondiente.

Los coagulantes cancelan las cargas eléctricas presentes sobre la superficie del coloide, como podemos ver en la figura 2.2, permitiendo la aglomeración y la formación de floculos, inicialmente pequeños, pero que pueden juntarse y formar aglomerados mayores capaces de sedimentar, mediante la adición de un floculante.

El floculante se limita a favorecer el fenómeno del transporte de partículas coaguladas para provocar colisiones entre ellas promoviendo su aglomeración, primero en microfloculos y más tarde en aglomerados voluminosos llamados floculos.

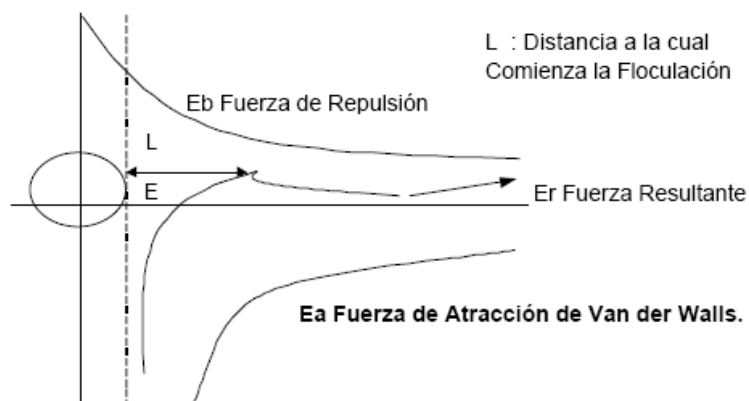
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURA 2.2 Imagen neutralización de las cargas mediante el coagulante.



Cuando se aproximan dos partículas con cargas semejantes, sus capas difusas interactúan y generan una fuerza de repulsión, cuyo potencial de repulsión está en función de la distancia que los separa, como podemos ver en la figura 2.3. Este potencial cae de forma rápida con la adición del coagulante, como puede verse en la siguiente imagen, permitiendo la aproximación de las partículas.

FIGURA 2.3 Repulsión de las cargas en función de la distancia



Existe, por otro lado, un potencial E_a entre las partículas llamado fuerzas de Van der Waals. Esta fuerza depende de los átomos que constituyen la partícula y de la densidad de sus átomos. Estas fuerzas también serán vencidas gracias a la dosis necesaria de floculante floculante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Por lo tanto, para que los coloides precipiten debe de haber una etapa de floculación posterior a la de coagulación.

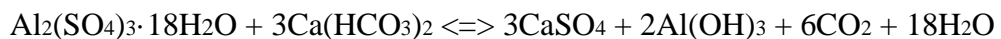
Tipos de coagulantes propuestos

Los coagulantes propuestos son los siguientes:

- **Sulfato de aluminio hidratado $Al_2(SO_4)_3 \cdot xH_2O$**

El producto comercial, que es hidratado, no tiene una fórmula exacta, variando el agua de hidratación entre 13 y 18 moléculas. Es el coagulante más usado y se puede encontrar comercialmente en forma líquida, disuelto en el agua, con una concentración del 50% o bien en estado sólido.

La reacción del sulfato de aluminio hidratado con la alcalinidad del agua residual, presente en forma de bicarbonato cálcico o magnésico, es la siguiente:



- **Ventajas y desventajas de la utilización del sulfato de aluminio**

TABLA 2.6 Ventajas y desventaja de la utilización del sulfato de aluminio

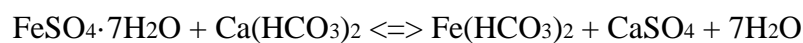
Ventajas	Desventajas
No transmite coloración al agua	Se requiere normalmente un control de pH
Bajo coste	Rango de trabajo de pH muy limitado
Alta disponibilidad	Problemas con agua de alta turbidez
Las autoridades no cuestionan su uso	Problemas con alto contenido de aluminio residual

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

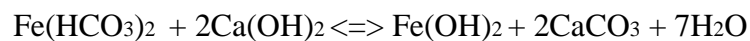
- **Sulfato de hierro (FeSO₄)**

Es una sal de hierro que presenta deficiencias a la hora de trabajar en este proceso de forma individual, por lo que normalmente se debe añadir cal para formar el precipitado deseado.

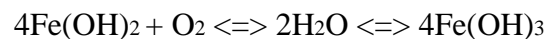
La reacción del sulfato de hierro como único aditivo con la alcalinidad del agua es la siguiente:



Si añadimos cal en forma de hidróxido, Ca(OH)₂ la reacción que tiene lugar es:



Y a continuación, el hidróxido de Hierro II se oxida a hidróxido de Hierro III, la forma final deseada gracias al oxígeno disuelto en el agua:



Qué forma flóculos gelatinosos y voluminosos parecidos a los del flóculo del hidróxido de aluminio.

- **Ventajas y desventajas de utilizar el Sulfato de Hierro**

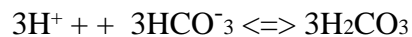
TABLA 2.7 Ventajas y desventaja de la utilización del sulfato de hierro

Ventajas	Desventajas
Bajo coste	Dosis de Hierro mayor que la dosis de aluminio
Alta velocidad de reacción	Puede causar color y precipitación en el agua tratada
Amplio rango de pH para su utilización	Requiere muy buen diseño de proceso
Fácil y seguro de manejar y almacenar	El producto sólido necesita una muy buena mezcla en el tanque de dilución.

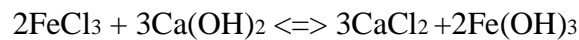
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Cloruro férrico (FeCl₃)**

El cloruro de hierro puede utilizarse individualmente y como la opción del sulfato de hierro, con cal. La reacción que se produce utilizado individualmente con el agua residual es la siguiente:



Por otro lado, la reacción que se produce con cal es la siguiente:



- **Ventajas y desventajas de utilizar el cloruro de hierro**

TABLA 2.8 Ventajas y desventaja de la utilización del cloruro de hierro

Ventajas	Desventajas
Bajo coste	Requiere un buen diseño de proceso
Alta velocidad de reacción	Puede causar color y precipitación en el agua tratada
Amplio rango de pH para su utilización	Muy corrosivo para manejar y almacenar
No hay problemas con el aluminio residual en comparación con el sulfato de aluminio	Solo disponible en fase líquida

Conclusión:

En primer lugar decir que el coagulante elegido es el sulfato de aluminio ya que es el único que no produce coloración en el agua a tratar. Esto es muy interesante para nosotros ya que queremos instalar un proceso de desinfección con lámparas UV, donde el factor de la coloración del agua supondría una disminución del rendimiento de las lámparas. Además de no producir coloración, la alta disponibilidad, su bajo coste y baja inversión que se requiere para la instalación que lo utilizará nos han hecho decantarnos por esta opción.

Floculación

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación, a una velocidad más moderada, de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y la aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso los rompe y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso.

Tipo de floculante propuesto

Los floculantes son polímeros o polielectrolitos con pesos moleculares muy elevados, moléculas orgánicas solubles en agua formadas por bloques llamados monómeros, repetidos en cadenas largas. Los floculantes pueden ser de naturaleza mineral, orgánica natural y orgánica de síntesis.

En nuestro caso, el floculante elegido es el orgánico de síntesis (poliacrilamida aniónica), que son macromoléculas de una gran cadena, obtenida por asociación de monómeros sintéticos con masa molecular elevada de 106 a 107g/mol y se clasifican de acuerdo a la ionicidad de los polímeros:

- Aniónicos: generalmente co-polímeros de la acrilamida y del ácido acrílico.
- Neutro o no iónicos: poliacrilamidas.
- Catiónicos: co-polímeros de acrilamidas más un monómero catiónico.

Además de por la accesibilidad de disponer de poliacrilamida aniónica en el laboratorio de la universidad donde se realizó el Jar-Test, hemos optado por este tipo de floculante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Selección del tipo de agitación

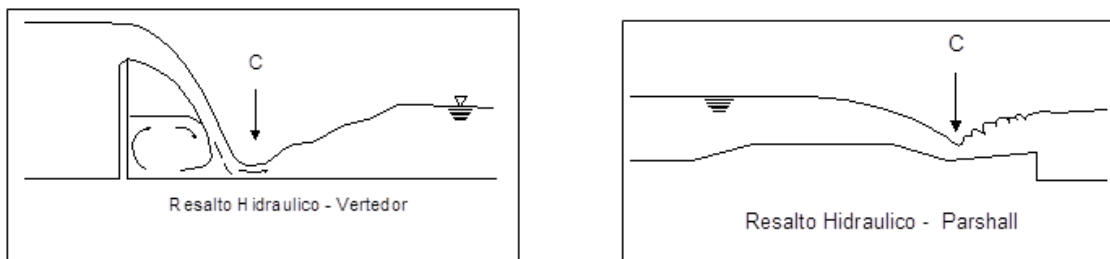
En este caso para la agitación hemos decidido aplicar los mezcladores mecánicos, es decir, los agitadores de hélices, ya que aunque tiene la limitación de depender de la energía externa, tiene la peculiaridad de que el gradiente de velocidad no varía con el caudal y tiene la ventaja adicional de controlar el grado de agitación haciendo variar la velocidad de rotación del impulsor.

Este tipo de agitación es la que se utiliza habitualmente para los tanques de mezclado en los tratamientos terciarios.

Los otros mezcladores que hemos analizado son los mezcladores hidráulicos, donde encontramos:

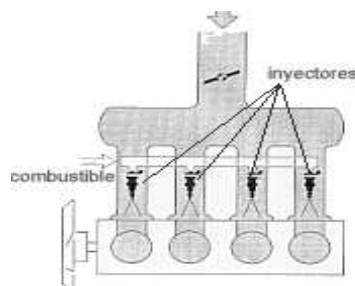
- El resalto hidráulico: utilizado en las canaletas Parshall y en los vertederos rectangulares, representados en la figura 2.4.

FIGURA 2.4 Representación de varios mezcladores del tipo resalto hidráulico



- En línea: Difusores, para tuberías y canales, inyectoros... En la siguiente figura 2.5 se representa un mezclador en línea:

FIGURA 2.5 Representación de un mezclador en línea



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Estos mezcladores presentan poca flexibilidad a las variaciones de caudal por lo que representarían un hándicap a la hora del buen funcionamiento de nuestro tratamiento terciario, en este caso, la parte que corresponde a la floculación.

Hay que destacar que en el sistema de coagulación-floculación, los tanques también presentan un diseño de mezcladores hidráulicos de baffles con flujo vertical, que hacen circular el agua zig-zagueando en vertical de un depósito a otro por lo que se puede considerar como ayuda para el mezclado en todo el proceso.

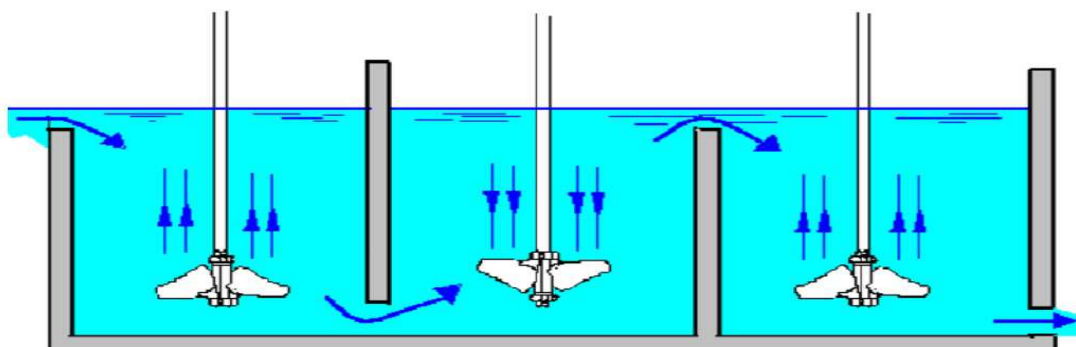
En los mezcladores hidráulicos de baffles la agitación del agua se da por la velocidad de la misma, como se puede apreciar en la figura 2.6:

FIGURA 2.6 Representación de un mezclador hidráulico de baffles



Pero cabe resaltar que el mecanismo que controla el proceso de mezclado es el de mezclado mecánico con agitadores de hélice, ya que los cálculos están ajustados a un mezclado mecánico, el mezclador hidráulico de baffles no se ha tenido en cuenta. Es solo una ayuda que no complica el proceso en ningún caso.

FIGURA 2.7 Representación de un mezclador con agitadores de hélices y mezcladores hidráulicos de baffles.



2.8.1.2 Electrocoagulación

La electrocoagulación es una técnica que aplica el principio de la coagulación, pero en este caso no se utiliza un coagulante químico, se utiliza una corriente eléctrica que es aplicada al medio líquido contaminado.

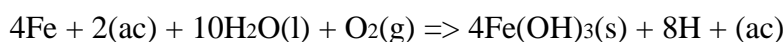
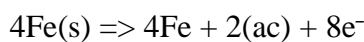
En este proceso, al igual que en la coagulación química, son neutralizadas las partículas de los contaminantes que se encuentran suspendidas, emulsionadas o disueltas en el agua a tratar, por medio de una corriente eléctrica que circula entre las placas metálicas paralelas (ánodo y cátodo), normalmente de hierro o aluminio, como podemos ver en la figura 2.8 más abajo, que representa el proceso que se produce.

La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca una serie de reacciones químicas, cuyo resultado final es la neutralización de las moléculas contaminantes.

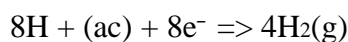
En este proceso el coagulante se forma a partir del material utilizado en el ánodo, normalmente el hierro o el aluminio. Para la utilización del hierro en el ánodo se producen las siguientes reacciones, dando lugar al hidróxido férrico:

1º Mecanismo: Ánodo de Fe

Formación del hidróxido férrico. El ánodo en este caso es de hierro y ocurren las siguientes reacciones:

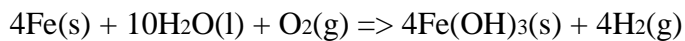


En el cátodo ocurre la siguiente reacción:



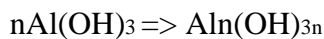
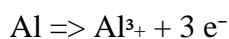
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Y como reacción global queda:



2º Mecanismo: Ánodo de Al

Formación del hidróxido de aluminio. El ánodo en este caso es de aluminio y ocurren las siguientes reacciones:



Y en el cátodo:

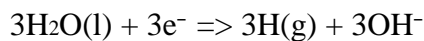
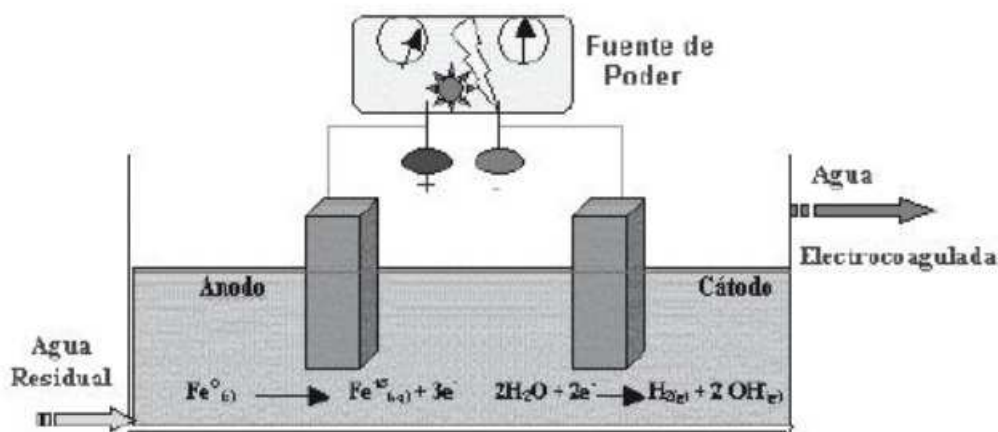


FIGURA 2.8 Representación de las reacciones en el proceso de la electrocoagulación.



- **Tabla ventajas y desventajas de la electrocoagulación**

En la siguiente tabla 2.9 podemos analizar las ventajas y desventajas del proceso de la electrocoagulación para el tratamiento de aguas residuales:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 2.9 Ventajas y desventajas de la utilización de la electrocoagulación.

Ventajas	Desventajas
Equipos simples y de fácil operación	Elevado coste de energía eléctrica
Alta efectividad en un amplio rango de contaminantes.	Poco investigada, solo plantas piloto
Puede generar aguas potables, incoloras e inodoras	Posible acidificación del agua
Elimina el requerimiento de almacenamiento de producto químico	Mantenimiento muy reiterado de los electrodos
Alto rendimiento	Lodos con alta concentración de hierro y aluminio

Conclusión:

Entre los dos procesos de coagulación analizados, nos hemos decantado por la coagulación química debido a que el proceso de la electrocoagulación está muy poco desarrollado y muy poco implantado, el reiterado mantenimiento, el elevado consumo energético con su correspondiente coste y la posible acidificación de las aguas tratadas nos ha creado una alta incertidumbre en cuanto al rendimiento del proceso y en cuanto a su buen funcionamiento, mucho menos asentado en el mundo del tratamiento de aguas que la coagulación química con muchos años de experiencia y buenos rendimientos con escasos costes de mantenimiento y de inversión.

Seguidamente a la coagulación-floculación hemos pasado al estudio de algunos tipos de procesos para la eliminación de los sólidos formados durante la etapa anterior de coagulación-floculación.

En este apartado hemos analizado las características, ventajas y desventajas de procesos como la decantación lamelar, la flotación y la filtración.

2.8.1.3. Decantador lamelar

La sedimentación consiste en la separación, por la acción de la gravedad de las partículas suspendidas cuyo peso específico es mayor que el del agua. Los términos de decantación y sedimentación se utilizan indistintamente. El objetivo principal es la

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

obtención de un efluente clarificado pero también se necesita obtener un fango cuya concentración de sólidos permita su fácil tratamiento y manejo.

Esta operación se utiliza para la eliminación de arenas, de la materia en suspensión, de los flóculos químicos y para la concentración de sólidos en el espesador de fango.

Un decantador lamelar es un depósito o tanque en el que se le introducen un número calculado de placas o tubos paralelos e inclinados para reducir el volumen del tanque y conseguir la sedimentación de las partículas de una forma más rápida y en un espacio más reducido.

Los tanques de sedimentación lamelar se han desarrollado como alternativa a los tanques de sedimentación poco profundo. Estos tanques consisten en tanques de poca profundidad que contienen unos dispositivos por paquetes de placas paralelas, llamados módulos lamelares y se utilizan para mejorar las características de sedimentación de los tanques. En los decantadores lamelares la eficacia de la eliminación de las partículas está directamente relacionada con la velocidad de sedimentación y no con la profundidad del tanque.

Las características de un decantador dependen de las características del agua a tratar en cada caso. Los sólidos que se depositan en los módulos de lamelas se mueven a contracorriente por acción de la fuerza de la gravedad hasta depositarse en el fondo del tanque, mientras que el agua circula de forma ascensional.

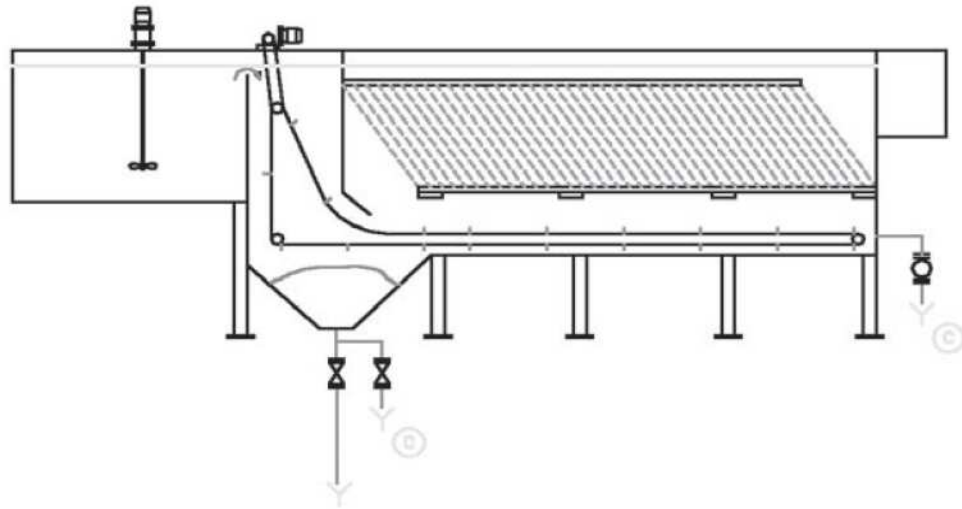
La inclinación de las lamelas suele estar entre 45-60° para que actúen como elementos auto-limpiantes, ya que si superan esta inclinación se reduce la efectividad del proceso o tiende a producirse acumulación.

Este tipo de proceso presenta el problema de los olores debido a la retención de grasas, aceites y al crecimiento biológico. Para controlar el crecimiento biológico y la aparición de olores debe limpiarse cada cierto tiempo con mangueras a presión.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En la siguiente figura 2.9 podemos ver la representación interna de un decantador lamelar.

FIGURA 2.9 Perfil de un decantador lamelar



- **Tabla ventajas y desventajas de la decantación lamelar**

En el siguiente tabla 2.10 se pueden apreciar las ventajas y desventajas más significativas, en las cuales nos hemos centrado para tomar la decisión final:

TABLA 2.10 Ventajas y desventajas del proceso de decantación lamelar

Ventajas	Desventajas
Reducción superficie ocupada	Mantenimiento
Bajo coste de inversión	Olores, por mal mantenimiento.
Muy bajo consumo energético	Ensuciamiento, por mal mantenimiento
Alto rendimiento	Obturación, por mal mantenimiento
Vida media muy elevada	

2.8.1.4 Flotación

Es una operación unitaria que se emplea para la separación de partículas sólidas o líquidas de una fase líquida, que se consigue introduciendo finas burbujas de gas en la fase líquida.

De esta forma se consigue hacer ascender a la superficie partículas con mayor densidad que la del líquido.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Esta operación suele utilizarse para la eliminación de materia suspendida y para la concentración de fangos biológicos.

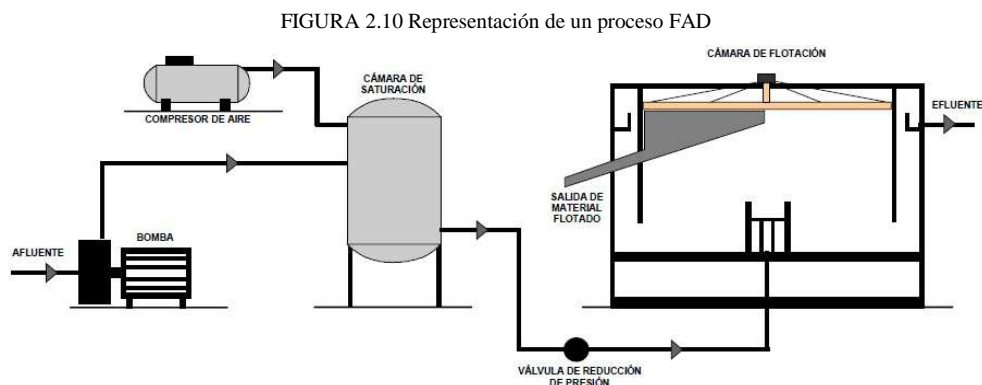
La ventaja frente a la sedimentación es la velocidad de eliminación y el mayor rendimiento, ya que las partículas en la sedimentación tarda mucho más en sedimentar.

Una vez en la superficie, las partículas se pueden recoger mediante un rascado superficial.

Algunos tipos de flotación pueden ser:

- **Flotación por aire disuelto (FAD)**

En este proceso el aire se disuelve en el agua a una presión de varias atmosferas y a continuación se libera el agua a un tanque abierto a la atmósfera donde alcanza la presión atmosférica y el aire en disolución se separe en dinas burbujas. El caudal se mantiene bajo presión en un calderín para que el aire se disuelva, a continuación se alimenta al tanque y es cuando al alcanzar la presión atmosférica, las burbujas dejan de estar en disolución formándose las diminutas burbujas y arrastrando los sólidos en suspensión presentes en el agua. En la siguiente figura 2.10 se puede apreciar la representación de un proceso bastante completo de FAD.

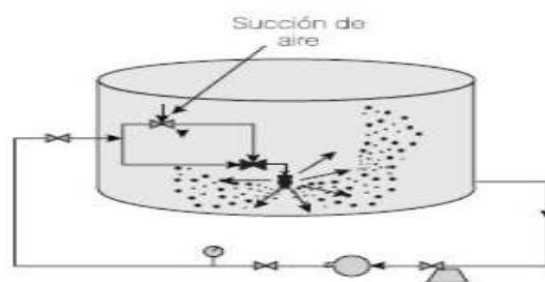


Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Flotación por aireación**

En este caso las partículas de aire se introducen en la fase líquida por medio de difusores o turbinas sumergidas. Esta no está recomendada para aceites, grasas y sólidos presentes. No es especialmente efectiva a la hora de conseguir que los sólidos floten. En la siguiente figura 2.11 se puede apreciar un proceso de flotación por aireación.

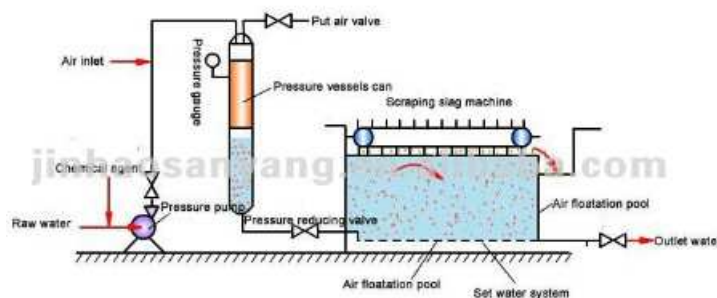
FIGURA 2.11 Representación de un proceso de flotación por aireación



- **Flotación por vacío**

Esta consiste en saturar de aire el agua residual directamente en el tanque de aireación o permitiendo que el aire penetre en el conducto de aspiración de una bomba. Al aplicar un vacío parcial el aire disuelto abandona la solución en forma de burbujas diminutas que arrastran a la superficie los sólidos a los que se adhieren. Los fangos más pesados y arenas se depositan en el fondo donde son extraídos mediante un sistema de bombeo de fangos. La materia espumante de la superficie se extrae mediante un mecanismo de rascado.

FIGURA 2.12 Representación de un proceso de flotación por vacío



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Aditivos químicos

Normalmente se suelen añadir determinados compuestos químicos para facilitar el proceso de flotación.

Estos reactivos químicos funcionan de manera que crean una superficie o una estructura que permite absorber o atrapar las burbujas de aire.

Existen dos tipos de reactivos químicos:

- Inorgánicos: los más comunes son las sales de hierro o de aluminio y la sílice activada, que se emplean para agregar las partículas sólidas, de manera que se cree una estructura que facilite la adsorción de las burbujas de aire.
- Polímeros orgánicos: estos modifican la naturaleza de las interfaces aire-líquido, sólido-líquido o de ambas a la vez.
- **Tabla ventajas y desventajas del proceso de flotación**

En la siguiente tabla 2.11 podemos observar las distintas ventajas y desventajas del proceso de flotación para el tratamiento de aguas residuales.

TABLA 2.11 Ventajas y desventajas de la utilización del proceso de flotación

Ventajas	Desventajas
Alta eficiencia.	Costes de operación elevados.
Menor área requerida para su instalación.	Necesidad de control del proceso.
Alta tasa de separación.	Necesidad de transporte.
Eliminación de microorganismos y precipitados difíciles de sedimentar y filtrar.	Más sensible a las variaciones ambientales, a las características del agua...

Conclusión

Entre estas dos soluciones para la eliminación de los sólidos en suspensión más significativos, tras el tratamiento de coagulación química y la floculación, nos hemos

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

decidido por la del tratamiento de decantación lamelar debido al bajo consumo energético, al bajo coste de inversión y a la durabilidad del equipo, en contraste con los procesos de flotación que tienen un coste de operación muy elevado y son bastante más sensibles a las características del fluido y sus sólidos y a las condiciones de operación.

En esta parte del proceso también se ha pensado en colocar un filtro de arena de doble capa con antracita y arena y eliminar el proceso de decantación lamelar y disminuir la inversión económica pero se ha pensado en que el nivel de sólidos que entraría al filtro produciría colmatación demasiado reiterada que perturbaría mucho el funcionamiento de estos y su rendimiento por lo que se ha estimado utilizarlo mejor como afinado del agua.

Posterior al tratamiento para la eliminación de los sólidos en suspensión más gruesos, en éste caso la decantación lamelar, hemos realizado el estudio de algunos tipos de procesos para el afinamiento del agua a tratar.

Aquí hemos analizado las características, las ventajas y las desventajas de los distintos procesos de filtración.

2.8.1.5 Filtración

Una vez reducido el porcentaje de sólidos, en este caso los más gruesos, vamos a recurrir a una etapa de afinamiento del agua donde se eliminaran los sólidos más pequeños y se le reducirá la turbidez al agua para que sea la adecuada y que el rendimiento de las siguientes etapas sea el más alto posible.

La operación completa de la filtración consta de dos fases: filtración y lavado o regeneración.

El proceso de filtración es bastante idéntico en todas las filtraciones que se emplean para el tratamiento de las aguas residuales, la etapa de lavado es bastante diferente en función de si el filtro es de funcionamiento continuo (ambas etapas se producen de forma simultánea) o semicontinuo (una etapa a continuación de la otra).

- **Tipos de operaciones de filtración**

- Semi-continua: en éstos se identifica tanto la fase de filtración como la de lavado. La fase de filtración se realiza haciendo circular el agua a través de un lecho granular. Esta se mantiene hasta que se deteriora la calidad del efluente.

El final del ciclo de filtrado se alcanza cuando empieza a aumentar el contenido de sólidos en suspensión en el efluente o cuando se produce una pérdida de carga prefijada en la circulación a través del lecho filtrante y se deteriora la calidad del efluente.

Una vez se produce una de estas circunstancias empieza la fase de lavado del filtro para eliminar la materia depositada en el seno del lecho filtrante. Para mejorar el lavado se añade una corriente de aire a la de agua.

- Continua: en estos filtros las fases de filtración y de lavado se realizan simultáneamente y no existen los conceptos de turbiedad límite ni la de pérdida de carga máxima admisible.

Una vez terminado el filtrado y el lavado, el agua de lavado se extrae y es trasladada por la salida correspondiente para ser tratada en su lugar correspondiente, en este caso a cabecera de planta.

- **Tipos de filtros**

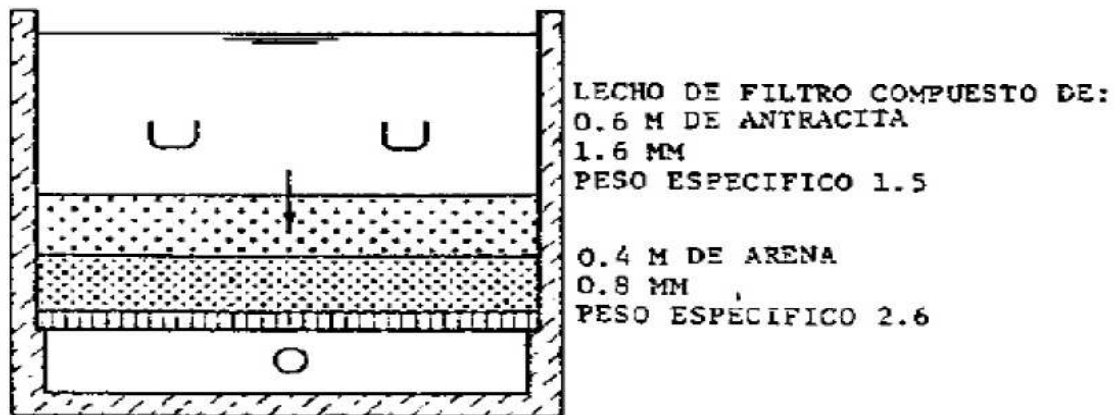
- **Convencionales**: tienen un funcionamiento en semi-continuo y su lecho filtrante puede estar formado por un medio único (arena o antracita), un medio doble (arena y atracita) o un medio múltiple (arena, antracita y granate), la dirección del flujo es descendente y el lavado a contracorriente es discontinuo. Un detalle importante es que el caudal a tratar puede ser variable o constante.

- Semi-continuo/ mono, bi y multimedio/ flujo descendente: el líquido a filtrar circula a través del lecho en sentido descendente. El caudal de circulación puede ser constante o variable.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El proceso de lavado empieza cuando el efluente aumenta su turbidez o cuando se alcanza la máxima pérdida de carga admisible. El lavado es a contra corriente y se utiliza agua y aire. En la siguiente figura 2.13 se puede apreciar un filtro convencional.

FIGURA 2.13 Imagen del perfil de un filtro convencional.



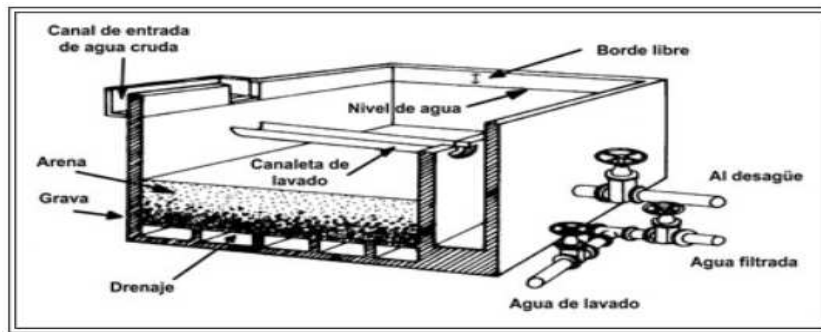
- **De lecho profundo:** tienen un funcionamiento en semi-continuo, su lecho filtrante es de medio único (arena o antracita) y la dirección del flujo puede ser descendente o ascendente y el lavado a contracorriente discontinuo. Un detalle importante es que el caudal a tratar puede ser variable o constante.

- Semi-continuo/ mono-medio/flujo descendente: el líquido a filtrar circula a través del lecho en sentido descendente. Este puede ser constante o variable.

El proceso de lavado empieza cuando el efluente aumenta su turbidez o cuando se alcanza la máxima pérdida de carga admisible. El lavado es a contra corriente y se utiliza agua y aire. En la siguiente figura 2.14 se puede apreciar el perfil de un filtro de lecho profundo con flujo descendente.

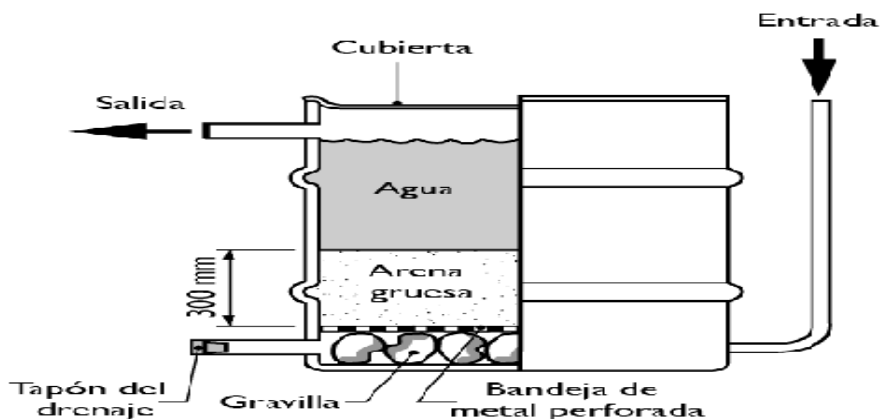
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURA 2.14 Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo descendente.



- Semi-continuo/ mono-medio/flujo ascendente: el líquido a filtrar circula en sentido ascendente y el caudal suele ser constante. Cuando el efluente aumenta su turbidez o cuando se alcanza la máxima pérdida de carga admisible se lava el filtro aumentando el caudal. En la siguiente figura 2.15 se puede apreciar el perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y semicontinuo.

FIGURA 2.15 Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y semicontinuo.

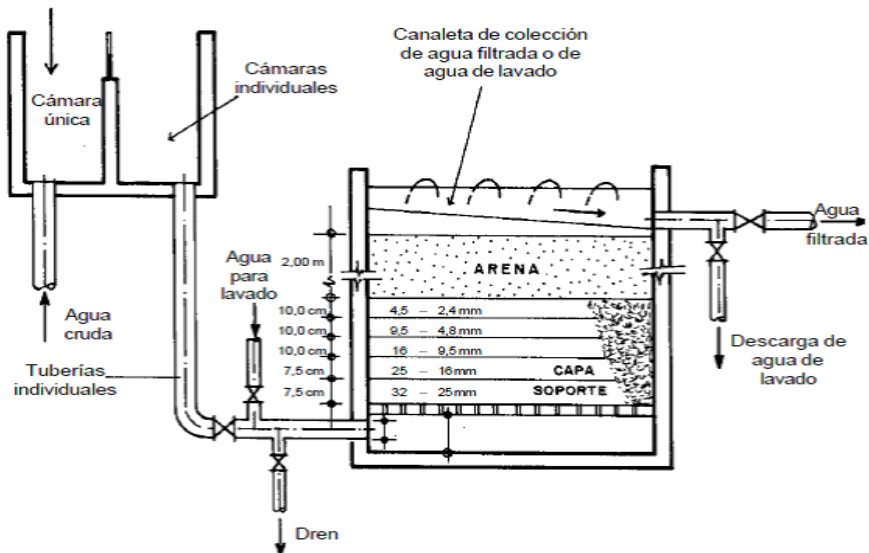


- Continuo/ mono-medio/flujo ascendente: el líquido a filtrar circula en sentido descendente a través del lecho filtrante que se desplaza hacia abajo. El caudal suele ser constante. El medio filtrante se lava a contra-corriente de forma continua bombeando la arena desde el fondo del filtro con un air-lift hasta un dispositivo de lavado de arenas. Una vez limpia la arena se distribuye en la parte superior del lecho filtrante. En la siguiente figura 2.16 se

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

puede apreciar el perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y continuo.

FIGURA 2.16 Imagen del perfil de un filtro de lecho profundo con flujo ascendente y continuo.



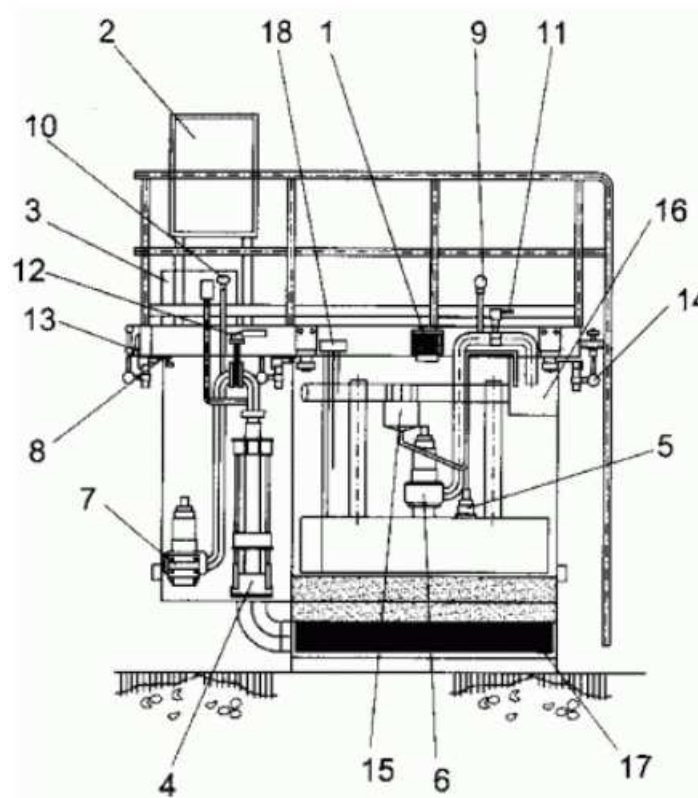
- **De lecho pulsante:** tienen un funcionamiento en continuo, su medio filtrante es de medio único (arena) y la dirección del flujo es descendente. El lavado a contra-corriente es discontinuo y el caudal de circulación a través del filtro es continuo.
 - Semi-continuo/ mono-medio/ flujo descendente: el líquido circula a través del lecho filtrante en sentido descendente. Conforme aumenta la pérdida de carga se inyecta aire para romper la capa superficial y para redistribuir los sólidos. El caudal circulante suele ser constante. Cuando la turbidez del efluente empieza a aumentar o cuando se alcanza la pérdida de carga máxima, se lava el filtro invirtiendo el sentido de la circulación del mismo. También se utiliza el lavado por vía química.
- **De puente móvil:** tienen un funcionamiento en continuo, su lecho filtrante es de medio único (arena) y la dirección del flujo es descendente. El lavado a contracorriente es semi-continuo y el caudal de circulación a través del filtro es constante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Continuo/ mono-medio/ flujo descendente: el líquido a filtrar circula a través del lecho en sentido descendente. El líquido se sigue filtrando mientras se lavan las celdas individuales. El caudal circulante suele ser constante.

Cuando se alcanza la máxima pérdida de carga admisible, las celdas individuales se lavan de sucesivamente, invirtiendo el sentido del flujo en cada una de ellas. El agua de lavado se elimina mediante una bomba. En la siguiente figura 2.17 podemos ver el esquema de un filtro de puente móvil.

FIGURA 2.17 Esquema de un filtro de puente móvil.



- **Desventajas y ventajas de la filtración descendente frente a la ascendente**

En la siguiente tabla 2.12 podemos observar las distintas ventajas y desventajas del proceso de filtración ascendente frente a la descendente en el tratamiento de aguas residuales.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 2.12 Ventajas y desventajas del proceso de filtración ascendente frente a la descendente.

Desventajas	Ventajas
Dan peor resultado en la filtración de contacto que los filtros de flujo ascendentes.	Al ser menos profundos, no se dificulta el lavado y disminuyen los costes de construcción.
Su eficiencia no está influenciada por el peso del floculo.	El lavado se hace en el sentido contrario al filtrado.
Menor eficiencia que los ascendentes.	Gasta menos agua de lavado.
Mayor pérdida de carga que los ascendentes.	No requiere un sistema de drenaje a prueba de estancamiento.

2.8.1.6 Ultrafiltración

La ultrafiltración es un proceso de separación con membranas que permite la reducción de sólidos suspendidos como partículas, coloides, quistes, bacterias y virus por medios mecánicos.

Las membranas de la ultrafiltración eliminan los sólidos suspendidos en base al tamaño del poro de la membrana.

El tamaño del poro filtrado por las membranas de ultrafiltración varía ampliamente en función del material, el proceso de fabricación y el uso o la aplicación deseada de la membrana específica.

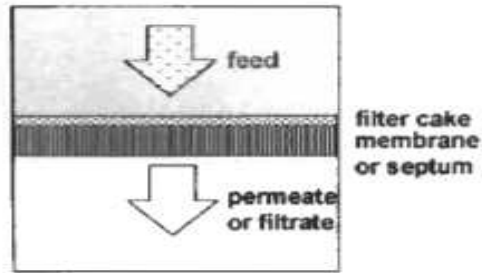
- **Configuraciones de funcionamiento**

Los sistemas de ultrafiltración pueden operar para funcionar en uno de los dos modos básicos de filtración, que son los más conocidos;

- Filtración en línea: es idéntica a la filtración clásica, el flujo es perpendicular a la superficie filtrante, donde se acumula una fase concentrada que hay que limpiar cada cierto tiempo y tras la membrana aparece la fase permeada. En la siguiente figura 2.18 se puede apreciar la filtración en línea.

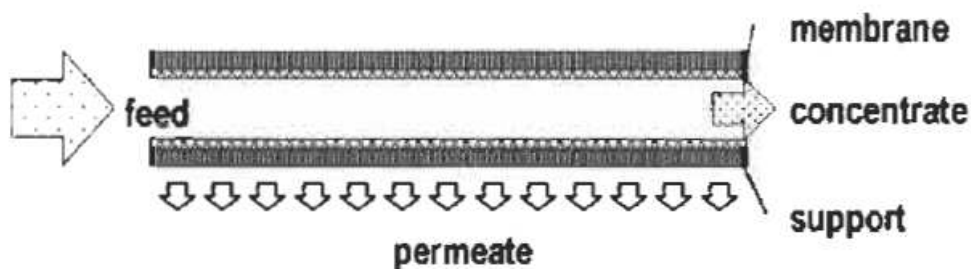
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURA 2.18 Representación de la filtración en línea



- Filtración tangencial: en esta, el flujo es paralelo a la superficie filtrante, donde se genera una fase concentrada, llamada retenido, que es arrastrada por el mismo flujo para que no se acumule y otra diluida que atraviesa la membrana, llamada permeado. En la siguiente figura 2.19 se representa la filtración tangencial.

FIGURA 2.19 Representación de la filtración tangencial



- **Tipos de membranas**

Los materiales más comunes en la fabricación de membranas suelen ser los materiales poliméricos, los cerámicos y los metálicos.

En cuanto a los tipos de membranas más comunes se encuentran:

- Membranas micro-porosas: estas tienen una distribución de tamaño de entre 0,0001-0,1 μ m. Estas no dejan pasar las partículas de tamaño mayor a su tamaño máximo de poro y a las de menor las dejan pasar parcialmente. Se utilizan en micro y ultrafiltración.

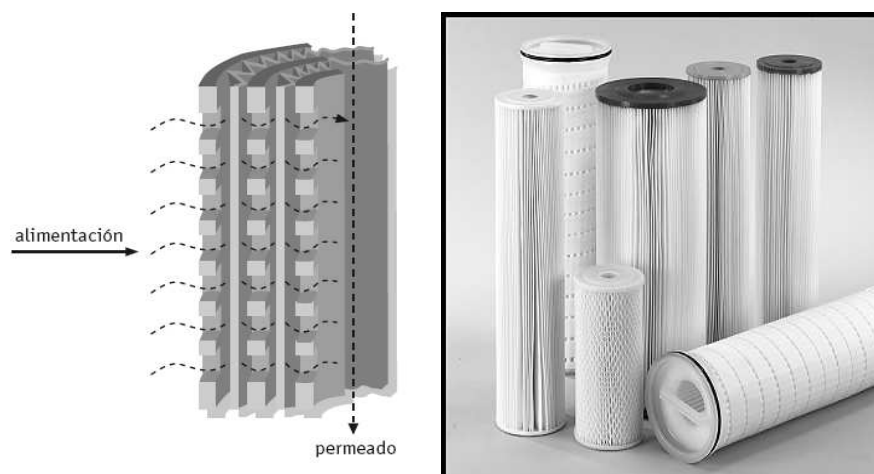
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Membranas densas: no tiene poros, el paso de las sustancias se produce mediante su disolución y posterior difusión. Este mecanismo le permite una alta selectividad para moléculas e iones. Se utilizan en osmosis inversa y nano-filtración.
 - Membranas cargadas eléctricamente: Pueden ser porosas o densas. Tienen grupos catiónicos o aniónicos fijos en su estructura, de forma que permiten el paso de los componentes que tienen la misma carga que la membrana y retienen los de carga contraria. Se utilizan en electrodiálisis.
- **Configuración de las membranas**

Las membranas en la ultra-filtración se pueden configurar de las siguientes formas;

- En cartuchos: Las membranas se enrollan alrededor de una canal colector de permeado. Se usan para filtración. En la siguiente figura 2.20 podemos verlos.

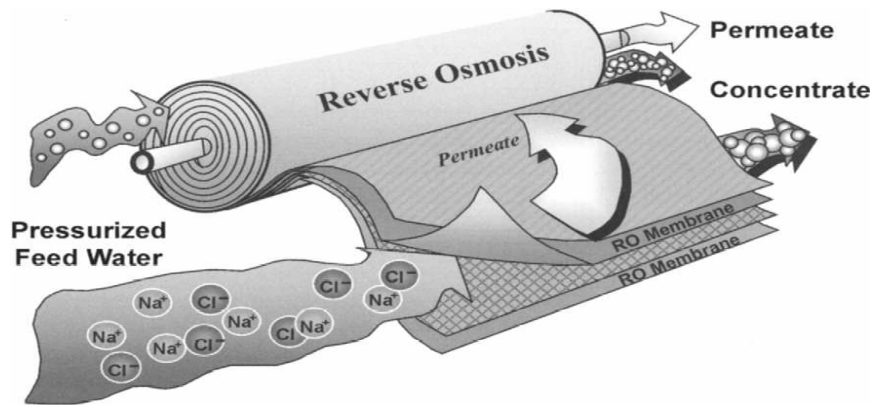
FIGURA 2.20 Imagen membranas de cartuchos



- Membranas enrolladas en espiral: tienen forma de bolsa con un separador interno. Se enrollan en espiral alrededor de un tubo de permeado. En la figura 2.21 se puede ver una membrana enrollada en espiral

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURA 2.21 Imagen membrana enrollada en espiral.



- Membranas tubulares: membranas cilíndricas que se disponen dentro de una carcasa. La alimentación se bombea por el interior de las membranas, produciéndose un flujo lateral de permeado. En la siguiente figura 2.20 podemos ver un esquema del funcionamiento de las membranas tubulares.

FIGURA 2.22 Imagen esquema membranas tubulares.

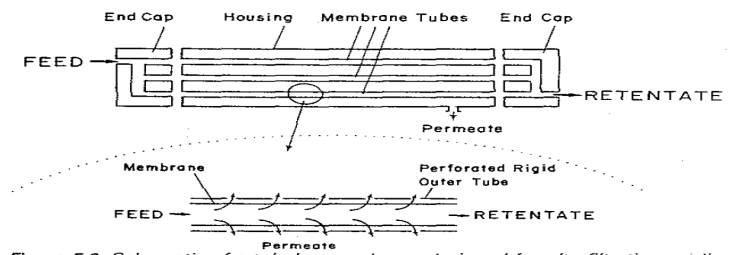


Figure 5.9. Schematic of a tubular membrane designed for ultrafiltration applications.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Tabla ventajas y desventajas de la ultra-filtración**

En la siguiente tabla 2.13 podemos observar las distintas ventajas y desventajas del proceso de ultrafiltración en el tratamiento de aguas residuales.

TABLA 2.13 Ventajas y desventajas de la ultrafiltración

Ventajas	Desventajas
Permite la separación de contaminantes que se encuentren disueltos o dispersos en forma coloidal.	Coste de equipos más elevado que la filtración convencional.
Elimina contaminantes que se encuentran en baja concentración.	Elevado mantenimiento.
Ocupan menos espacio que la filtración convencional	Costes energéticos más elevados que la filtración convencional.
Pueden combinarse con otros tratamientos.	Formación del personal para mantenimiento de las instalaciones.

Conclusión

Para la fase del proceso de afinamiento, se han estudiado los procesos de filtración convencional y la ultrafiltración. Y cabe destacar que la filtración convencional es un proceso más económico para las características del efluente que queremos obtener, ya que la ultrafiltración y los procesos similares como la micro-filtración, la osmosis inversa y la nano-filtración obtienen unas características demasiado buenas para el uso al que vamos a destinar el agua (riego de zonas verdes urbanas) con su consiguiente gasto económico, ya que todos los procesos nombrados son más costosos que la filtración convencional, en cuanto a mantenimiento y costes energético, además de la necesidad de un bajo contenido de sólidos en suspensión del agua a tratar, condición necesaria para el buen funcionamiento de los equipos.

Por lo tanto, nos hemos decidido por un filtro convencional semi-continuo, bi-capas, de arena y antracita y de flujo descendente. La opción del filtro bi-capas, se debe a que de este modo, en la primera capa del filtro (la de antracita) se captan partículas de tamaño excesivamente grande, para la capa de arena, por si no han sido eliminadas en el sedimentador lamelar evitando la colmatación en la capa de arena que retendrá las partículas más finas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

De este modo se intenta obtener un efluente con las características físicas que nos solicita la legislación y se dota el agua de las características necesarias para que el tratamiento de desinfección sea lo más eficiente posible.

2.8.2.Segunda parte: tratamiento de desinfección

Una vez finalizado el tratamiento de eliminación de sólidos y afinamiento del agua, se procede al estudio de las distintas soluciones para la desinfección del agua para que cumpla con los parámetros de vertido establecidos por la legislación.

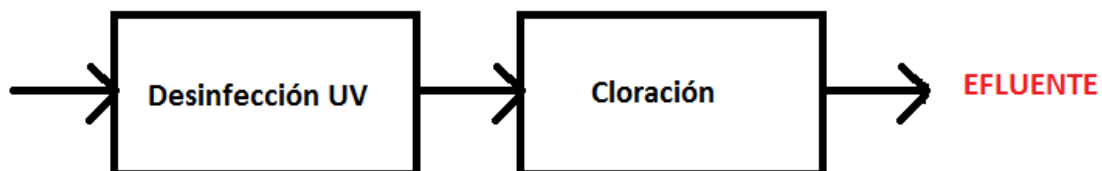
La desinfección consiste en la destrucción selectiva de los organismos que causan enfermedades. No todos los organismos se destruyen en la desinfección.

En el campo de las aguas residuales, las tres categorías de organismos entéricos de origen humano de mayores consecuencias en la producción de enfermedades son las bacterias, los virus y los quistes amebianos.

En este apartado trataremos distintas formas de desinfección, empezando por la desinfección con productos químicos.

En la siguiente figura 2.23 se representa un diagrama de flujo con las soluciones adoptadas para la segunda parte del tratamiento terciario.

FIGURA 2.23 Diagrama de flujo de la segunda parte del tratamiento terciario.



[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

8.2.2.1 Tanque de Cloración

Los tanques de cloración son canales diseñados para que el agua permanezca en ellos un tiempo calculado y sea desinfectada por la sustancia añadida para tal fin, en este caso el desinfectante.

Para que un desinfectante sea ideal debería tener una gran variedad de características que analizamos en la siguiente tabla, abajo representada.

En la siguiente tabla 2.14 tratamos los desinfectantes más habituales, utilizados en los tanques de cloración

TABLA 2.14 Características de los posibles desinfectantes para el canal de cloración

Características	Cloro	Hipoclorito de sodio	Hipoclorito de calcio	Dióxido de cloro	Cloruro de bromo
Toxicidad para los microorganismos	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Solubilidad	Ligera	Alta	Alta	Alta	Ligera
Estabilidad	Estable	Ligeramente	Relativamente	Inestable	Ligeramente inestable
No tóxica para las formas de vida superiores	Altamente tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico	Tóxico
Homogeneidad	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Interacción con materias extrañas	Oxida la materia orgánica	Oxidante activo	Oxidante activo	Alta	Oxida la materia orgánica
Toxicidad a temperatura ambiente	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Penetración	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
No corrosivo y no colorante	Muy corrosivo	Corrosivo	Corrosivo	Muy corrosivo	Corrosivo
Disponibilidad	Coste bajo	Moderadamente bajo	Moderadamente bajo	Moderadamente bajo	Moderadamente bajo

Los que mejor cumplen las características del desinfectante químico ideal, características representadas en la primera columna de la tabla, son el cloro y el

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

hipoclorito de sodio, con la única ventaja para el hipoclorito sódico de que tiene un fácil almacenamiento y una fácil dosificación, al contrario que el cloro, además de ser mucho más seguro.

- **Factores que afectan a la desinfección con cloro y sus compuestos:**

- Número de organismos: a mayor número de organismos mayor deberá ser la cantidad de cloro suministrado para llegar a los parámetros exigidos por la legislación.
- Cloro residual remanente: La determinación final de la eficiencia de un tanque de cloración se debe basar en el análisis de muestras para la comprobación del cloro residual y del NMP de organismos coliformes. Cuando se emplea el cloro residual para el control de la cloración, es necesario instalar bombas de toma de muestras en cabecera del tanque de cloración, inmediatamente después del mezclador rápido. Para llevar a cabo un control más preciso de la cloración, se puede medir el cloro residual en el efluente del tanque de cloración, medidas que también se deben llevar a cabo para asegurar el cumplimiento de las normas de los organismos reguladores.
- Tiempo de contacto: permite estimar la última exposición del trihalometano, compuestos volátiles que se generan durante el proceso de potabilización del agua por la reacción de la materia orgánica con el cloro utilizado para desinfectar, al consumidor en diferentes puntos a lo largo del sistema de distribución. La curva de distribución de trihalometanos en relación con el tiempo es muy útil.
- Características del agua: para que la desinfección sea efectiva es necesario que exista un contacto íntimo entre el desinfectante y los microorganismos. Si los microorganismos están asociados a materia particulada, el contacto se dificulta. El tamaño de la partícula tiene una gran importancia en la asociación. Los restos celulares, heces o partículas sólidas comunes en aguas ejercen una protección significativa frente a microorganismos muy pequeños

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

como los virus. El cloro reacciona con las sustancias reductoras (orgánicas o inorgánicas) del agua. Cuanto mayor sea la concentración de estas sustancias más cantidad de desinfectante será necesaria.

- pH: obviamente la cloración con cloro gas o hipoclorito es más efectiva a pH ácido. Cuando se añade al agua cloro, en forma de gas, el valor inicial del pH del agua tiende a disminuir a la vez que se reduce la alcalinidad por neutralización. Por el contrario, cuando se adiciona cloro en forma de hipoclorito sódico o cálcico, el pH inicial del agua tiende a aumentar. No obstante estas fluctuaciones de pH normalmente quedan amortiguadas por las sales contenidas en el agua responsables de su dureza (carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio) por lo que las variaciones suelen ser mínimas en la práctica.
 - La temperatura: en cuanto a la temperatura la capacidad de desinfección mejora al aumentar la temperatura, aunque el cloro es más inestable a altas temperaturas y el ácido hipocloroso se disocia algo más rápidamente.
- **Tipos de cloración:**
 - Cloración previa: consiste en añadir el clorógeno a la entrada del tratamiento terciario y, por tanto, antes de la decantación y la filtración. Presenta el inconveniente de que en ese punto la demanda de cloro es mayor y además se pueden formar productos indeseables derivados del cloro. Tiene la ventaja de que favorece la coagulación, se eliminan sustancias inorgánicas reductoras, algas y los microorganismos formadores de limo en los filtros de arena.
 - Cloración subsiguiente: cuando se añade el cloro después de la filtración, en este caso. En la práctica suele realizarse únicamente la cloración subsiguiente cuando las aguas están muy poco contaminadas y no requieren otro tipo de tratamientos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- En función de las dosis suministradas:
 - Cloración simple: consiste en añadir la dosis necesaria de cloro que permita conseguir concentraciones de cloro residual de 0,1 a 0,2 ppm después de 10 minutos de contacto sin diferenciar entre cloro libre o combinado. No suele ser un buen método de desinfección de aguas y únicamente es aconsejable en aguas muy poco contaminadas.
 - Tratamiento con cloro y amoníaco: consiste en la adición de amoníaco junto con el cloro con el objeto de que se formen cloraminas en el agua, que tienen mayor estabilidad en el agua que el cloro residual libre aunque su capacidad de desinfección es menor.
 - Súper-cloración sistemática: se denomina así cuando se usan cantidades de cloro muy superiores a la demanda de cloro del agua, por lo que tras el tiempo de contacto que permita la desinfección hay que eliminar el exceso de cloro residual (decoloración). El proceso es muy caro por el gasto extraordinario de cloro y del agente utilizado para decolorar.
 - Cloración al punto de ruptura: La cloración al “punto de ruptura” también llamado “punto crítico” o “desinfección con cloro sobrante” consiste en añadir el clorógeno a la dosis necesaria para que oxide todas las sustancias químicas reducidas presentes en el agua y quede al final la cantidad deseada de cloro residual libre.
- **Formas de suministrar el cloro:**
 - Cloro gas: es tóxico y muy corrosivo. Deberá preverse una adecuada ventilación para la extracción de gas a nivel del suelo, ya que es un gas más pesado que el aire. El sistema de ventilación deberá tener ca-

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

pacidad para llevar a cabo al menos 60 renovaciones de aire por hora. También puede ser necesario instalar sistemas de lavado cáustico de emergencia para neutralizar las fugas de cloro. En la siguiente figura 2.24 aprecia el proceso de cloración con cloro gas.

FIGURA 2.24 Proceso desinfección con cloro gas



- Cloro líquido: el líquido proviene del cloro gaseoso después de dese-car, comprimir y licuar el gas. El empleo de cloro líquido requiere de aparatos, así como instalaciones especiales para el almacenamiento y tratamiento.
- Cloraminas: el ácido hipocloroso reacciona en presencia del amoniac-o y de un gran número de derivados más complejos del amoniaco y forma los compuestos llamados cloramidas.
- Hipocloración: la acción desinfectante de los hipocloritos se efectúa mediante un intermediario químico, que es el ácido hipocloroso. Los hipocloritos que son principalmente de calcio y de sodio se obtienen sometiendo el cloro a la acción de la sal o de la sosa cáustica.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Electro-cloración:** es un procedimiento de generación in situ de hipoclorito sódico por electrolisis de una solución de cloruro sódico. Es un procedimiento bastante caro por el consumo energético que necesita.

- **Tabla de ventajas y desventajas de la utilización del tanque de cloración**

En la siguiente tabla 2.15 se pueden apreciar las ventajas y desventajas de la utilización del tanque de cloración.

TABLA 2.15 Ventajas y desventajas de la utilización del tanque de cloración.

Ventajas	Desventajas
El tratamiento es rápido y poco costoso, y su puesta en práctica, relativamente sencilla.	Es tóxico para los organismos acuáticos y puede requerirse la dechloración.
Normalmente, el agua tratada por cloración está protegida frente a microorganismos y gérmenes durante unos días.	Todas las formas de cloro son muy corrosivas y tóxicas.
Es una tecnología bien establecida.	Genera compuestos peligrosos.
En la actualidad, la cloración es más eficiente en términos de costes que la radiación UV y la ozonización, excepto cuando hay que dechlorar.	El almacenamiento, transporte y manejo presenta riesgos cuya prevención requiere normas mucho más exigentes.
El cloro residual prolonga el efecto de la desinfección después del tratamiento inicial.	Algunas especies parásitas han mostrado resistencia: Cryptosporidium parvum, los huevos de gusanos parásitos y la Giardia lamblia.
Es confiable y efectiva para un amplio espectro de organismos patógenos.	El nivel total de sólidos disueltos se incrementa en el agua del efluente.

8.2.2.2 Desinfección con ozono

La desinfección con ozono, históricamente estaba limitada a la desinfección de aguas de abastecimiento, pero los recientes avances en materia de generación de ozono y de la tecnología de disolución han permitido que el ozono se haya convertido en una posibilidad económicamente competitiva para la desinfección de las aguas residuales.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Las concentraciones de ozono que se pueden conseguir a partir, tanto de aire, como de oxígeno puro son tan bajas, que la eficiencia en la transferencia a la fase líquida constituye un aspecto económico que merece una importancia extrema, por la necesidad de que se transfiera todo el ozono conseguido. Por esta razón, normalmente se suelen emplear tanques de contacto cubiertos y muy profundos.

El ozono se suele difundir desde el fondo del tanque en forma de finas burbujas que proporcionan un mezclado del agua residual además de conseguir una transferencia y utilización del ozono máximas.

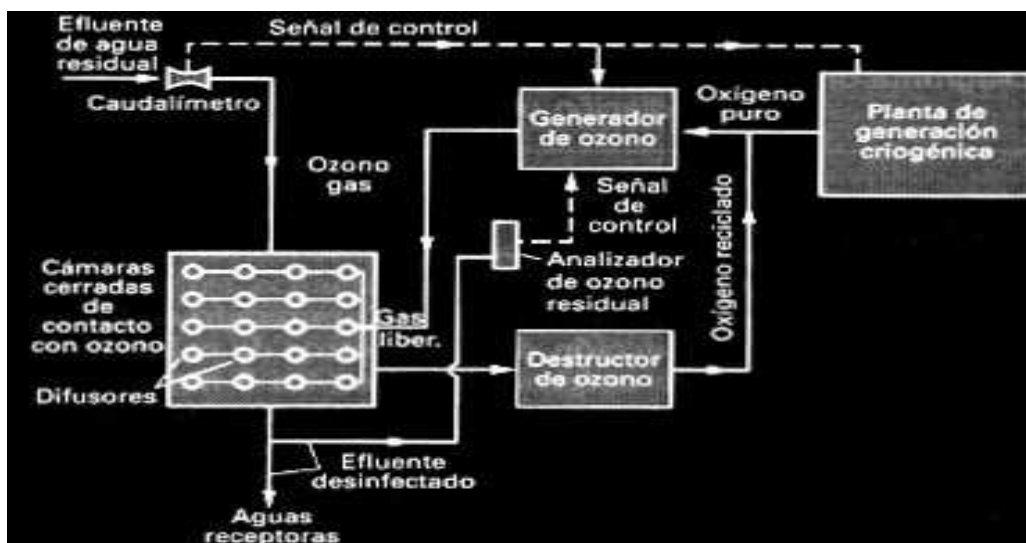
Un sistema de difusores bien dimensionado debería ser capaz de conseguir normalmente porcentajes de transferencia de ozono del orden del 90 por 100.

Los gases liberados en la cámara de contacto se deben tratar para destruir el ozono residual, ya que se trata de un gas extremadamente irritante y tóxico.

El producto generado en la destrucción del ozono es oxígeno puro, que puede ser reutilizado si se emplea el oxígeno puro como fuente para la generación de ozono. En la siguiente figura se ilustra un diagrama de flujo esquemático de un sistema típico de desinfección con ozono.

En la siguiente figura 2.25 podemos ver un esquema del proceso de ozonización.

FIGURA 2.25 Esquema proceso de ozonización



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El método de generación del ozono más eficaz del que se dispone en la actualidad es mediante descargas eléctricas.

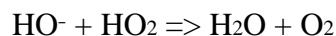
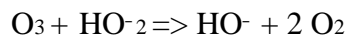
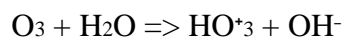
El ozono se genera a partir del aire o de oxígeno puro, al hacer circular una corriente del alto voltaje entre dos electrodos separados por un espacio muy pequeño.

La corona de alta energía que se produce con este sistema permite disociar una molécula de oxígeno para, al juntarse con otras dos, producir dos moléculas de ozono.

Los métodos más comunes para introducir el ozono en el tanque de contacto son por medio de difusores de burbuja fina y agitación mecánica.

- **Reacciones del ozono en el proceso**

Algunas de las propiedades químicas del ozono se pueden ilustrar basándose en sus reacciones de descomposición:



Los radicales que se generan, el HO_2^{\cdot} y el HO^{\cdot} , tienen gran poder oxidante y son los probables responsables de la acción desinfectante del proceso.

- **Efectividad del ozono**

El ozono es un oxidante extremadamente reactivo y está ampliamente aceptado que la destrucción de las bacterias por ozonización se produce directamente debido a la destrucción de la pared celular.

Se entiende que su efectividad es mayor que la del cloro.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Esta no produce sólidos disueltos ni se ve afectada por la presencia del ion amonio ni por el pH del agua que entra en el proceso de desinfección.

Es una buena alternativa a la cloración en los casos que se deba clorar el agua desinfectada.

- **Impacto ambiental**

El ozono, al contrario de la mayoría de los desinfectantes, tiene efectos beneficiosos. Aunque puede ser tóxico para la vida acuática, como se disipa muy rápidamente, no suele quedar ozono residual en los efluentes.

Aunque algunos estudios han concluido en que el ozono puede generar compuestos tóxicos mutagénicos o carcinógenos, que solo se prolongarían durante un minuto debido a su inestabilidad.

La formación de subproductos tóxicos durante la ozonización depende de la dosis de ozono, del tiempo de contacto y de los compuestos inicialmente presentes.

La ozonización después de la cloración puede dar lugar a la formación de trihalometanos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Tabla ventajas y desventajas de la utilización del ozono**

En la siguiente tabla 2.16 se pueden apreciar las ventajas y desventajas de la utilización del ozono como desinfectante.

TABLA 2.16 Ventajas y desventajas de la utilización del ozono como desinfectante.

Ventajas	Desventajas
El ozono oxida hierro, manganeso y sulfuros.	El ozono es altamente corrosivo y tóxico.
Facilidad de reacción con compuestos orgánicos e inorgánicos debido a su alta reactividad y potencial de reducción.	El coste inicial del equipamiento es alto, y los generadores requieren mucha energía.
El ozono reduce el TOC, color, olor y turbidez del agua tratada.	El ozono debe ser generado “in situ” por problemas en el almacenamiento y transporte
Facilidad de producción de ozono desde aire u oxígeno por descargas eléctricas.	La vida media del ozono en el sistema de distribución es de 25 minutos a temperatura ambiente, con lo que la ozonización no asegura la limpieza del agua potable, siendo necesario añadir cloro.
Es uno de los desinfectantes químicos más eficientes, ya que requiere un tiempo de contacto pequeño.	Se forman DBPs en presencia de bromo, aldehídos, cetonas, etc.
Ozono es más efectivo que cloro, cloroaminas y dióxido de cloro para la inactivación de virus, Cryptosporidium y Giardia.	Son necesarios filtros activados para la eliminación de carbono orgánico biodegradable

8.2.2.3 Desinfección con lámparas ultravioleta (UV)

Aunque su primer uso se centraba en la desinfección de aguas de suministro de alta calidad, recientemente se ha experimentado un renovado interés en la aplicación de esta técnica de cara a la desinfección de aguas residuales.

Se ha podido comprobar que una correcta dosificación de rayos ultravioleta es un eficaz bactericida y virucida, además de no contribuir a la formación de compuestos tóxicos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Fuentes de radiación ultravioleta**

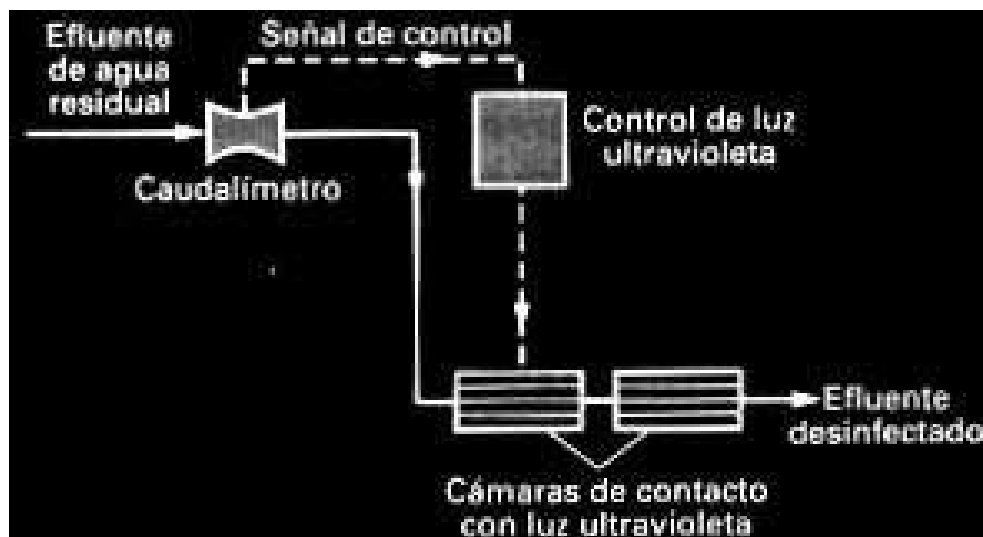
La radiación ultravioleta se produce por medio de lámparas de vapor de mercurio de alta y baja presión, siendo más populares las últimas. Se asemejan a las conocidas lámparas fluorescentes.

Estas lámparas tienen una duración de 10.000 horas, más o menos, lo que en términos prácticos y teniendo en cuenta el recambio cuando ha descendido su intensidad a 70-75 %, significa una vida útil de nueve meses a un año de trabajo sin interrupción.

La desinfección del agua con luz ultravioleta puede lograrse con longitudes de onda de luz entre 240 y 280 nm y se obtiene la máxima eficiencia germicida a los 260nm. Las lámparas de arco de mercurio a baja presión que se encuentran en el mercado producen radiación con una longitud de onda de luz ultravioleta cerca de 254 nm.

En la siguiente figura 2.26 podemos ver un esquema de la desinfección con lámparas UV.

FIGURA 2.26 Esquema proceso de desinfección UV.



La radiación con longitud de onda de 254nm penetra en la pared celular de los organismos y es absorbida por los materiales celulares, lo cual puede impedir la reproducción o producir directamente la muerte de la célula.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El efecto germicida de la luz UV está relacionado con la energía, que a su vez depende de la longitud de onda o frecuencia asociada a la luz UV y que es capaz de producir daños fotoquímicos en los ácidos nucleicos de los microorganismos.

Debido a que sólo son efectivos los rayos UV que alcanzan las bacterias es conveniente que el agua esté libre de turbidez, que podría absorber radiación UV y actuar como escudo de las bacterias.

- **Factores que influyen en la desinfección UV**

Para aumentar la efectividad de la radiación ultravioleta es necesario que los siguientes parámetros del agua se encuentren en las condiciones en las que mejor funcione el efecto de la radiación. Los factores son los siguientes:

- Temperatura: la eficiencia de la lámpara aumenta con la temperatura, teniendo a los 40°C los mejores resultados. Aún así, el efecto de la temperatura en el desempeño de los rayos UV es menor que en los desinfectantes químicos como ozono y cloro.
- pH: como el mecanismo de inactivación con UV es un proceso físico, el pH no afecta directamente la eficiencia de la desinfección. Sin embargo el pH puede afectar indirectamente la eficiencia de la inactivación al afectar las características de los materiales de absorción de la luz UV.
- Turbidez: la penetración de los rayos, y por lo tanto la eficiencia de la desinfección, depende de la turbidez del líquido, ya que ésta podría proteger a los microorganismos de la radiación.
- Distancia a la fuente de radiación: la intensidad luminosa de la lámpara y por lo tanto la efectividad de la desinfección es

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

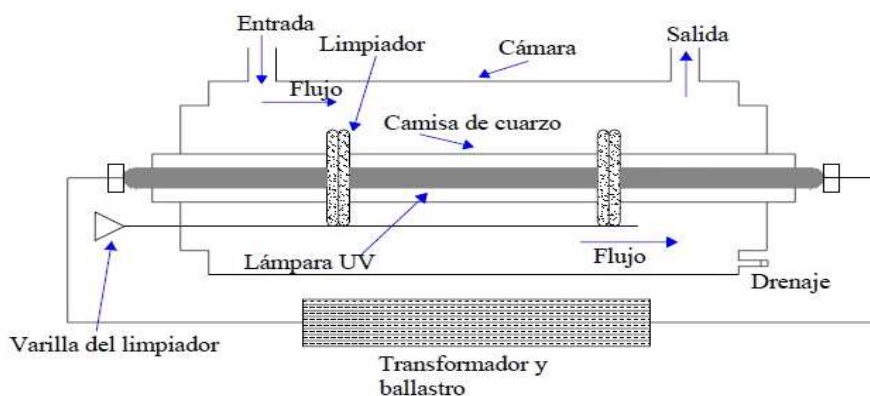
inversamente proporcional a la distancia entre el punto de emisión de la radiación y el punto de contacto con el agua.

- **Tipo de colocación de las lámparas**

Existen varias configuraciones físicas para las lámparas en la desinfección de agua. Las lámparas básicamente pueden estar sumergidas en el líquido o suspendidas fuera de él.

- Lámparas sumergidas en el líquido: La lámpara de UV se aísla colocándola en el centro de un tubo de cuarzo (ya que el cuarzo es uno de los pocos materiales casi totalmente transparentes a la radiación UV). Esto es con el fin de evitar riesgos si el agua llegara a entrar en contacto con las conexiones eléctricas. Dentro de las lámparas hay reflectores que garantizan la radiación uniforme en la superficie. El agua circula alrededor de la lámpara, entrando por un extremo del tubo y saliendo libre de gérmenes por el extremo opuesto. En la siguiente figura 2.27 se puede ver una representación del montaje.

Figura 2.27 Montaje lámparas desinfección UV sumergidas.



Instalación típica de un equipo de radiación UV con lámpara sumergida

- Lámparas suspendidas fuera del líquido: esta configuración consiste en hacer pasar el agua a través de un tubo de teflón (que es

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

relativamente transparente a la radiación UV), el cual se encuentra rodeado por lámparas de UV.

Para propósitos de diseño, es necesario garantizar que exista turbulencia (para que toda el agua pase lo suficientemente cerca de la superficie de la lámpara) y también que se minimice el grado de mezcla transversal (cortocircuitos). De este modo se garantiza la máxima eficiencia.

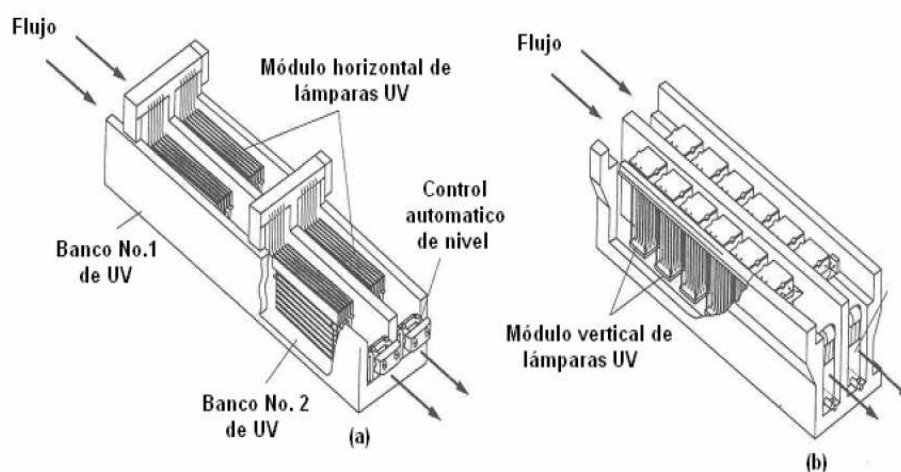
Para efectos operacionales, es esencial contar con un programa de limpieza efectivo para eliminar periódicamente los materiales biológicos y químicos que ensucian la envoltura de la lámpara o la superficie de los tubos de teflón.

Para alargar la vida de la lámpara el agua debe estar lo más limpia posible, lo cual además evita que partículas en suspensión dificulten la acción de la lámpara germicida.

Esto se logra con los filtros instalados previamente a la lámpara de luz UV en nuestro proceso de tratamiento.

En la siguiente figura 2.28 se puede ver una representación del montaje.

Figura 2.28 Montaje lámparas desinfección UV suspendidas fuera del líquido.



- **Impacto ambiental de la radiación ultravioleta**

Puesto que no se trata de un agente químico, la radiación ultravioleta no produce residuos tóxicos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No obstante puede provocar la alteración de determinados compuestos químicos.

Por lo tanto, hoy en día hay que considerar que la radiación ultravioleta, cuando se usa en desinfección de aguas, no tiene efectos negativos ni positivos para el medio ambiente.

- **Tabla ventajas y desventajas de la utilización de la Radiación UV**

En la siguiente tabla 2.17 se pueden apreciar las ventajas y desventajas de la utilización de las lámparas de radiación UV como desinfectante.

TABLA 2.17 Ventajas y desventajas de la utilización de las lámparas de desinfección UV.

Ventajas	Desventajas
Se trata de un proceso libre de sustancias químicas que no añade nada al agua, excepto luz UV.	Las formas esporuladas, los quistes de protozoos y los virus son menos sensibles que las bacterias a la radiación UV.
El tratamiento por UV no genera subproductos carcinógenos de la desinfección que puedan afectar negativamente a la calidad del agua.	Se necesita un pre-tratamiento exhaustivo para evitar que componentes del agua absorban las radiaciones.
La desinfección por UV es muy eficaz en la inactivación de una gran diversidad de microorganismos, incluidos patógenos resistentes al cloro como <i>Cryptosporidium</i> y <i>Giardia</i> .	Se producen gastos elevados de energía eléctrica.
La luz UV no requiere transporte, almacenamiento ni manipulación de sustancias químicas tóxicas o corrosivas, lo que representa un beneficio para la seguridad de los operarios de las plantas y la población circundante.	Coste elevado de los equipos.
Crea escasos costes a largo plazo asociados al uso de productos químicos, el transporte y la distribución, a diferencia de la cloración y la ozonización.	Se requiere mantenimiento frecuente y caro de las lámparas

Conclusión

En este caso, para el tratamiento de desinfección del agua a tratar, se ha determinado que la utilización del proceso de desinfección con lámparas de rayos ultravioleta (UV), de vapor de mercurio sumergidas en el líquido es la más apropiada.

Hemos decidido que es la opción más adecuada, con la justificación de que es un proceso libre de sustancias químicas con todo lo que ello conlleva, además de ser un proceso que inactiva una gran diversidad de microorganismos resistentes al cloro.

Con la desinfección por UV, se minimizan y/o eliminan los costes por respuestas a fugas, administración, gestión de riesgos y planificación de emergencias y formación de los operarios, en este caso ampliamente, ya que la formación es insignificante.

El proceso de ozonización se ha descartado principalmente por ser altamente corrosivo y tóxico, además de los peligros que ello conlleva para las personas que allí trabajen y el medio ambiente.

También tiene la peculiaridad de necesitar una primera inversión económica elevada y un coste de operación y de mantenimiento no menos costoso económicamente que las lámparas de desinfección UV.

Cabe destacar, que tras el tratamiento de desinfección por rayos UV, se ha optado por disponer de un tanque de cloración, con una cloración subsiguiente ya que de esta forma no hay posibilidad de la disminución del rendimiento debido a los sólidos en suspensión y demás, presentes en el agua antes de la filtración y de la decantación lamelar. Se dosificará al punto de ruptura o también llamada “de cloro sobrante”, para evitar gasto innecesario y con hipoclorito sódico debido a su fácil almacenamiento y a su fácil dosificación.

Esta última opción, al no tener un coste excesivo, se instala por si hubiese algún problema con las lámparas y quedasen inutilizadas, su rendimiento disminuyese o cualquier causa posible... de este modo el tanque de cloración podría sustituirlas en cualquier momento o trabajar con ellas conjuntamente.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2.8.3. Solución adoptada

La solución adoptada aparece como resultado de la evaluación técnico-económica de los procesos que intervienen en el tratamiento terciario.

2.8.3.1. Descripción del proceso

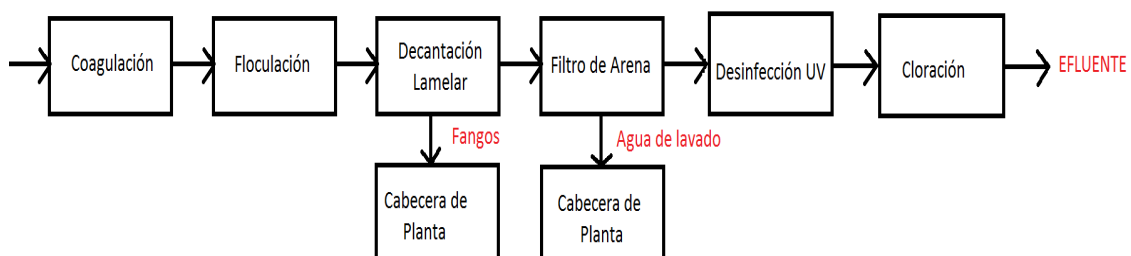
El proceso del tratamiento terciario se divide en los siguientes procesos:

- Coagulación-Floculación
- Decantación lamelar
- Filtración
- Desinfección UV
- Cloración

Mediante estos procesos se dotará al agua de las características necesarias para ser reutilizada en el riego de zonas verdes urbanas, como hemos estado comentando a lo largo de la memoria.

En la siguiente figura 2.29 se representan en un diagrama de flujo todos los procesos de los que se compone el tratamiento terciario que hemos diseñado.

FIGURA 2.29 Diagrama de flujo del tratamiento terciario



2.8.3.1.1. Coagulación-Floculación

En primer lugar, para el aumento del tamaño de las partículas presentes en el agua a tratar nos hemos decantado por la elección del proceso de la coagulación química junto con la floculación.

Por una parte, hemos elegido la coagulación química por su elevada implantación, su elevada fiabilidad en el campo del tratamiento de aguas residuales y su elevado rendimiento en comparación con las otras alternativas existentes para dicho fin. Además de su bajo coste de inversión, el bajo coste de mantenimiento de los equipos del proceso, su bajo consumo energético que necesita para su funcionamiento y los pocos o nulos problemas de continuidad que genera al proceso completo del tratamiento del agua.

Como producto químico para la coagulación se ha elegido el sulfato de aluminio hidratado, por la principal razón de que no produce coloración en el agua a diferencia de los floculantes estudiados, que son los más comunes en este tipo de proceso (sulfato de hierro y cloruro férrico). Además de ser un producto que no tiene un precio muy elevado, en comparación con los otros productos para este proceso, tiene una alta disponibilidad en el mercado y la inversión para la maquinaria que utilizará el sulfato de aluminio tampoco es excesivamente cara.

Por otro lado, la floculación será la que termine de agrupar las partículas desestabilizadas para aumentar su tamaño y conseguir que las partículas sean eliminadas en los siguientes proceso de decantación y filtración.

Para la floculación, el floculante utilizado es uno del tipo orgánico de síntesis, en este caso la poliacrilamida anionica, con la que se realizó el Jar-test para la determinación de las dosis de reactivo a utilizar. Cabe destacar que antes se investigo sobre la utilización de este tipo de floculante en el proceso de floculación para el tratamiento de aguas residuales y comprobamos que es muy común su utilización.

En cuanto a la agitación en los distintos tanques tanto en el de coagulación (1 tanque), como en los de floculación (5 tanques), la agitación elegida es la agitación

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

mecánica con hélice ya que el gradiente de la velocidad no varía con el caudal sino con la variación de la velocidad de rotación del impulsor. Esto es de vital importancia debido a que en nuestro tratamiento el caudal será variable pero la velocidad de agitación de las hélices será constante. Esta es la principal causa de la elección de este tipo de agitadores, además de tener un nulo mantenimiento del equipo y de estar ampliamente implantados en los procesos de coagulación-floculación de todas las plantas de tratamiento de aguas residuales visitadas, siempre recomendados por los distintos jefes de planta con los que hemos hablado lo que nos ha dado mucha seguridad en cuanto a la elección del mismo.

Por último, destacar que además de la agitación mecánica, que es la que domina el mezclado del proceso de coagulación-floculación, los tanques de este proceso, también llamados mezcladores de baffles debido a su diseño, están diseñados de modo que exista otro tipo de mezclado adicional, ya que además de tanques hacen la función de mezcladores por la circulación del fluido verticalmente en zig-zag, debido al diseño de los tanques.

2.8.3.1.2. Decantador lamelar

Para la eliminación de los sólidos más gruesos formados en el proceso de coagulación-floculación se ha optado por la instalación de un decantador lamelar.

Se ha decidido esa opción debido a que los decantadores lamelares ocupan un espacio mucho más reducido que los decantadores convencionales, tienen un consumo energético nulo a diferencia de los procesos de flotación estudiados que consumen bastante energía, debido a su funcionamiento por gravedad,

Por otro lado, el mantenimiento es muy bajo si la instalación de las lamelas está realizada con el ángulo de inclinación correcto, de este modo se evita la acumulación de sólidos en estas y se evita el problema de los olores.

De éste modo, la inversión inicial es razonable con el rendimiento a largo plazo que se obtiene de estos decantadores con lamelas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cabe destacar que los fangos producidos, después de mucha investigación y muchas conversaciones con distintos jefes de plantas de distintas E.D.A.R's y la empresa SITRA Aguas Industriales, hemos llegado a la conclusión de que lo mejor es enviar a cabecera de planta los fangos producidos y que estos sean reutilizados en los procesos biológicos o eliminados en los decantadores presentes en los tratamientos biológico y secundario respectivamente.

Se opta por esta opción debido a que la instalación de un espesador de fangos y una centrífuga para su deshidratación, tienen un alto coste económico, un mantenimiento elevado en el caso de la centrífuga de deshidratación y un coste energético muy elevado, todo esto para una producción de fangos muy escasa y que puede ser tratada sin ningún problema mediante el envío a cabecera de planta y reutilizada en los procesos biológicos o extraída por la extracción de fangos del decantador secundario presente en tratamiento secundario de la planta donde se instala el tratamiento terciario.

2.8.3.1.3. Filtro de arena convencional

El proceso de filtrado se ha elegido para el afinamiento del agua y para darle las características necesarias en cuestión de materia en suspensión, DQO... que exige la legislación en el tema de riego de zonas verdes urbanas, después de haber reducido la carga de materia en suspensión del agua en el decantados lamelar.

El filtro de arena convencional ha sido elegido por ser más económico que los otros procesos estudiados, ultrafiltración, microfiltración... Además de proporcionarnos en el agua las características que la legislación solicita para el riego de zonas verdes urbanas, posibilidad que también nos pueden proporcionar las otras opciones estudiadas pero con una calidad excesiva para nuestras necesidades y que tendrían un coste más elevado que con la opción del filtro convencional. Cabe destacar el poco mantenimiento que necesitan estos filtros convencionales y su bajísimo coste energético de funcionamiento.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El filtro en concreto es un filtro convencional semi-continuo, lo que significa que se identifica tanto la filtración como la limpieza del filtro. Por este motivo se han instalado dos filtros de arena de este tipo para que mientras uno filtra el agua el otro se limpia y así sucesivamente, para que el filtrado se produzca en todo momento.

El filtro es del tipo bicapa, con una capa de antracita en la parte superior para retener las posibles partículas de mayor tamaño que se hayan podido escapar a la decantación lamelar y una de arena bajo la de antracita con menor diámetro de partícula que realizara el grueso del afinamiento del agua a tratar.

En cuanto al tipo de flujo, se ha elegido el flujo descendente debido a que se reduce la profundidad del filtro por su diseño facilitando el contralavado y reduciendo los costes de construcción, además de reducir la profundidad total del tratamiento terciario.

2.8.3.1.4. Desinfección UV

Las lamparas de desinfección UV seleccionadas son la de vapor de mercurio sumergidas, lo que significa que van en el centro de una conducción por donde circula el agua desinfectandola.

Hemos elegido este proceso por ser un proceso libre de sustancias químicas, por lo que nos ahorra todo tipo de formación del personal en este tipo de temas, adecuación de lugares para almacenamiento de productos químicos... y principalmente porque inactiva una gran diversidad de microorganismos resistentes al cloro, proceso que también será instalado para acabar con todos los microorganismos presentes. También se eliminan costes o reducen por gestión de riesgos, planificación de emergencia, corrosividad de los materiales...

En comparación con el proceso de ozonización, nos ahorra todo este tipo de detalles que se hacen muy importantes a la hora de hacer una valoración económica.

2.8.3.1.5. Tanque de cloración

Para el acompañamiento del tratamiento de desinfección UV, se ha elegido el tratamiento de desinfección por cloración subsiguiente y con dosificación de cloro en el punto de ruptura.

Este proceso se instala por su bajo coste de inversión y alto rendimiento, y por si el tratamiento de desinfección UV se averiase y tuviese que ser reparado o necesitase cualquier tipo de apoyo para desinfectar por cualquier tipo de variación en el agua a tratar.

El tipo de cloración subsiguiente se debe a que de este modo, al aplicar el cloro tras los procesos de eliminación de sólidos necesariamente, en nuestro caso la decantación lamelar y la filtración, se evita que este proceso pierda parte de su rendimiento debido a los sólidos en suspensión y demás materia presente antes de que el agua sea tratada en estos procesos de eliminación de sólidos y afinamiento respectivamente, aunque puede encontrarse primero con procesos de desinfección cómo en nuestro caso las lámparas de desinfección UV, que no corresponde a los procesos anteriores.

En cuanto a la dosificación del desinfectante elegido, en este caso hipoclorito sódico, se realizará en el llamado “punto de ruptura”. Este tipo de dosificación es muy justo económicamente y en cuanto a la desinfección ya que se añade la dosis de cloro necesaria para oxidar todas los microorganismos presentes y que quede el cloro residual libre que el dosificador desee.

Por otro lado, el desinfectante elegido, el hipoclorito sódico por delante del cloro, ha sido seleccionado principalmente por tener las mejores características como desinfectante (toxicidad para los microorganismos, solubilidad, estabilidad, no tóxica para formas de vida superiores, homogeneidad, interacción entre materias extrañas, toxicidad a temperatura ambiente, penetración, no corrosivo, no colorante y disponibilidad.), pero por encima de todo por destacar sobre el cloro en que tiene un mejor almacenamiento que éste y una fácil dosificación, además de ser mucho más seguro.

2.9. Resultados finales

2.9.1. Adecuación del terreno

2.9.1.1. Movimiento general de tierras

Para la excavación provisional de cada uno de los elementos se ha previsto dejar como mínimo un metro de margen alrededor de éste para facilitar las operaciones de ferrallado y encofrado.

A efectos de medición se ha considerado un desbroce y limpieza del terreno, así como el desmonte y terraplano para la adecuación del terreno natural a las cotas de urbanización.

2.9.1.2. Cimentación de las instalaciones

La cimentación de los depósitos se realizará sobre un relleno material granular cuyo fin es el de permitir una mejora en la capacidad de soporte del terreno por encima de los valores mínimos establecidos.

2.9.2. Obra civil

Se ha dispuesto de una tipología de nave industrial de cubrición y cerramiento para albergar el sistema de bombeo y las soplantes para la limpieza de los filtros de arena.

La idea principal es colocar cada nave lo más cerca posible del proceso donde vaya a cumplir su función, para evitar pérdidas de carga innecesarias.

2.9.2.1.Nave de bombeo

Los condicionantes de dimensionamiento de la nave de bombeo son los siguientes;

- Dimensiones en planta de la nave: 5x5m. (en el interior de la nave).
- Altura de la nave: 3m (Desde la zona más alta exterior de la nave).
- Cubierta plana.
- Paramentos verticales de cerramientos exteriores y a base de placas nodulares de hormigón armado.
- Puerta de acceso desde el exterior de 3x2m basculante con paso de hombre.
- Ventanas.
- Cimentación superficial mediante losas.

2.9.2.2.Nave de soplantes

Los condicionantes de dimensionamiento de la nave de soplantes son los siguientes;

- Dimensiones en planta de la nave: 5x5m. (en el interior de la nave).
- Altura de la nave: 3m (Desde la zona más alta exterior de la nave).
- Cubierta plana.
- Paramentos verticales de cerramientos exteriores y a base de placas nodulares de hormigón armado.
- Puerta de acceso desde el exterior de 3x2m basculante con paso de hombre.
- Ventanas.
- Cimentación superficial mediante losas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2.9.3.Obra de llegada

En el diseño de la totalidad de los tanques se adopta un caudal de diseño de 309,37m³/h. La obra de llegada recibe la conducción procedente del decantador secundario para acceder al tanque de coagulación y permite mediante una válvula de charnela manual, el aislamiento general del tratamiento terciario.

En esta conducción habrá un caudalímetro de marca E+H, modelo Promag 10L3H del tipo electromagnético, tras la válvula de charnela conectado a todas las válvulas de regulación de caudal y a todos los equipos que funcionen en función del caudal que entra al tratamiento terciario, para que todo este funcione en régimen estacionario.

La conducción de entrada al tanque de coagulación poseerá las siguientes características:

Será de sección circular con un DN250 fabricada con acero galvanizado y tendrá desde en decantador secundario hasta el tanque de coagulación una longitud de 10m, incluidos los desniveles.

2.9.4.Tanques coagulación-floculación

2.9.4.1.Tanque coagulación

El tanque de coagulación, está diseñado a caudal de diseño de 309,37m³/h con un tiempo de retención de 2,5min, lo que da al tanque una capacidad de 12,9m³ con forma cúbica, con 2,65m de altura, 2,35m de lado y con un espesor de pared de 0,3m.

En este caso, para igualar alturas de paso de agua entre este depósito y el primer depósito de floculación se le coloca una base de hormigón de 0,61m de alto por 2,5m de lado. Para la construcción del depósito se han gastado en total 10,04m³ de hormigón para la base y las paredes laterales del depósito.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El tanque de coagulación se construirán en hormigón armado HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S.

2.9.4.2. Tanque floculación

El sistema de floculación está compuesto por 5 tanques con forma cúbica, diseñados también mediante el caudal de diseño de 309,37m³/h y con un tiempo de retención en este caso de 20min, lo que nos da un volumen para cada uno de los 5 tanques de 20,63m³ y en total de 103,13m³.

Cada tanque tiene unas dimensiones de 3m de altura y 2,75m de lado con un espesor de 0,3m, lo que ha llevado a la utilización de la cantidad de 61,1m³ de hormigón.

Los tanques de floculación se construirán en hormigón armado HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S.

2.9.4.3. Sistema de dosificación de los coagulantes y floculantes

Se han dispuesto un total de dos bombas dosificadoras, una para el proceso de coagulación que dosificará el sulfato de aluminio y una para el proceso de floculación que dosificará la poliacrilamida aniónica.

Las bombas se instalarán sobre los mismos depósitos de coagulación y floculación respectivamente, con un simple atornillamiento en el mismo hormigón de los depósitos de coagulación y floculación. Las bombas son de la marca Prominent y sus características se pueden consultar en las especificaciones técnicas de los equipos, en el apartado de los Anexos.

Los depósitos de almacenamiento se instalarán justo al lado de los depósitos de coagulación y floculación. Sus estructuras se cimentarán al suelo por medio de hormigón del tipo HA-30/B/20IV+Qb. Los depósitos tienen una capacidad de 150m³,

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

con un diámetro de 4m y una altura de 12,1m. Son depósitos atmosféricos fabricados en poliéster reforzado con fibra de vidrio de la marca Mediterranea del poliéster.

2.9.4.4. Agitadores tanques coagulación-floculación

Cada tanque irá provisto de una agitador vertical de hélice con un diámetro de 1,2m con anclajes al depósito por brida cuadrada de 400x400.

El agitador del tanque de coagulación llevará un eje con una longitud de 2,4m y 2 hélices de tipo marina con un diámetro de 0,6m.

Por otro lado, los tanques de floculación 1, 3 y 5 llevarán un agitador con un eje de longitud igual a 1,3m y una hélice del tipo GFLOC con un diámetro de 1,2m.

Mientras que los tanques 2 y 4 llevarán un agitador con un eje de 2,5m con hélice del tipo GFLOC con un diámetro de 1,2m.

2.9.5. Decantador lamelar

La llegada del agua al decantador lamelar desde el tanque de floculación 5 se produce por medio de una conducción de acero galvanizado, con una longitud de 1,5m y con un DN250. Esta conducción contiene una válvula de regulación de caudal del tipo charnela conectada al caudalímetro de entrada para que regule el caudal de salida y que el sistema funcione en régimen estacionario.

Para que el decantador lamelar cumpla con las exigencias del fin del tratamiento terciario se ha diseñado a caudal punta 309,37m³/h, con un tiempo de retención de 0,9h y una carga de superficie de 120m³/m²·día lo que nos lleva a las siguientes dimensiones del decantador; altura total de 5,4m, con una longitud de 12,5m de largo y con una longitud de 4,95m de ancho. Para la construcción del decantador lamelar se han utilizado 75,9m³ de hormigón del tipo HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S.

El decantador lamelar está dividido en dos zona; una primera de cúbica con sección rectangular, con una longitud de 12,5m, una altura de 4m y una ancho de 4,95m.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Mientras que la zona inferior también tiene una sección rectangular pero forma de piramidal, con una altura de 1,4m, longitud de 12,5m, ancho de 4,95m y una longitud de la inclinación de las paredes inclinadas 2,85m.

Además de todo se han utilizado 61 placas lamelaes de PVC con una inclinación de 60°, con una altura de 2m, una longitud de ancho de 4,95m, y entre ellas con una separación horizontal de 0,2m y una separación vertical de 0,2m.

2.9.5.1. Sistema extracción de fangos

Para la extracción de fangos se han utilizado un sistema de (2+1) bombas periestáticas de la marca FLOWROX del tipo LPP-T, que mediante una conducción colectora, de acero galvanizado con un DN80 y con tres conexiones a los largo de la base del decantador lamelar, absorberá el fango y los trasladara a cabecera de planta donde será extraído o reutilizado cuando llegue de nuevo a los procesos de decantación secundaria o al tratamiento biológico respectivamente.

2.9.6. Filtros convencionales

En este apartado se ha optado por la instalación de un sistema de 2 filtros convencionales para que mientras uno este en el proceso de limpiado el otro funcione por él y así sucesivamente.

Para el abastecimiento del agua desde el decantador lamelar hasta el filtro de arena se instala una conducción de acero galvanizado con un DN250 y una longitud hasta la T divisora de caudal de 1,5m (incluidos los cambios de nivel), donde se bifurca en dos conducciones de 1m cada una que nos llevan cada una a la entrada del filtro por donde entrarán a cada uno de ellos.

Estas también tienen un DN250 y son de acero galvanizado. En estas dos conducciones existe un válvula de compuerta que permite e impide el paso a cada filtro en función de si está o no en funcionamiento. La apertura de dichas compuertas se lleva a cabo mediante la conexión de estas a los sensores de nivel que existe en los filtro y

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

que una vez llega el agua a dicho nivel macado se cierra la compuerta que da entrada de agua a dicho filtro y se abre la que da entrada al otro filtro que empezará a funcionar mientras el otro se empieza su limpieza y así sucesivamente.

Los filtros convencionales se han diseñado a caudal punta de $309,37\text{m}^3/\text{h}$ y a una velocidad de filtración de $12\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ para que cumplan su función de afinamiento, y en este caso, su sección es de $25,78\text{m}^2$, su longitud es de $12,44\text{m}$ de largo, su anchura de $2,5\text{m}$, la altura total de $5,25\text{m}$ y un espesor de $0,35\text{m}$, lo que nos ha llevado a la utilización para su construcción de $86,73\text{m}^3$ para cada filtro, es decir, un total de $173,46\text{m}^3$ de hormigón de tipo HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S.

El medio filtrante está formado por una capa de antracita con un espesor de $1,4\text{m}$, cuyo diámetro de las partículas de antracita está entre $0,8-1,6\text{mm}$. Por otro lado, está la capa de arena con un espesor de $0,7\text{m}$ cuyo diámetro de las partículas de arena está comprendido entre $0,4-0,8\text{mm}$. Y finalmente hay una capa de grava para el soporte con un espesor de $0,15\text{m}$ y con un diámetro de partícula comprendido entre $1,5-2,5\text{mm}$.

Ésta a su vez, está soportada por una red metálica con unos agujeros de paso con un diámetro de $2,2\text{mm}$.

Por último, debajo de las capas filtrantes, del soporte de grava y del soporte metálico, hay una cámara inferior de 1m de altura, donde por medio de una conducción, situada en la parte frontal a la tubería de entrada, el agua filtrada se lleva a las cámaras de desinfección-UV.

También se ha instalado un canal de extracción del agua de lavado con unas dimensiones de $1,5\text{m}$ de ancho, 1m de alto, una longitud de $12,44\text{m}$ de largo y con un espesor de $0,3\text{m}$, por el que se ha utilizado una cantidad de hormigón de $15,3\text{m}^3$ del tipo HA-30/B/20IV+Qb.

Por último decir que el agua de lavado será enviada a cabecera de planta al igual que los fangos extraídos en el decantador lamelar por medio de las conducciones de acero galvanizado con un DN80 y las bombas de la marca FLOWROX del tipo LPP-T.

2.9.6.1.Sistema de limpieza filtros convencionales

El sistema de limpieza de los filtros estará formado por dos bombas de impulsión de agua que actuarán en primer lugar impulsando agua a contra corriente de la dirección de filtrado del agua y una vez realizado su efecto de limpieza, actuará una de las dos soplantes para acabar de limpiar todo el medio filtrante del filtro. La acumulación del agua se producirá por el cierre de una válvula de compuerta situada antes de la conducción de salida.

Las soplantes estarán situadas dentro de la caseta de soplantes mientras que las otras dos bombas de impulsión estarán justo al lado de la caseta de soplantes pero expuestas al medio ambiente.

Las bombas de impulsión serán de la marca Munich y del tipo NP 250-200-400F e impulsarán un caudal de 790m³/h cada una, impulsando un caudal total de 1580m³/h entre las dos para limpieza de un filtro.

Por otro lado, las soplantes serán de la marca Pedro Gil y del tipo PG-30-F1 RNT-33.30 e impulsará un caudal de 1856Nm³/h, ya que en este caso una de las soplantes será de repuesto por si se rompe la que está en funcionamiento.

2.9.7.Lámparas de desinfección UV

En este caso, la llegada del agua a las lámparas de desinfección UV se produce por medio de una conducción de acero galvanizado, con una longitud de 1,5m desde la salida del filtro hasta la T divisora de caudal que distribuye el agua a cada lámpara de donde se produce un estrechamiento de la conducción de DN250 a DN200 y bifurcación de la conducción en dos tramos que llevan cada uno a una lámpara de desinfección. Este tramo de DN200 tiene una longitud desde la bifurcación a una de las lámparas de 1m.

En cada una de las dos conducciones existe una válvula de corte que está conectada al caudalímetro de entrada y en función del caudal que entre pone en funcionamiento las dos lámparas o deja que solo funcione una. Esto es necesario para

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

poder tratar todo el caudal que entra al tratamiento terciario y de este modo no gastar más energía de la necesaria.

Las lámparas de desinfección UV son de la marca Wedeko modelo LBX200e y cada una tiene la capacidad de tratar un caudal máximo de $187\text{m}^3/\text{h}$, por lo que las dos que hemos instalado tienen la capacidad de cubrir las necesidades para un caudal de $374\text{m}^3/\text{h}$ un poco por encima de las necesidades que solicitamos a la empresa Xylem, que fueron las de $309,37\text{m}^3/\text{h}$.

Estas lámparas tienen una longitud de $1,553\text{m}$ de largo, con una sección de $0,088\text{m}$ montadas en Z.

Estas series de WEDEKO, van dotadas de un nuevo controlador de espectro de emisión que se ocupa de todas las funciones de control y vigilancia, un balastro electrónico que se asegura de que las lámparas UV operan rentable y fiablemente, consta de un interruptor, gabinete de control y un calibrador del sensor UV, de acuerdo con DVGW y ÖNORM, es un instrumento de medición extremadamente precisa.

También constan de un sistema de autolavado.

2.9.8. Canal de cloración

El canal de cloración recibe el agua de las lámparas de desinfección por medio de una conducción, en primer lugar desde las lámparas hasta la “T unión” de las conducciones de las dos lámparas, de 1m de largo y con un DN200 hasta que en la “T unión” de las dos conducciones de las dos lámparas se ensancha hasta un DN250, donde con ese diámetro y 2m de longitud llega hasta el canal de cloración donde cae el agua por la parte de arriba.

El canal de cloración está diseñado con el caudal de diseño $309,37\text{m}^3/\text{h}$ y con un tiempo de retención de 30min , lo que nos ha dado un volumen de $154,69\text{m}^3$. El tanque tiene unas dimensiones de $2,5\text{m}$ de calado que aumentaremos $0,3\text{m}$ para evitar salpicaduras, 13m de largo y $6,56\text{m}$ de ancho.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El tanque esta dividido en 7 canales y cada pared divisoria tiene una longitud de 12m y una separación entre canales de 0,68m.

El hormigón utilizado para la construcción de este tanque de cloración es de 143,1m³ de hormigón tipo HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S

2.9.8.1.Sistema dosificación hipoclorito sódico

En el proceso de cloración se ha seleccionado el hipoclorito sódico como desinfectante por las justificaciones comentadas en el apartado 7.3.1.5.

Para la dosificación de dicho desinfectante se procede a la instalación de una bomba dosificadora en el borde del primer canal de cloración justo donde entra el agua para que suministre el hipoclorito sódico.

También se instala un medidor de cloro residual al final del proceso para que controlar que esté dentro de los parámetros de diseño.

2.9.9.Estación de bombeo

Una vez tratada el agua en el canal de cloración sale por la parte de abajo de este por medio de una conducción de acero galvanizado DN250 y 2m de longitud hasta cada una de las bombas instaladas, en este caso 2bombas más una de reserva no instalada por si hubiese una avería.

Las dos bombas están montadas en paralelo. La tubería que sale del tanque de cloración se bifurca mediante un T Standard divisora de caudal, que conduce cada conducción a una bomba.

Las bombas instaladas son de la marca Ideal, modelo RNI-150-40 dotadas para impulsar un caudal de 371,25m³/h, un poco superior al caudal de diseño, de esa forma no se fuerza tanto las bombas durante su funcionamiento y consiguen que llegue el agua al depósito de almacenamiento situado a un desnivel topográfico de 42m por una

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

conducción con DN250 y una longitud de 652m, con esfuerzo inferior que el que haría una bomba para el caudal de diseño.

Las bombas funcionan en ciclos de 8 horas cada una mediante un temporizador y llevan un alternador de frecuencia de tipo CUE 3X380-500V IP55 55KW 106A/, que conectado al caudalímetro de entrada indica a las bombas la velocidad de impulsión para que el tratamiento funcione en régimen estacionario y la bomba en funcionamiento impulse el mismo caudal que entra en el tratamiento.

Antes de cada bomba hemos colocado una válvula de compuerta que se mantiene cerrada cuando la otra bomba esta en funcionamiento y se abre cuando la bomba a la que corresponde dicha válvula empieza ha funcionar cerrándose la otra.

A la salida de cada bomba hay colocada una válvula de retención de retorno y una válvula de compuerta que funciona igual que las válvulas de compuerta situadas en la conducción de la zona de aspiración de la bomba.

Todas las válvulas de compuerta son automáticas y van conectadas al temporizador que actúa abriendo las de una bomba y cerrando las de la otra bomba.

Este temporizador también va conectado a las bombas de modo cuando cierra las válvulas de su conducción también apaga la bomba y enciende la otra, de modo que siempre hay una bomba impulsando fluido.

2.9.10. Depósito de almacenamiento

El depósito de almacenamiento esta diseñado con el caudal de diseño 309,37m³/h para una capacidad de 8h a este caudal, por lo que el volumen de dicho depósito será de 2475m³, con un diámetro de 32,42m, una altura de 3m y un espesor de paredes de 0,3m.

El depósito esta fabricado con hormigón del tipo HA-30/B/20IV+Qb con armadura B500S y se han necesitado para dotarlo de estas medidas unos 339,11m³ de éste hormigón.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Además el depósito contiene unos sensores de nivel que cuando el nivel de agua del depósito es superior a 2,95m se abre una compuerta de emergencia para el vaciado del depósito hasta que el nivel de agua llega 2,6m de altura donde se activa otro medidor de nivel y cierra la compuerta de salida de emergencia.

Esta salida de emergencia esta situada a 0,5m del suelo desde su centro. Es de hormigón armado, tiene un diámetro de 0,5m y una longitud de 1m, por donde sale el agua y se echa al monte donde esta situado el depósito.

2.9.11.Tuberías y conducciones

Una vez el agua entra en el tratamiento terciario desde el decantador secundario, se proyectan diferentes tramos de tubería cuyas características principales se representan en la siguiente tabla, aunque ya han sido indicadas en los apartados anteriores para ir ilustrando el camino que recorre el agua desde que entra en el tratamiento terciario hasta que llega al depósito de almacenamiento.

El trazado de las conducciones se ha diseñado intentando en la medida de lo posible minimizar la longitud de tubería y el número de codos.

A continuación, en la tabla 2.18 nombran las diferentes tuberías, con su diámetro y su material.

TABLA 2.18 Características de las conducciones de tratamiento terciario

Nombre	Diámetro (mm)	Longitud (m)	Material
Tubería dec.secundario-coagulación	250	10	Ac. galvanizado
Tubería floculación-decantación lamelar	250	1,5	Ac. galvanizado
Tubería decantador lamelar-filtro convencional	250	2,5	Ac. galvanizado
Tubería filtro convencional-T divisora lámparas UV	250	1,5	Ac. galvanizado
Tubería T divisora lámparas UV-Lámparas UV	200	1	Ac. galvanizado
Tubería Lámparas UV-T unión	200	1	Ac. galvanizado
Tubería T unión-canal cloración	250	2	Ac. galvanizado
Tubería canal cloración-depósito almacenamiento	250	652	Hormigón
Tubería emergencia dep. Almacenamiento	500	1	Ac. galvanizado

2.10. Planificación

El Plan de Obra se concreta en los apartados siguientes, debe considerarse como una propuesta orientativa, que será desarrollado y convenientemente justificada por la empresa Contratista adjudicataria de las obras.

Para lograrlo, se ha realizado una primera identificación de las diferentes actividades que se componen en el proyecto, obteniendo la medición empleada en cada una de ellas y, de esta manera, determinar los diferentes equipos mecánicos y humanos más acordes para conseguir un elevado rendimiento en la ejecución de las diferentes unidades de obra contempladas.

El siguiente paso consiste en determinar el procedimiento constructivo que fijará la secuencia de trabajo, para las diferentes actividades en las que se ha descompuesto la totalidad de la obra.

Se definen así, una serie de actividades conformadas de una o varias unidades de obra, que reflejan las distintas operaciones necesarias para la ejecución de las mismas, fijando para cada una de ellas la duración resultante en función de los rendimientos considerados en la justificación de los precios y del número de equipos previsto, así como las relaciones existentes con las restantes.

Por último, el resultado de plasmar sobre el calendario las fases comentadas, queda reflejado en un Plan de Obra que determina el plazo de ejecución previsto.

No obstante, para conseguir un reflejo del Plan de Obra a la realidad de la misma se definen unos coeficientes de ponderación, como consecuencia de las afecciones climatológicas que se pueden dar en las obras.

Finalmente cabe reseñar que para una mayor seguridad en el cumplimiento de los plazos indicados para las obras objeto del proyecto, para cada una de las distintas actividades analizadas se han tomado rendimientos menores, por lo que no sería extraño que se consiguieran producciones con un rendimiento superior, en condiciones no adversas para la ejecución de los trabajos.

2.10.1. Calendario y jornada laboral

Se ha tenido en cuenta la existencia de fiestas nacionales, autonómicas y locales en el calendario laboral sobre el que se ha realizado la planificación.

La jornada laboral se ha considerado de 8 horas útiles de trabajo, con cinco días de trabajo semanal. Se estima un periodo medio de 22 días laborales por mes de ejecución.

Este calendario laboral y el establecimiento de la jornada laboral han servido como base para la elaboración del plan de trabajos con el fin de obtener un plazo de ejecución de las obras lo más ajustado a la realidad.

Este plazo de ejecución de las obras se consideró teórico, ya que se ve afectado por retrasos ocasionados debido a inclemencias de tipo meteorológico.

Con el fin de considerar en la programación de las obras los días de climatología adversa, se ha tenido en consideración unos coeficientes de reducción a aplicar a los días laborales y que han de determinarse para cada una de las diferentes actividades en las que se ha considerado la obra.

2.10.2. Plazo de ejecución

La aplicación de los procesos definidos en los puntos anteriores para las diferentes actividades consideradas, junto a las duraciones calculadas para cada una de ellas, lleva a obtener el correspondiente plan de trabajos.

Para la ejecución de las obras proyectadas y de acuerdo con el Programa de Trabajos se estima suficiente un plazo de doscientos veinte días (220).

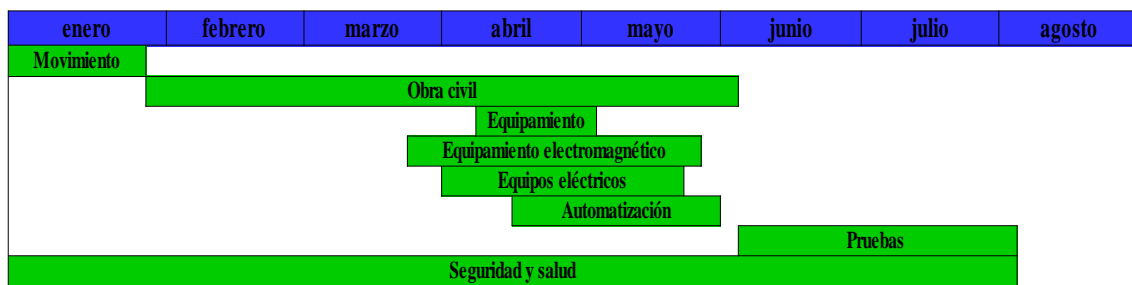
En la siguiente tabla 2.19 y en la figura 2.30 podemos ver las partes de las obras, su organización y el tiempo estimado de duración de cada una de ellas y la duración total.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 2.19 Relación tareas-duración de la construcción de tratamiento terciario.

Tarea	Duración (días)
Movimiento de tierras	20
Obra civil	90
Equipamiento	20
Equipamiento electromecánico	45
Equipos eléctricos	40
Automatización	30
Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento	40
Seguridad y salud	220

FIGURA 2.30 Esquema desarrollo de las obras de construcción del tratamiento terciario.



2.11. Orden de prioridad entre los documentos básicos.

Tal y como se establece en la norma UNE 157001:2002 el orden de prioridad entre los documentos básicos será:

1. Planos
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria

DOCUMENTO III

ANEXOS

DOCUMENTO III

ANEXO I

CÁLCULOS

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1. Cálculos.....	7
1.1. Introducción.....	7
1.2. Datos de partida.....	8
1.3. Datos calculados.....	8
1.3.1. Cálculo de la población equivalente y la dotación.....	8
1.3.2. Cálculo de caudales.....	9
1.4. Cálculo dimensionamiento tratamiento terciario.....	12
1.4.1. Cámara de coagulación.....	12
1.4.2. Cámara de floculación.....	13
1.4.2.1. Determinación de reactivos a utilizar.....	15
1.4.3. Decantador lamelar.....	21
1.4.4. Filtros de arena convencionales.....	28
1.4.4.1. Caudales limpieza filtros.....	32
1.5. Desinfección lámparas UV.....	33
1.6. Cámara de cloración.....	34
1.7. Depósito de almacenamiento.....	36
1.8. Cálculos hidráulicos.....	38
1.8.1. Introducción.....	38
1.8.2. Pérdida de carga decantador secundario - cámara de coagulación.....	38
1.8.3. Pérdida de carga cámara de floculación - decantador lamelar.....	42
1.8.4. Pérdida de carga decantador laminar - filtro de arena.....	46
1.8.5. Pérdida de carga filtro de arena – Canal de cloración.....	51
1.8.5.1. Pérdida de carga filtro de arena - “T división de caudal”.....	51
1.8.5.2. Pérdida de carga “T división de caudal” - entrada lámparas UV.....	56
1.8.5.3. Pérdida de carga en las lámparas UV.....	61
1.8.5.4. Pérdida de carga salida lámparas UV - “T unión de caudal”.....	62
1.8.5.5. Pérdida de carga “T unión de caudal” - entrada cloración.....	67
1.8.6. Pérdida de carga estación de bombeo.....	71
1.8.6.1. Pérdida de carga zona de aspiración.....	71
1.8.6.2. Diseño de la estación de bombeo.....	76
1.8.7. Resumen línea piezométrica.....	83
1.8.7.1. Resumen línea piezométrica tratamiento terciario.....	83
1.8.7.2. Resumen línea piezométrica estación de bombeo.....	83

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLAS

- Tabla 1.Propiedades del agua a tratar salida dec. Secundario.....	8
- Tabla 2.Equivalencia población-dotación.....	9
- Tabla 3.Parámetros diseño cámara coagulación.....	12
- Tabla 4.Parámetros diseño cámara de floculación.....	14
- Tabla 5.Dosificación coagulante, primer ensayo.....	19
- Tabla 6.Dosificación floculante, segundo ensayo.....	19
- Tabla 7.Dosificaciones coagulación-floculación en ppm.....	20
- Tabla 8.Dosificaciones coagulación-floculación en (m ³ /h).....	21
- Tabla 9.Parámetros diseño decantador lamelar 1.....	22
- Tabla 10.Parámetros diseño decantador lamelar 2.....	22
- Tabla 11.Parámetros diseño decantador lamelar 3.....	23
- Tabla 12.Parámetros para el cálculo del número de lamelas.....	25
- Tabla 13.Parámetros para el cálculo del n° de Reynolds.....	25
- Tabla 14.Parámetros para la distancia entre lamelas.....	26
- Tabla 15.Parámetros para el cálculo de la velocidad en el eje x.....	27
- Tabla 16.Valores del decantador lamelar y condición de diseño.....	27
- Tabla 17.Parámetros diseño filtro arena.....	29
- Tabla 18.Valores filtro de arena y condición a cumplir.....	29
- Tabla 19.Relleno filtro arena-antracita.....	31
- Tabla 20.Dimensiones filtro de arena.....	31
- Tabla 21.Parámetros caudal de lavado filtro de arena.....	32
- Tabla 22.Valores y condiciones canal cloración.....	34
- Tabla 23.Accesorios conducción decantador secundario-coagulación.....	41
- Tabla 24.Accesorios conducción floculación-decantador lamelar.....	45
- Tabla 25.Parámetros conducción decantador lamelar-filtro arena.....	49
- Tabla 26.Parámetros conducción filtro arena- “T unión caudal”.....	55
- Tabla 27.Parámetros conducción “T unión” - entrada lámparas UV.....	59
- Tabla 28.Accesorios conducción “T unión” - entrada lámparas UV.....	65
- Tabla 29.Accesorios conducción “T unión” - canal cloración.....	70
- Tabla 30.Accesorios conducción tanque cloración–estación de bombeo.....	75

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Tabla 31. Accesorios conducción cloración-Déposito almacenamiento.....79
- Tabla 32. Valores presión de vapor en función de la temperatura.....82
- Tabla 33. Resumen línea piezométrica tratamiento terciario.....83
- Tabla 34. Resumen línea piezométrica estación de bombeo.....83

FIGURAS

- Figura 1. Gráfica caudal medio-factor punta.....	10
- Figura 2. Imagen equipo Jar Test.....	17
- Figura 3. Esquema desde filtro arena a canal de cloración,	51
- Figura 4. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo filtro de arena - “T división de caudal.....	51
- Figura 5. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo “T división de caudal”- entrada lámparas UV.....	56
- Figura 6. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo lámparas UV.....	61
- Figura 7. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo salida lámparas UV - “T unión de caudal”	62
- Figura 8. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo salida “T unión de caudal” - entrada cloración.....	67

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1. Cálculos

1.1. Introducción

En este apartado se trata de justificar los cálculos realizados para el diseño del tratamiento terciario y la estación de bombeo posterior al tratamiento. Para el cálculo del dimensionamiento del tratamiento terciario se ha utilizado como vía principal de información el libro: “DEPURACION Y DESINFECCION DE AGUAS RESIDUALES” por Aurelio Hernández Muñoz y los cálculos operacionales se han reflejado en hojas de cálculo utilizando el software Microsoft Office Excel.

Como punto de partida en esta memoria se estiman las habitantes equivalentes y a partir de estos y de la dotación estimada, hemos calculado los diferentes caudales.

Una vez realizados estos cálculos, con los resultados obtenidos, hemos diseñado y dimensionado cada uno de los procesos del tratamiento terciario, ya que en cada uno de ellos tendremos que emplear los datos del caudal, aparte de algunos datos característicos para cada proceso.

Procesos del tratamiento

Los procesos de tratamiento proyectados son los siguientes:

- Cámaras de Coagulación y Floculación.
- Decantación Lamelar.
- Filtro de Arena.
- Desinfección-UV.
- Cámara de Cloración.
- Estación de bombeo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.2. Datos de partida

El dato de partida que tenemos es el de 22000 habitantes, lo que nos permite a partir de este iniciar todo el proceso de diseño y dimensionamiento, acompañado de las propiedades del agua procedentes del decantador secundario de la depuradora que realiza los primeros tratamientos. Estos se pueden apreciar en la siguiente tabla 3.1.1.

Tabla 3.1.1 Propiedades del agua a tratar salida dec. secundario.

	mg/l
Sólidos en suspensión	35
DBO5	7
DQO	40
Nitrógeno total	25
Fósforo total	0.60
	UFC/100ml
Coliformes totales	730000
Coliformes fecales	260000
Estreptococos fecales	30000
Escherichia coli	140000

1.3. Datos calculados

1.3.1. Cálculo de la población equivalente y la dotación

En referencia a la estimación de la población equivalente, se ha supuesto que cada habitante corresponde a un habitante equivalente por la influencia que tienen cada uno sobre la corriente a tratar, con lo que el número de habitantes equivalentes es de 22000.

La dotación es un dato conocido por los servicios municipales o empresas de suministro de agua local. A título orientativo, la dotación de agua en función de la población equivalente en España, tiene los valores representados en la siguiente tabla 3.1.2:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Tabla 3.1.2 Equivalencia población-dotación

POBLACION (hab. Equivalente)	DOTACION (L/hab.equ. día)
2000	150-200
2000-50000	200-250
50000-500000	250-300
>500000	300-350

Por lo que a la población de 22000 habitantes equivalentes le corresponde una dotación de **225 litros por habitante y día.**

1.3.2. Cálculo de caudales

- **Caudal medio**

Las aguas residuales se originan a partir del agua de abastecimiento que se emplea en este caso en usos domésticos y que sufre una transformación tanto de sus propiedades como de su cuantía, que disminuye por usos perdidas en el sistema de recogida.

En este caso, la población esta entre 12000 y 50000 habitantes, por lo que pueden consumir un máximo de **225 litros por habitante y día.**

$$\text{Caudal diario medio adoptado} = 225(\text{L/hab.eq.} \cdot \text{día}) \cdot 22000(\text{hab.eq})/24000$$

$$\text{Caudal diario adoptado} = 4950 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Caudal medio} = 206,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

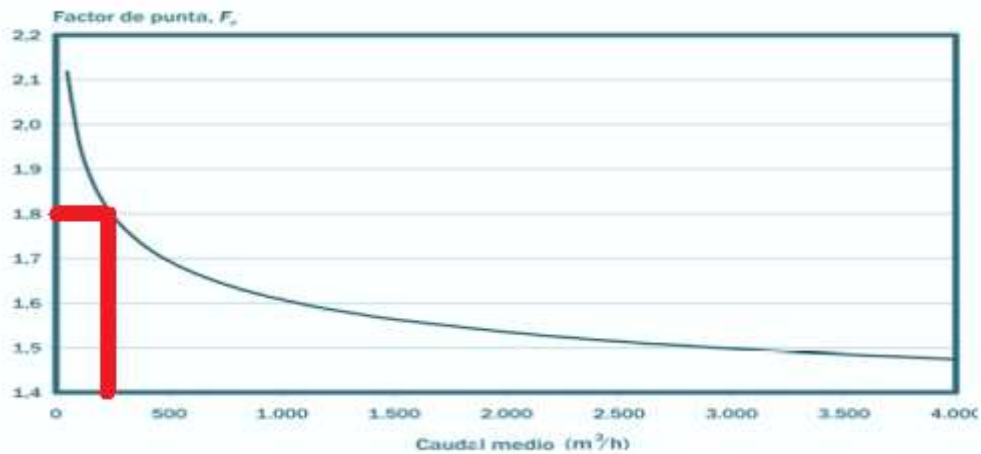
- **Caudal punta**

Es necesario estimar el caudal punta para poder sobredimensionar la planta depuradora en caso de producirse picos en la entrada del caudal, de este modo se asegura el correcto funcionamiento de dicha planta. Las previsiones se hacen de tal manera que no se produzca bypass de las aguas residuales en la red de alcantarillado ni en el interior de la planta de tratamiento.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Para la estimación del caudal punta se utiliza la siguiente gráfica que relaciona el caudal medio con el factor punta. Este coeficiente punta se aplica en base a que el consumo de agua no es uniforme a lo largo del día.

FIGURA 3.1.1 Gráfica caudal medio-factor punta



También lo hemos calculado por la siguiente fórmula, que mediante el caudal medio calcula el caudal punta:

$$Q_p = Q_m \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{Q_m}\right) = 206,25 \cdot \left(1,15 + \frac{2,575}{206,25}\right) = 371,25 \text{ m}^3 / \text{h}$$

En nuestro caso el caudal punta se activa en las horas de máximo consumo y el coeficiente punta adquiere un valor de 1.8 veces el caudal medio diario.

Este coeficiente ha sido determinado mediante el caudal medio y la siguiente gráfica:

Los cálculos para obtener el caudal punta son los siguientes:

$$\text{Caudal punta adoptado} = 4950 \text{ (m}^3/\text{día)} \cdot 1.8$$

$$\text{Caudal punta} = 371,25 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cabe destacar que con el caudal punta se diseña la parte de la planta anterior al

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

tratamiento terciario, formado por la decantación primaria, el tratamiento biológico y la decantación secundaria, mientras que el caudal máximo se utiliza para el diseño del pretratamiento, para prevenir desborramiento en caso de riadas, dilubios...

- **Caudal de diseño**

El caudal de diseño que hemos utilizado es 1,5 veces el caudal medio, debido a todo el tratamiento de la E.D.A.R anterior al tratamiento terciario lamina, en un alto porcentaje, las variaciones de caudal que puedan haber y es por eso que se aumenta el caudal medio en 1,5 veces.

$$\text{Caudal diseño} = 4950 \text{ (m}^3\text{/día)} \cdot 1,5$$

$$\text{Caudal diseño} = 309,37 \text{ m}^3\text{/h}$$

- **Caudal mínimo**

El caudal mínimo tiene una relevancia menos destacada a la hora del diseño, pero es muy importante para la dosificación de reactivos por las bombas de dosificación en las cámaras que lo requieran. En nuestro caso, el caudal adquiere un valor de 0.5 veces el caudal medio diario ya que es el valor que se utiliza para grandes y medianas aglomeraciones urbanas:

$$\text{Caudal mínimo adoptado} = 4950 \text{ (m}^3\text{/día)} \cdot 0,5$$

$$\text{Caudal mínimo} = 103,125 \text{ m}^3\text{/h}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

▪ **Resultados obtenidos**

- ✓ Población equivalente: 22000 hab. eq.
- ✓ Dotación: 225 L/ hab. eq.·día
- ✓ Caudal medio diario: 4950 m³/día
- ✓ Caudal medio: 206,25 m³/h
- ✓ Caudal punta: 371,25 m³/h
- ✓ Caudal de diseño: 309,37 m³/h
- ✓ Caudal mínimo: 103,125 m³/h

1.4. Cálculo dimensionamiento tratamiento terciario

Los procesos de tratamiento proyectados son los siguientes:

- Cámaras de Coagulación y Floculación.
- Decantación Laminar.
- Filtro de Arena.
- Desinfección-UV.
- Cámara de Cloración.
- Estación de bombeo.

1.4.1. Cámara de coagulación

El agua a tratar procedente del decantador secundario, desciende desde la salida del decantador secundario hasta la entrada en la cámara de coagulación a 1.709m de altura, por una conducción de acero galvanizado con DN250, de sección circular y 10m de conducción que se introduce en la cámara de coagulación.

Los parámetros de diseño para la cámara de coagulación se exponen en la siguiente tabla 3.1.3:

TABLA 3.1.3 Parámetros diseño cámara coagulación

Parámetros	Unidades
Tiempo de retención	2,5 min.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Establecido el tiempo de retención y a partir del caudal de diseño calculamos el volumen necesario de la cámara:

$$V_{\text{Coag.}} = Q_{\text{diseño}} \cdot t_r = 309,37 \text{ (m}^3/\text{h)} \cdot 0,04167 \text{ (h)} = 12,89\text{m}^3$$

Donde:

- V_{Coag} \equiv Volumen cámara de coagulación (m^3).
- $Q_{\text{diseño}}$ \equiv Caudal diseño (m^3/h).
- t_r \equiv Tiempo de retención (h).

Las dimensiones de la cámara de coagulación se han calculado mediante la siguiente fórmula:

$$L = (V_{\text{Coag}})^{1/3} = 12,89^{1/3} = 2,35\text{m}$$

- V_{Coag} \equiv Volumen de cada cámara de floculación.
- L \equiv Lado cámara de coagulación.

Cabe destacar que la altura se a aumentado en 30cm para evitar salpicaduras y posibles contratiempos, por lo que queda con una altura de 2,65m.

En esta parte del proceso, se ha estimado que lo mejor para el tratamiento del agua era la utilización del sulfato de aluminio como reactivo químico en la coagulación, como ya se ha justificado en el apartado 2.9 de la memoria.

1.4.2. Cámara de floculación

El agua rebosa en la cámara de coagulación y entra en el compartimiento de la cámara de floculación. Dicha cámara esta dividida en 5 compartimentos ocupando un volumen total de $103,13\text{m}^3$.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cada cámara tiene un volumen de 20,63m³. La trayectoria del agua es zig-zagueante en vertical, entrando por arriba y saliendo de la primera cámara por debajo y entrando a la segunda por debajo y saliendo por arriba y así sucesivamente hasta que acaba saliendo de la última cámara por la parte baja.

Los parámetros de diseño para la cámara de floculación se exponen en la siguiente tabla 3.1.4:

TABLA 3.1.4. Parámetros diseño cámara de floculación

Parámetros	Unidades
Tiempo de retención	20 min.

3.5

Establecido el tiempo de retención y a partir del caudal de diseño, hemos calculado el volumen necesario de la cámara:

$$V_{\text{Floc.}} = Q_{\text{diseño.}} \cdot t_r = 309,37 \text{ (m}^3/\text{h)} \cdot 0,333 \text{ (h)} = 103,13\text{m}^3$$

Donde:

- $V_{\text{Floc.}}$ \equiv Volumen cámara de floculación (m³).
- $Q_{\text{diseño.}}$ \equiv Caudal diseño (m³/h).
- t_r \equiv Tiempo de retención (h).

Este volumen se divide entre 5 y se obtiene el volumen de cada cámara:

$$V_{\text{Floc.x}} = V_{\text{Floc.}} / n = 103,13 \text{ (m}^3) / 5 = 20,63\text{m}^3$$

- $V_{\text{Floc.}}$ \equiv Volumen cámara de floculación (m³).
- n \equiv numero de cámaras de floculación.
- $V_{\text{Floc.x}}$ \equiv Volumen de cada cámara de floculación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Las dimensiones de la cámara de floculación se han calculado mediante la siguiente fórmula:

$$L = (V_{\text{Floc.x}})^{1/3} = 20,63^{1/3} = 2,75\text{m}$$

- $V_{\text{Floc.x}} \equiv$ Volumen de cada cámara de floculación.
- $L \equiv$ Lado cámara de floculación.

Cabe destacar que la altura se ha aumentado en 30cm para evitar salpicaduras y posibles contratiempos, por lo que queda con una altura de 3,05m.

En esta parte del proceso, se ha estimado que lo mejor para el tratamiento del agua era la utilización de la poliacrilamida aniónica como reactivo químico para la floculación, como ya se ha justificado en el apartado 2.9 de la memoria.

1.4.2.1. Determinación de reactivos a utilizar.

El experimento que hemos utilizado para determinar la cantidad de reactivos a suministrar en los procesos de coagulación y de floculación es el Jar-test y aquí se detallan mediante una pequeña memoria del experimento, los pasos y los resultados obtenidos.

1. Objetivo

El objetivo de la práctica es conocer la dosificación de reactivos óptima para un proceso de coagulación-floculación para la depuración de aguas residuales procedentes de un decantador secundario.

El agua con la que realizamos el experimento tiene la misma concentración en cuanto a sólidos en suspensión que el agua que se trata en nuestro proceso de coagulación-floculación que está incluido dentro del tratamiento terciario.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La concentración es de 35mg/l de sólidos en suspensión.

El agua para la realización del experimento la hemos obtenido de la depuradora de La Pobra de Farnals. La muestra se ha tomado a la salida del decantador secundario.

2. Procedimiento experimental

2.1. Materiales

Los materiales a utilizar para la realización de la práctica son:

- Equipo de ejecución del Jar Test (4 agitadores)
- 5l del agua residual
- 2 Pipetas de 10ml y 1 de 5ml.
- Propipeta
- 4 recipientes de 1l
- Disolución de $Al_2(SO_4)_3$ al 20%
- Disolución de poliacrilamida aniónica al 0,5%.
- 3 vasos de precipitado
- Disolución de NaOH 1N

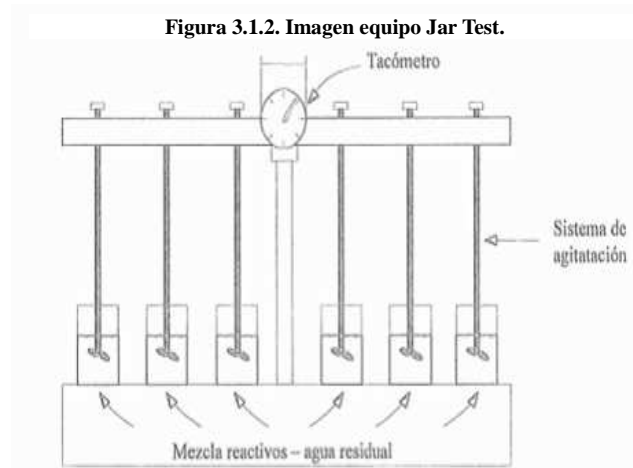
2.2. Dispositivo experimental

En lo referente al dispositivo experimental, se trata de un Jar Test provisto de cuatro agitadores para homogeneizar la mezcla en los recipientes, un tacómetro como indicador de velocidad y un indicador de frecuencia para controlar la velocidad de agitación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En la figura lateral se presenta un Jar-Test compuesto de 6 agitadores, mientras que para el desarrollo de la práctica se ha usado uno similar, solo que compuesto de 4 agitadores.

Para el sistema en estudio, se precisa dos reactivos, un coagulante sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) y un floculante (poliacrilamida aniónica).



2.3. Preparación de reactivos y agua residual

Para la realización de la práctica, como se ha precisado con anterioridad, se requieren dos reactivos, un coagulante (Sulfato de Aluminio) y un floculante (poliacrilamida aniónica).

La realización de los reactivos (coagulante y floculante) no fue necesario, puesto que ya estaban preparadas en el laboratorio de la universidad Jaime I, por otra parte el agua sí que fue recogida a la salida del decantador secundario de la E.D.A.R. de La Poble de Farnals.

2.4. Ensayos para la dosificación óptima de reactivos

Para la determinación de las cantidades óptimas de coagulante y floculante, se procede de forma experimental, mediante dos ensayos, uno para cada reactivo, compuesto de 4 experimentos.

En lo referente al primer ensayo, para la dosificación de coagulante óptimo, se introducen los agitadores en los recipientes con el agua residual y se conectan a una velocidad de 170-180 rev/min durante un minuto.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Una vez transcurrido dicho tiempo, se adicionan dosis diferentes de coagulante en el agua residual y el hidróxido sódico para neutralizar el efecto acidificante de los coagulantes (para la adición del hidróxido se toma como base que 4,9ml de hidróxido neutralizan 1ml de coagulante), y se deja la mezcla agitándose durante 2 minutos a la misma velocidad.

Transcurrido este tiempo se añade la misma cantidad de floculante en cada recipiente, manteniendo la agitación durante unos 30 segundos, para bajarla posteriormente a 50rev/min durante 3 minutos.

Finalmente, finalizados los 3 minutos, se desconecta el equipo y se analiza el comportamiento de las suspensiones. Mediante el análisis visual de cada recipiente se determina la cantidad óptima de coagulante siguiendo los siguientes criterios:

- Menor dosis de reactivo
- Mayor velocidad de sedimentación
- Mayor tamaño de floculo

En lo referente al segundo ensayo, para la dosificación óptima de floculante, se procede de la misma forma que en el primer ensayo, pero esta vez la dosis de coagulante a adicionar es la optima determinada anteriormente, la cantidad de hidróxido aquella que, obtenida mediante la relación anterior, neutralice la cantidad introducida de coagulante, y en cuanto al floculante se aplican dosis diferentes, pudiendo adicionar las mismas cantidades empleadas para el coagulante en el primer ensayo.

3. Presentación de los resultados

3.1. Ensayo para la dosificación óptima de coagulantes

En cuanto a la determinación de la cantidad óptima de coagulante, siguiendo el método descrito anteriormente se obtiene la siguiente tabla 3.1.5. donde los resultados han sido determinados de forma cualitativa, valorando de 1 (bajo o pequeño) a 3 (alto o grande).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 3.1.5. Dosificación coagulante, primer ensayo.

	Muestra				
	0	1	2	3	4
DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS					
NaOH (ml)	-	1,23	2,45	3,92	4,9
Coagulante (Al₂(SO₄)₃) al (1%) (ml)	-	0,25	0,5	0,8	1
Floculante (Poliacrilamida) (ml)	-	2	2	2	2
RESULTADOS					
Vel. de sedimentación	-	2	3	2	1
Tamaño del flóculo	-	2	3	3	1

Así que se ha estimado que la dosis óptima de coagulante es la de 0,5ml de sulfato de aluminio al 1%.

3.2. Ensayo para la dosificación óptima de floculante

En cuanto a la determinación de la cantidad óptima de coagulante, siguiendo el método descrito anteriormente se obtiene la siguiente tabla 3.1.6. donde los resultados han sido determinados de forma cualitativa, valorando de 1 (bajo o pequeño) a 3 (alto o grande).

TABLA 3.1.6. Dosificación floculante, segundo ensayo.

	Muestra				
	0	1	2	3	4
DOSIFICACIÓN DE REACTIVOS					
NaOH (ml)	-	2,45	2,45	2,45	2,45
Coagulante (Al₂(SO₄)₃) al (1%) (ml)	-	0,5	0,5	0,5	0,5
Floculante (Poliacrilamida) al (0,5%) (ml)	-	0,01	0,1	0,2	0,3
RESULTADOS					
Velocidad de sedimentación	-	1	3	2	3
Tamaño del flóculo relativo	-	2	3	3	2

Así que se ha estimado que la dosis óptima de floculante es de 0,1ml de poliacrilamida aniónica al 0,5%.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En la siguiente tabla 3.1.7 aparecen las dosificaciones expresadas en ppm.

TABLA 3.1.7. Dosificaciones en ppm

	Dosis a añadir (ppm)
Coagualnte	10
Floculante	1

Por lo tanto, las dosis a dosificar a caudal de diseño son:

- **Dosis de coagulante a caudal de diseño:**

$$D_{\text{osis.Coag}} = Q_{\text{diseño}} \cdot \frac{\text{ppm}}{10^6} \cdot \frac{100}{\%}$$

$$D_{\text{osis.Coag}} = 309,37 \cdot \frac{10}{10^6} \cdot \frac{100}{20}$$

$$D_{\text{osis.Coag}} = 0,015 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

- $D_{\text{osis.Coag}}$ = Dosis de coagulante (m^3/h).
- $Q_{\text{diseño}}$ = Caudal diseño (m^3/h).
- ppm = Dosis en ppm.
- % = valor en tanto por cien.

- **Dosis de floculante a caudal de diseño:**

$$D_{\text{osis.Floc}} = Q_{\text{diseño}} \cdot \frac{\text{ppm}}{10^6} \cdot \frac{100}{\%}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$D_{\text{osis.Floc}} = 309,37 \cdot \frac{1}{10^6} \cdot \frac{100}{0,5}$$

$$D_{\text{osis.Floc}} = 0,062 \frac{m^3}{h}$$

Donde:

- $D_{\text{osis.Floc}}$ = Dosis de floculante (m^3/h).
- $Q_{\text{diseño}}$ = Caudal diseño (m^3/h).
- ppm = Dosis en ppm.
- % = valor en tanto por cien.

En la siguiente tabla 3.1.8 podemos ver los valores de los caudales de dosificación expresados en (m^3/h).

TABLA 3.1.8. Dosificaciones en (m^3/h).

	Dosis a añadir (m^3/h)
Coagualnte	0,015
Floculante	0,062

1.4.3. Decantador lamelar

De la última cámara de floculación, el agua fluye por una conducción con DN250 y una longitud de 1,5m.

Se ha elegido un decantador lamelar en lugar de los otros procesos de separación de fases sólido-líquido estudiados por las razones explicadas en el apartado 2.9 de la memoria.

Se considera que tres son los parámetros que favorecen la decantación de las partículas en este tipo de unidades: aumento del área de sedimentación (mediante la

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

utilización de las lamelas), disminución de la altura de caída de la partícula (por la proximidad entre las lamelas que tienen un cierto grado de inclinación) y régimen de flujo laminar (hay que diseñarlo para que el flujo de agua entre las lamelas cumpla este régimen de circulación de fluidos).

El decantador lamelar se ha diseñado a partir de datos estándares para el diseño de decantadores lamelares.

Los valores elegidos son los siguientes, expresados en la tabla 3.1.9:

TABLA 3.1.9. Parámetros diseño decantador lamelar 1.

Tiempo de retención	0,9h
Velocidad de sedimentación	$2,2 \cdot 10^{-4} \text{m/s}$
Inclinación lamelas	60°
Carga de superficie	$120 \text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$
Altura vertical de las lamelas	2m
Factor de estiramiento	1,31

El decantador lamelar tiene un volumen de $278,44 \text{m}^3$ con una altura de 5,10m que se ha ampliado en 0,3m para evitar salpicaduras.

El volumen del decantador lamelar se ha calculado utilizando los siguientes parámetros de la tabla 3.1.10:

TABLA 3.1.9. Parámetros diseño decantador lamelar 2.

Parámetros	
Tiempo de retención	0,9h
Caudal diseño	$309,37 \text{m}^3/\text{h}$

Establecido el tiempo de retención y a partir del caudal de diseño calculamos el volumen necesario del decantador lamelar:

$$V_{\text{dec.lam.}} = Q_{\text{diseño}} \cdot t_r = 309,37 \text{ (m}^3/\text{h)} \cdot 0,9 \text{ (h)} = 278,44 \text{m}^3$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $V_{\text{dec.lam.}} \equiv$ Volumen decantador lamelar (m^3).
- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal diseño (m^3/h)
- $t_r \equiv$ Tiempo de retención (h).

A continuación, hemos calculado la sección de la zona de filtración mediante los siguientes parámetros de la tabla 3.1.11:

TABLA 3.1.11. Parámetros diseño decantador lamelar 3.

Parámetros	
Carga de superficie	$120\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$
Caudal de diseño	$309,37\text{m}^3/\text{h}$

Establecida la carga de superficie y a partir del caudal de diseño calculamos la sección necesaria de la zona de filtración del decantador lamelar:

$$S_{\text{dec.lam.}} = Q_{\text{diseño}} \cdot 24 / C_s = 309,37 (\text{m}^3/\text{h}) \cdot 24 / 120(\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}) = 61,88\text{m}^2$$

- $S_{\text{dec.lam.}} \equiv$ Sección decantador lamelar (m^2).
- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal diseño (m^3/h).
- $C_s \equiv$ Carga de superficie ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{día}$).

Y el cálculo de la altura del decantador se ha calculado mediante la siguiente operación:

$$\text{Alt} = V_{\text{dec.lam.}} / S_{\text{dec.lam.}} = 278,44 / 61,88 = 4,5\text{m}$$

- $\text{Alt} \equiv$ Altura decantador lamelar (m).
- $V_{\text{dec.lam.}} \equiv$ Volumen decantador lamelar (m^3).
- $S_{\text{dec.lam.}} \equiv$ Sección decantador lamelar (m^2).

De esta altura 0,7m corresponden a la zona de sedimentación, por que se ve modificada ya que la zona de sedimentación hay que recalcularla debido a que tiene forma de triangulo invertido.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Se ha calculado de la siguiente forma:

$$V_{\text{cam.sed.rec}} = L_{\text{ag}} \cdot \text{Anch} \cdot \text{Alt} = 12,5 \cdot 4,95 \cdot 0,7 = 43,31\text{m}^3$$

- $V_{\text{cam.sed.rec}} \equiv$ Volumen cámara sedimentación rectangular (m^3).
- $\text{Anch} \equiv$ Ancho zona sedimentación (m).
- $L_{\text{ag}} \equiv$ Longitud zona sedimentación (m).
- $\text{Alt} \equiv$ Altura zona sedimentación (m).

Por medio de este volumen continuamos para calcular la altura de la zona de sedimentación, pero esta vez con forma de triángulo, para que el volumen del sedimentador no varíe.

Lo hemos realizado mediante la siguiente formula:

$$V_{\text{cam.sed.rec}} = V_{\text{cam.sed.trian}} = \text{Anch} \cdot \text{Alt}_x \cdot L_{\text{ag}} / 2 = 4,95 \cdot \text{Alt}_x \cdot 12,5 / 2 = 43,31\text{m}^3$$

Por lo tanto la altura de la zona triangular de sedimentación es de:

$$\text{Alt}_x = 1,40\text{m}$$

Seguidamente hemos pasado al cálculo del número de lamelas necesario para obtener la sedimentación de las partículas con una velocidad de sedimentación de 0,8m/h y que nos permite obtener la calidad del agua en sólidos en suspensión que necesitamos para cumplir con la normativa exigente del Real Decreto 1620/2007, del 7 de Diciembre.

Para este cálculo los parámetros utilizados son los que se exponen en la siguiente tabla 3.1.12:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 3.1.12. Parámetros para el cálculo del número de lamelas.

Parámetros	
Altura lamelas (H)	2m
Caudal diseño (Q _{diseño.})	309,37m ³ /h
Velocidad de sedimentación (V _s)	2,2·10 ⁻⁴ m/s
Inclinación estándar (I)	60°
Diámetros de particular (D _p)	3·10 ⁻⁵ m
Factor de estiramiento (f _c)	1,31
Ancho lamelas (L)	4,95m

Y se ha utilizado la siguiente formula:

$$N^{\circ} = Q_{\text{diseño.}} / (L \cdot H \cdot f_c \cdot V_s \cdot (D_p / H + \cos 60^{\circ})) + 1$$

$$N^{\circ} = 60,58 \approx 61 \text{ Lamelas}$$

Seguidamente se ha pasado a la a verificar que el numero de Reynolds esta entre los parámetros requeridos para el correcto funcionamiento de los decantadores lamelares. Este valor debe de estar comprendido entre 100 y 200, y se ha calculado mediante los siguientes parámetros de la tabla 3.1.13 y la siguiente ecuación:

TABLA 3.1.13. Parámetros para el cálculo del n° de Reynolds.

Parámetros	
Viscosidad cinemática	0,00001m ² /s
Sc (placas paralelas)	11
Radio hidráulico (R _H)	0,09864m
Ancho lamelas	4,95m
Distancia horizontal lamelas	0,2m
Velocidad componente X	1,3·10 ⁻³ m/s

El radio hidráulico se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$R_H = (2 \cdot \text{Anch.Lam} \cdot \text{D.H.Lam.} / (\text{Anch.Lam} + \text{D.H.Lam}))/4$$

$$R_H = (2 \cdot 4,95 \cdot 0,2 / (4,95 + 0,2))/4$$

$$R_H = 9,8 \cdot 10^{-2} \text{m}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Y el valor del Número de Reynolds es:

$$Re = V_{(ox)} \cdot Rh \cdot Sc / \nu$$

$$Re = 0,001304 \cdot 0,09864 \cdot 1/0,00001$$

$$Re = 128,68$$

- $Re \equiv$ Numero de Reynolds.
- $\nu \equiv$ Viscosidad cinemática (m^2/s).
- $Rh \equiv$ Radio hidráulico (m).
- $V_{(ox)} \equiv$ Velocidad eje X (m/s).

Para la determinación del radio hidráulico, se ha calculado primero la distancia entre lamelas y la velocidad en el eje x de la partícula:

Calculo de la distancia entre lamelas mediante los datos de la siguiente tabla 3.1.14:

TABLA 3.1.14. Parámetros para la distancia entre lamelas.

Parámetros	
Numero de lamelas	61
Longitud del decantador	12,5m

$$d = L / N^{\circ} = 61 / 12,5 = 0,20m$$

Donde:

- $d \equiv$ Distancia entre lamelas horizontal (m).
- $L \equiv$ Longitud del decantador (m).
- $N^{\circ} \equiv$ Número de lamelas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Calculo de la velocidad de las partículas en el eje x, calculada mediante los parámetros expresados en la siguiente tabla 3.1.15:

TABLA 3.1.15. Parámetros para el cálculo de la velocidad en el eje x.

Parámetros	
Velocidad de sedimentación	$2,2 \cdot 10^{-4} \text{m/s}$
Inclinación estandar	$60^\circ = 1,05 \text{rad}$

$$V_{(ox)} = V_s \cdot (\text{sen}(1,05) + 10 \cdot \cos(1,05))$$

$$V_{(ox)} = 2,2 \cdot 10^{-4} \cdot (\text{sen}(1,05) + 10 \cdot \cos(1,05))$$

$$V_{(ox)} = 13,04 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$$

Donde:

- $V_s \equiv$ Velocidad de sedimentación (m/s).
- $V_{(ox)} \equiv$ Velocidad de la partícula en el eje X (m/s).

Finalmente se comprueba que el decantador cumple la siguiente condición, que es un requisito de diseño y que podemos ver en la siguiente tabla 3.1.16:

TABLA 3.1.16. Valores del decantador lamelar y condición de diseño.

Condición de diseño	$L / W < 5$
Longitud del decantador	12,5m
Anchura del decantador	4,95m

$$L / W = 12,5 / 4,95 = 2,53$$

$$L / W < 5$$

Donde:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $L \equiv$ Longitud del sedimentador (m).
- $W \equiv$ Ancho del sedimentador (m).

Con esta operación se puede apreciar que el decantador cumple con esta condición de diseño.

1.4.4. Filtros de arena convencionales

Esta parte del tratamiento terciario (filtro de arena) se ha diseñado para acabar de eliminar los sólidos en suspensión que han sido capaces de escapar a la sedimentación laminar y acabar de reducir la turbidez del agua.

El tipo de filtro elegido es el filtro convencional bicapa, con una parte de antracita y otra de arena con un soporte de grava en la base. Son los filtros mas utilizados en la depuración de aguas residuales.

Se han elegido este tipo de capas por las siguientes características:

La antracita por su baja densidad, una granulometría generosa y forma angulosa proporcionan una elevada capacidad de retención de sólidos en suspensión en la parte superior del lecho.

La arena por su elevada densidad, de granulometría pequeña y su forma redondeada proporcionan la garantía de una fuga nula de sólidos.

La grava soporte por su elevada densidad, una distribución granulométrica adecuada (al menos 2 capas) y un espesor suficiente permiten el reparto uniforme del aire y el agua de lavado en toda la sección del filtro.

El diseño del filtro de arena se ha realizado mediante valores medios de los parámetros estándar de diseño que se van detallando a continuación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los valores de los parámetros son los representados en la siguiente tabla 3.1.17:

TABLA 3.1.17. Parámetros diseño filtro arena

Parámetro	
Velocidad de Filtración	12 m ³ /m ² ·h

A partir de este dato y el caudal de diseño hemos calculado la sección del filtro, mediante la siguiente operación:

$$S_{\text{fil.arena}} = Q_{\text{diseño}} / V_F = 309,37 \text{ (m}^3/\text{h)} / 12 \text{ (m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h)} = 25,78 \text{ m}^2$$

- $S_{\text{fil.arena}} \equiv$ Sección decantador lamelar (m²).
- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal diseño (m³/h).
- $V_F \equiv$ Velocidad de Filtración (m³/m²·h).

En cuanto a la altura y a la anchura del filtro se han determinado de tal forma que se cumpla la relación necesaria indicada en las condiciones de diseño de los filtros de arena, representada en la siguiente tabla 3.1.18:

TABLA 3.1.18. Valores filtro de arena y condición a cumplir.

Condición de diseño	L / A = 5
Longitud del filtro	12,44m
Anchura del filtro	2,49m

$$L / A = 12,44 / 2,49 = 5$$

Donde:

- L \equiv Longitud del filtro (m).
- A \equiv Ancho del filtro (m).

Con esta operación se puede apreciar que el filtro cumple con la condición de diseño requerida.

En cuanto a las dimensiones de las capas de los diferentes materiales filtrantes

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

que intervienen, las condiciones de diseño son muy precisas.

Nosotros hemos partido del espesor de la capa de arena que puede variar de 0,7-1m y las referencias de diseño indican que el espesor de la arena es 1/3 del espesor total del filtro.

Nuestra elección ha sido de 0,7m de espesor de arena, lo que nos ha llevado a un espesor total calculado a continuación.

Por tanto, el espesor total de las capas de filtrado del filtro se ha calculado mediante la siguiente formula:

$$E_{\text{esp.Are}} = E_T \cdot 1/3$$

$$E_T = E_{\text{esp.Are}} \cdot 3 = 0,7 \cdot 3 = 2,1\text{m}$$

Donde:

- $E_T \equiv$ Espesor total del filtro (m).
- $E_{\text{esp.Are}} \equiv$ Espesor arena (m).

Por otro lado, la información obtenida sobre el espesor para la capa de antracita en el filtro, es de qué ocupa 2/3 del espesor total, así que el valor obtenido se ha calculado mediante la siguiente relacion:

$$E_{\text{esp.Ant}} = E_T \cdot 2/3$$

$$E_{\text{esp.Ant}} = 2,1 \cdot 2/3 = 1,4\text{m}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Donde:

- $E_T \equiv$ Espesor total del filtro (m).
- $E_{\text{esp.Ant}} \equiv$ Espesor antracita (m).

El rango de la granulometría de los granos de arena, antracita y grava son las representadas en la siguiente tabla 3.1.19:

TABLA 3.1.19. Relleno filtro arena-antracita.

Tipo material	Granulometría (mm)
Arena	0,4-0,8
Grava	1,5-2,5
Antracita	0,8-1,6

Se puede apreciar que se cumple la relación obligatoria que hace referencia a las capas de antracita y arena, que dice, que se debe mantener la proporción de material con un tamaño de partícula superior (al límite inferior) o inferior (al límite superior), sin superar el 5%.

En la zona superior al espesor de los medios filtrantes donde esta el agua a tratar, hemos colocado a una altura de 1,5m sobre el nivel de antracita u indicador de nivel conectado a un sistema de control que inicia el contra-lavado del filtro, ya que una vez el agua ha filtrar supere esta altura el filtro necesita un lavado del material filtrante.

Por último, decir que el filtro tiene una altura 5,25m que se divide en las siguientes partes, definidas en la siguiente tabla 3.1.20:

TABLA 3.1.20. Dimensiones filtro de arena.

Parte filtro	Altura (m)
Alt. Medio filtrante	2,1
Alt. Grava soporte	0,15
Alt. Evitar salpicaduras	0,5
Alt. Cámara baja	1
Alt. Máxima del agua	1,5

La extracción del agua filtrada se realiza por debajo del material filtrante ya que existe una cámara donde termina el agua después de ser filtrada, que tiene la misma

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

sección que el filtro y una altura de 1m, desde donde mediante una conducción de salida el agua filtrada es dirigida hasta el tratamiento de desinfección-UV.

Por otro lado, el lavado se realiza, primero con un contra-lavado con agua donde se realiza la expansión del medio filtrante y seguidamente de una corriente de aire para arrastrar todas las partículas que no permiten el correcto funcionamiento.

1.4.4.1.Caudales limpieza filtros

Cuando el nivel del agua supera el indicador de nivel, que también está conectado a una válvula situada en la “conexión tipo T” ésta se cierra y deja abierto el paso hacia el otro filtro de arena situado paralelamente al mismo que empieza a funcionar del mismo modo y así sucesivamente para cada lavado del filtro.

Los caudales de lavado, de aire y agua, se han calculado mediante la velocidad específica del aire y del agua de contra-lavado y la sección del filtro, valores especificados en la tabla 3.1.21:

TABLA 3.1.21. Parámetros caudal de lavado filtro de arena

Parámetros	
Vel. Esp. Agua	50m ³ / m ² ·h
Vel. Esp. Aire	60m ³ / m ² ·h
Sección filtro	25,78 m ²

El cálculo del caudal de aire de lavado se ha realizado mediante el siguiente ecuación:

$$X = V_{\text{esp.Aire}} \cdot S_f$$

$$X = 60 \cdot 25,78 = 1546,88\text{m}^3\text{N/h}$$

Donde:

- $S_f \equiv$ Sección del filtro (m²).
- $X \equiv$ Caudal de aire de lavado (m³N/h).
- $V_{\text{esp.Aire}} \equiv$ Velocidad específica del aire (m³/ m²·h).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El cálculo del caudal de agua de lavado se ha realizado mediante el siguiente ecuación:

$$Y = V_{\text{esp. Agua}} \cdot S_f$$

$$Y = 50 \cdot 25,78 = 1289,06 \text{ m}^3/\text{h}$$

Donde:

- $S_f \equiv$ Sección del filtro (m^2).
- $Y \equiv$ Caudal de agua de lavado (m^3/h).
- $V_{\text{esp. Agua}} \equiv$ Velocidad específica del agua ($\text{m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$).

Cabe destacar que el agua de lavado se extrae mediante una conducción, situada en parte alta del filtro, que la lleva a las bombas de impulsión donde serán impulsadas a cabecera de planta como ya se ha comentado en el apartado 2.9 de la memoria.

1.5. Desinfección lámparas UV

Para la construcción del sistema de desinfección de rayos-UV, se ha optado por el asesoramiento de la empresa Xylem, que nos ha indicado que para una mejora del rendimiento energético del sistema es mejor la instalación de dos canales, ya que al ser un caudal variable, el trabajo en equipo o individualmente de las dos reducirá los consumos energéticos.

Nosotros hemos optado por la solución y la aplicación de dos sistemas con capacidad para $187 \text{ m}^3/\text{h}$ cada uno de los reactores, como nos ha recomendado la empresa Xylem.

Las dimensiones de cada reactor son las siguientes:

Los LBX200e tienen una longitud de 1533mm y con un diámetro de 334mm. Su consumo energético es del 2,3kW/kWA y de esta fabricada en acero inoxidable.

1.6. Cámara de cloración

El agua procedente de la cámara de desinfección-UV, entra en la cámara de cloración para acabar de realizar el proceso de desinfección de las aguas.

Los parámetros de diseño para la cámara de cloración serán los representados en la tabla 3.1.22:

TABLA 3.1.22. Valores y condiciones canal cloración

Parámetros	Unidades
Tiempo de retención	30 min.
Relación obligatoria	$L \geq 18 \cdot l$

Establecido el tiempo de retención y a partir del caudal de diseño calculamos el volumen necesario de la cámara de cloración:

$$V_{\text{Clor.}} = Q_{\text{diseño}} \cdot t_r = 309,37 \text{ (m}^3/\text{h)} \cdot 0,5 \text{ (h)} = 154,69\text{m}^3$$

Donde:

- $V_{\text{floc.}} \equiv$ Volumen cámara de floculación (m^3).
- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal diseño (m^3/h).
- $t_r \equiv$ Tiempo de retención (h).

Una vez calculado el volumen pasamos a calcular el número de canales y las dimensiones de la cámara de cloración para que se cumpla la relación $L \geq 18 \cdot l$. Hay que considerar que el calado del tanque es de 2,5m de altura, valor obtenido en la bibliografía: “DEPURACION Y DESINFECCION DE AGUAS RESIDUALES” por Aurelio Hernández Muñoz, por lo que de ahí obtenemos la sección del tanque mediante la siguiente ecuación:

$$S = V / \text{Alt}$$

$$S = 309,37 / 2,5 = 61,88\text{m}^2$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Donde:

- $S \equiv$ Sección del tanque de cloración (m^2).
- $V \equiv$ Volumen tanque de cloración (m^3).
- $Alt. \equiv$ Calado del tanque de cloración (m).

Una vez calculada la sección pasamos a calcular las dimensiones de longitud y ancho del tanque de cloración, donde es obligatorio que se cumpla la siguiente condición, $L \geq 18 \cdot l$.

El número de canales de cloración se ha elegido que sea de 7, para que al verificar que se cumple la condición necesaria, se cumpla que;

$$S = L \cdot \text{Anch.}$$

$$\text{Anch.} = 61,88 / 13$$

$$\text{Anch.} = 4,76\text{m}$$

Donde:

- $S \equiv$ Sección del tanque de cloración (m^2).
- $\text{Anch.} \equiv$ Ancho tanque de cloración (m).
- $L \equiv$ Longitud canal cloración (m).

Una vez realizado esto se pasa a la comprobación de la condición necesaria para el correcto diseño del canal de cloración:

$$L / 18 \Rightarrow l$$

$$l = 0,68\text{m}$$

$$13 / 0,68 = 19,12 \Rightarrow 18$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Donde:

- $L \equiv$ Longitud de la cámara de cloración (m).
- $l \equiv$ Ancho de cada canal de la cámara de cloración (m).

Por último, el valor de la cantidad de cloro a suministrar al canal de cloración se ha calculado mediante la siguiente fórmula:

$$C_{\text{cloro}} = ((n^{\circ}_{\text{c.o}} - n^{\circ}_{\text{c.f}})^{1/3} - 1) / (t_c \cdot 0,23)$$

$$C_{\text{cloro}} = ((730000 - 20)^{1/3} - 1) / (30 \cdot 0,23)$$

$$C_{\text{cloro}} = 4,66 \text{ mg/l}$$

Donde:

- $C_{\text{cloro}} \equiv$ Concentración de cloro a añadir (mg/l)
- $n^{\circ}_{\text{c.o}} \equiv$ Número coliformes iniciales (UFC/100ml)
- $n^{\circ}_{\text{c.f}} \equiv$ Número coliformes finales (UFC/100ml)
- $t_c \equiv$ Tiempo de retención (min)

De esta forma quedan definidos todos los parámetros a tener en cuenta en el canal de cloración.

1.7. Depósito de almacenamiento

El depósito de almacenamiento se ha diseñado en base al tiempo de retención que nos han indicado y el caudal punta, obteniendo un volumen calculado mediante la siguiente operación:

$$\frac{Q_{\text{diseño}}}{t_r} = V$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\frac{309,25}{8} = V = 2475m^3$$

Donde:

- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal diseño (m^3/h)
- $V \equiv$ Volumen del deposito de almacenamiento (m^3)
- $t_r \equiv$ tiempo de retención (h)

Se ha determinado que la altura del depósito sea de 3m y mediante la siguiente ecuación hemos calculado la sección del depósito:

$$S = \frac{V}{h}$$

$$S = \frac{2475}{3} = 825m^2$$

Por último el cálculo del diámetro se ha realizado mediante la siguiente ecuación:

$$\left(\frac{S \cdot 4}{3,14}\right)^{0,5} = D$$

$$\left(\frac{825 \cdot 4}{3,14}\right)^{0,5} = D = 32,42m$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro del deposito de almacenamiento (m).
- $h \equiv$ Altura del depósito (m).
- $S \equiv$ Sección del depósito (m^2).

1.8. Cálculos hidráulicos

1.8.1. Introducción

En este apartado se han calculado las distintas pérdidas de carga en los tramos por donde circula el agua por las tuberías para que pase por todo el tratamiento terciario y llegue hasta el depósito de acumulación, y así, de este modo poder calcular la línea piezométrica.

1.8.2. Pérdida de carga decantador secundario - cámara de coagulación

En este apartado se han empezado a definir las características de las conducciones. El material de la conducción es acero galvanizado.

Mediante suposiciones de la altura del agua del decantador secundario respecto a la altura del agua del coagulador, se ha intentado que la pérdida de carga calculada mediante la ecuación del balance de energía mecánica, la calculada por medio de la suma de las ecuaciones de pérdidas de carga en tramos rectos y pérdida de carga en los accidentes coincidan, lo que nos lleva a la diferencia de alturas correcta para que no haya problemas de ningún tipo en el desplazamiento del fluido por dicha conducción.

Hemos partido de la condición de que el fluido circula por una conducción con DN250 en la planta de tratamiento terciario, ya que es uno de los diámetros estándar de fabricación y también el fluido cumple con la velocidad máxima de circulación (1,8m/s) no superandola y con la mínima (0,5m/s), no descendiendo por debajo de ella.

Mediante el caudal de diseño y la sección de la conducción, obtenida mediante el diámetro hemos comprobado que no supera la velocidad máxima permitida:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

A continuación por medio del caudal punta y la sección hemos comprobado que cumple la condición de la velocidad máxima de circulación

$$\left(\frac{Q_{diseño}}{S}\right) = V$$

$$\left(\frac{0,086}{0,05}\right) = V$$

$$V_{diseño} = 1,75 m / s$$

Donde:

- $Q_{diseño} \equiv$ Caudal diseño (m^3/s)
- $V \equiv$ velocidad punta del fluido (m/s)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \overline{\omega}$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en el decantador secundario supuesta (m).
- $Z_2 \equiv$ altura del agua en la cámara de coagulación (m).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s^2).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z1 (N/m^2).
- $P_2 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z2 (N/m^2).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m^3)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que son aproximadamente 0 en esos puntos las 2, en el caso de las presiones se anulan las dos ya que son iguales a la atmosférica y su diferencia es igual a 0 y el valor de la potencia es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g = -\Delta F$$

$$(2,75 - 3,58) \cdot 9,8 = -\Delta F = 8,09 \text{ J / kg}$$

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,004625 \cdot 1,75^2 \cdot \frac{10}{0,25} = 1,14 \text{ J / kg}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Donde:

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{\text{rec}} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción(m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.23:

TABLA 3.1.23. Accesorios conducción decantador secundario-coagulación

Accesorio	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
Entrada bien redondeada	1	0,04
Codo 90° estándar	2	0,75
Válvula de compuerta	1	2

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{\text{acc}} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{\text{acc}} = (1 + 0,04 + 2 \cdot 0,75 + 2) \cdot \frac{1,75^2}{2} = 6,97 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{\text{acc}} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$6,97 + 1,14 = \Delta F_{total} = 8,1 \text{ J/kg}$$

Se puede apreciar que la altura del agua supuesta para el decantador secundario es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. Es de:

$$\Delta F_1 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{8,1}{9,81} = 0,83 \text{ m}$$

1.8.3. Pérdida de carga cámara de floculación - decantador lamelar

El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado de se ha operado mediante la suposición de la altura del nivel de agua del decantador lamelar.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la altura del agua en el decantador lamelar idónea para el correcto funcionamiento del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1,75m/s, al igual que en el tramo anterior, ya que la velocidad se ha calculado mediante el caudal de diseño y el diámetro de la conducción de DN250, como en el caso anterior.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal punta y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad de circulación y hemos comprobado que no supera la velocidad máxima de circulación permitida:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

$$\frac{0,086}{0,05} = V = 1,75 m/s$$

Donde:

- $Q_{pta} \equiv$ Caudal punta(m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en cámara de floculación (m).
- $Z_2 \equiv$ altura del agua en el decantador lamelar (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s^2).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m^2).
- $P_2 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m^2).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m^3)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que son aproximadamente 0 las dos en los respectivos puntos, en el caso de las presiones se anulan las dos ya que son iguales a la atmosférica y su diferencia es igual a 0 y el valor de la potencia es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g = -\Delta F$$

$$(2,26 - 2,75) \cdot 9,8 = -\Delta F = 4,83 \text{ J / kg}$$

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En primer lugar la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,004625 \cdot 1,5 \cdot \frac{1,75^2}{0,25} = 0,017 J / kg$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción (m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.24:

TABLA 3.1.24. Accesorios conducción floculación-decantador lamelar

Accesorio	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
Entrada cantos vivos	1	0,04
Válvula retención charnela	1	2

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1 + 0,04 + 2) \cdot \frac{1,75^2}{2} = 4,66 J / kg$$

Donde:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$4,66 + 0,017 = \Delta F_{total} = 4,83 \text{ J/kg}$$

Se puede apreciar que la altura del agua supuesta para el decantador lamelar es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_2 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{4,83}{9,81} = 0,49 \text{ m}$$

1.8.4. Pérdida de carga decantador laminar - filtro de arena

El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado de se ha operado mediante la suposición de la altura de la entrada del agua al filtro de arena.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la altura de entrada del agua en el filtro de arena idónea

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

para el correcto funcionamiento del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1,75m/s, al igual que en el tramo anterior, ya que la velocidad se ha calculado mediante el caudal de diseño y el diámetro de la conducción de DN250, como en el caso anterior.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal punta y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad de circulación y hemos comprobado que no supera la velocidad máxima de circulación permitida:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

$$\frac{0,086}{0,05} = V = 1,72 m/s$$

Donde:

- $Q_{diseño} \equiv$ Caudal diseño (m^3/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \bar{\omega}$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en el decantador lamelar (m).
- $Z_2 \equiv$ altura entrada del agua en el filtro de arena (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s²).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z1 (N/m²).
- $P_2 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z2 (N/m²).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m³)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\bar{\omega} \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad no se anulan ya que la velocidad final en este caso será al final de la conducción por donde caerá en este caso por gravedad y sin circular por conducción alguna al citado filtro de arena, mientras que la velocidad inicial será 0 ya que estamos hablando de la velocidad en la superficie del decantador lamelar, en el caso de las presiones se anulan las dos ya que son iguales a la atmosférica y su diferencia da 0 y el valor de la potencia es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2} = -\Delta F$$

$$(1,373 - 2,26) \cdot 9,8 + \frac{1,75^2}{2} = -\Delta F = 7,13 J / kg$$

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,004625 \cdot 1,75^2 \cdot \frac{2,5}{0,25} = 0,28 J / kg$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción (m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.25:

TABLA 3.1.25. Accesorios conducción decantador lamelar-filtro arena

Accesorio	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
Entrada cantos vivos	1	0,04
T estándar división de caudal	1	1
Codo 90° estándar	3	0,75
Válvula de compuerta abierta	1	0,17

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1 + 1 + 0,04 + 3 \cdot 0,75 + 0,17) \cdot \frac{1,75^2}{2} = 6,84 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$6,84 + 0,28 = \Delta F_{total} = 7,13 J/kg$$

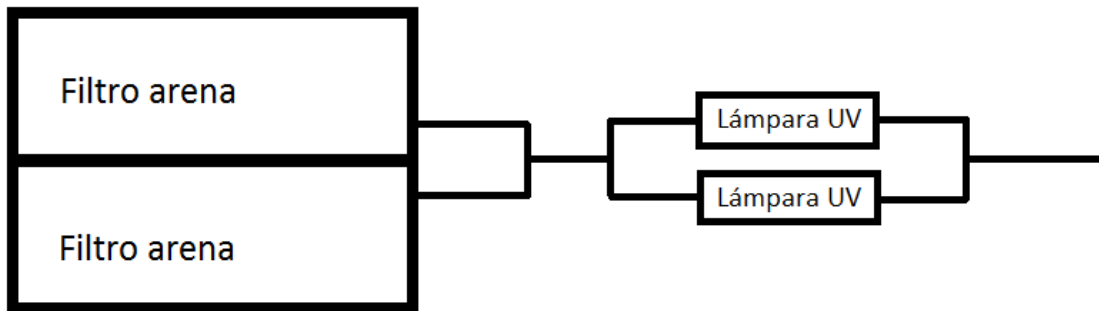
Se puede apreciar que la altura del agua supuesta para la entrada de agua en el filtro de arena es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_3 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{7,13}{9,81} = 0,73 m$$

1.8.5. Pérdida de carga filtro de arena – Canal de cloración

FIGURA.3.1.3. Esquema desde filtro arena a canal de cloración



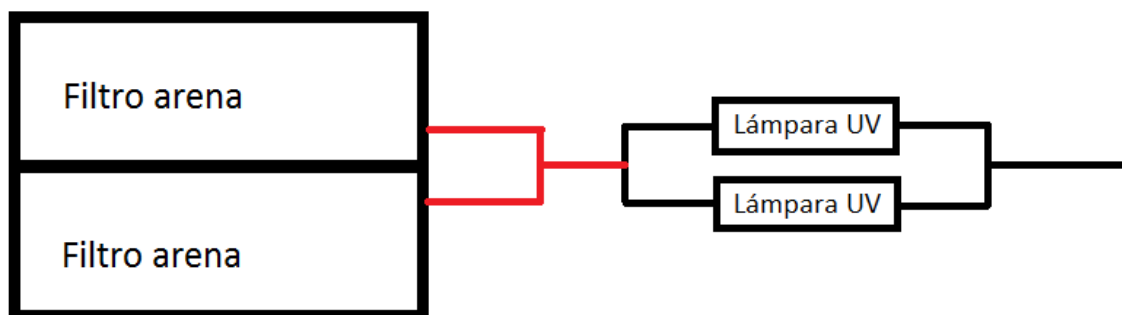
En este caso, se calcula la pérdida de carga en primer lugar desde el nivel del agua en la cámara baja del filtro de arena hasta la “T divisora de caudal”, debido a que a partir de esta el diámetro se reduce y hay que volver a calcular desde ese punto hasta la lámpara de desinfección UV correspondiente.

Seguidamente mostraremos la pérdida de carga que se produce en la conducción donde están las lámparas y finalmente se calculará la pérdida de carga desde la salida de las lámparas hasta la “T unión de caudal”, donde se ensancha la conducción, motivo por el que se volverán a calcular la pérdidas de carga desde este punto hasta el final de la conducción donde descarga al canal de cloración.

Aquí podemos ver un esquema representativo del tramo de conducción desde el filtro de arena al canal de cloración:

1.8.5.1. Pérdida de carga filtro de arena - “T división de caudal”

FIGURA.3.1.4. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo filtro de arena - “T división de caudal”



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado se ha operado mediante la suposición de la presión en la “T división de caudal”.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la presión en la “T división de caudal” idónea para el correcto funcionamiento del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1,75m/s, al igual que en el tramo anterior, ya que la velocidad se ha calculado mediante el caudal de diseño y el diámetro de la conducción de DN250, como en el caso anterior.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal de diseño y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad de circulación y hemos comprobado que no supera la velocidad máxima de circulación permitida:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\frac{0,086}{0.05} = V = 1,75 \text{ m/s}$$

Donde:

- $Q_{\text{diseño}} \equiv$ Caudal de diseño (m^3/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción (m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción (m)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en la cámara baja del filtro arena (m).
- $Z_2 \equiv$ altura “T división de caudal” (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8 m/s^2).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m^2).
- $P_2 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m^2).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000 kg/m^3)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad no se anulan ya que en la cámara baja del filtro será aproximadamente 0 mientras que en la “T división de caudal” será otra, en el caso de las presiones tampoco se anulan ya que no son iguales y el valor

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

de la potencia si que es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F$$

$$(0-1) \cdot 9,8 + \frac{1,75^2}{2} + \frac{(103120-101300)}{1000} = -\Delta F = 6,44 J / kg$$

El valor obtenido de 6,44J/kg, ha sido conseguido de la suposición de la presión en la “T división de caudal”, que nos ha dado un valor de $P_2 = 96935 \text{N/m}^2$, para que coincidiese con la siguiente ecuación.

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar, la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,004625 \cdot 1,5^2 \cdot \frac{1,5}{0,25} = 0,17 J / kg$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción(m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.26:

TABLA 3.1.26. Accesorios conducción filtro arena- "T unión caudal"

Accesorio	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
T estándar	2	1
Codo 90° estándar	1	0,75
Válvula de compuerta abierta	2	0,17

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1 + 2 \cdot 1 + 0,75 + 2 \cdot 0,17) \cdot \frac{1,75^2}{2} = 6,27 J / kg$$

Donde:

- ΔF_{acc} \equiv pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- V \equiv velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- K \equiv valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$6,27 + 0,17 = \Delta F_{total} = 6,44 J/kg$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

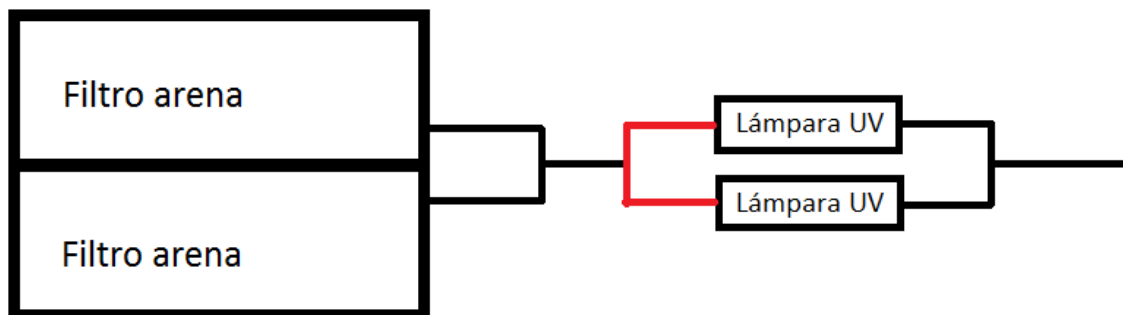
Se puede apreciar que la presión supuesta en la “T división de caudal” es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a es de:

$$\Delta F_4 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{6,44}{9,81} = 0,66m$$

1.8.5.2. Pérdida de carga “T división de caudal” - entrada lámparas UV

FIGURA.3.1.5. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo “T división de caudal”- entrada lámparas UV



El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado se ha operado mediante la suposición de la presión a la entrada de las lámparas UV, ya que en las lámparas existe un aumento de la sección, para que cumplan con la desinfección conforme al rendimiento indicado.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la presión de entrada del agua a las lámparas UV idónea para el correcto funcionamiento del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.66m/s debido a que la sección se reduce a un DN200 y se ha calculado a la mitad del caudal punta debido a que en el momento que supere la mitad del caudal punta de la E.D.A.R que puede tratar un única lámpara UV, en este caso, se abrirá la válvula de compuerta para que trabajen ambas lámparas UV.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = S = 0,0314 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante la mitad del caudal punta de la E.D.A.R y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad del fluido por la conducción, comprobando siempre que no supera la velocidad máxima permitida de 1.8m/s:

$$\frac{Q_{pta}}{2 \cdot S} = V$$

$$\frac{0,103}{2 \cdot 0,0314} = V = 1,66 m/s$$

Donde:

- $Q_{pta} \equiv$ Caudal punta E.D.A.R(m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \overline{\omega}$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en la “T división de caudal” (m).
- $Z_2 \equiv$ altura a la entrada de la lámpara UV (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s²).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m²).
- $P_2 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m²).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m³)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\overline{\omega} \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que en el tramo de conducción escogido el diámetro y el de la mitad del caudal punta que se ha escogido siempre será igual, en el caso de las presiones no se anulan ya que no son iguales y el valor de la potencia si que es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F$$

$$(0 - 0,43) \cdot 9,8 + \frac{(104270 - 103120)}{1000} = -\Delta F = 3,1J / Kg$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El valor obtenido de 3,1J/kg, ha sido conseguido de la suposición de la presión en la “T división de caudal”, que nos ha dado un valor de $P_2 = 104270\text{N/m}^2$, para que coincidiese con la siguiente ecuación.

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar, la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,0004875 \cdot 1,66^2 \cdot \frac{1}{0,2} = 0,01\text{J} / \text{Kg}$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/Kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción(m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.27:

TABLA 3.1.27. Accesorios conducción “T unión” - entrada lámparas UV

Accesorio	Unidades	Valor K
Codo 90° estándar	3	0,75

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\Delta F_{acc} = (30,75) \cdot \frac{1,66^2}{2} = 3,09 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$3,09 + 0,01 = \Delta F_{total} = 3,1 J/kg$$

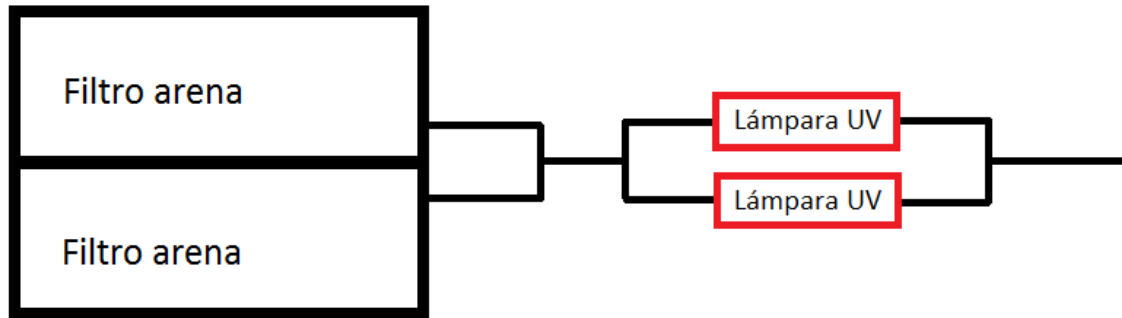
Se puede apreciar que la presión supuesta en a la entrada de las lámparas UV es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_s = \frac{\Delta F}{g} = \frac{3,1}{9,81} = 0,32m$$

1.8.5.3. Pérdida de carga en las lámparas UV

FIGURA.3.1.6. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo lámparas UV



En este caso, el fabricante nos indica la pérdida de carga que se produce dentro de las lámparas UV, siendo de 0,0833bar lo que viene a ser 8330N/m². De este modo, lo único que debemos hacer para saber la presión a la salida de las lámparas UV es una simple resta entre la presión de entrada a las lámparas UV, en este caso 92135N/m², y la pérdida de presión que se produce a los largo de las lámparas UV.

$$P_{ent.} - \Delta P_{lámp.} = P_{sal.}$$

$$92135 - 8330 = P_{sal.}$$

$$P_{sal.} = 83805 \text{ N} / \text{m}^2$$

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en el tramo de la lámpara se puede obtener mediante la ecuación del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Quedando la ecuación al simplificar del siguiente modo:

$$\frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

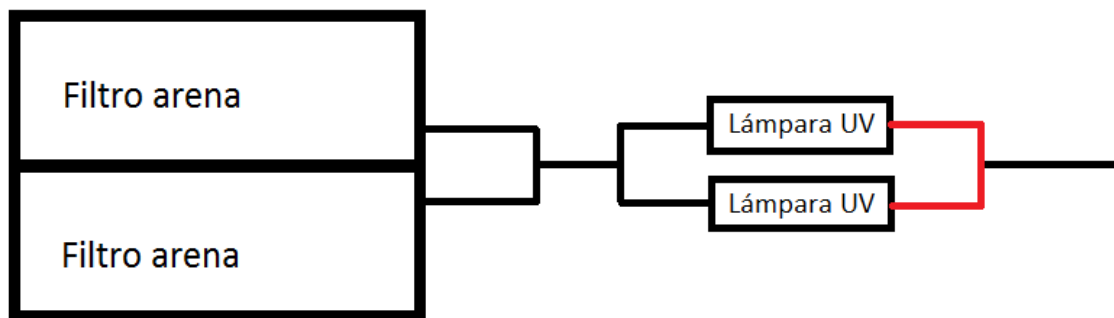
$$\frac{(95940-104270)}{1000} = -\Delta F = 8,33$$

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_6 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{8.33}{9.81} = 0.85m$$

1.8.5.4. Pérdida de carga salida lámparas UV - “T unión de caudal”

FIGURA.3.1.7. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo salida lámparas UV - “T unión de caudal”



El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado se ha operado mediante la suposición de la presión en la “T unión de caudal”, ya que a la salida de las lámparas existe una disminución de la sección, para que el fluido cumpla con los tiempos del de circulación dentro del tratamiento terciario.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la presión en el punto de la “T unión de caudal” idónea para el correcto funcionamiento del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1.66m/s debido a que la sección se reduce a un DN200 y se ha calculado a la mitad del caudal punta de la E.D.A.R, debido a que en el momento que supere el caudal máximo que puede tratar una única lámpara UV, en este caso, la mitad del caudal punta de la

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

E.D.A.R, se abrirá la válvula de compuerta para que trabajen ambas lámparas UV.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = S = 0,0314 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante la mitad del caudal punta de la E.D.A.R y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad del fluido por la conducción, comprobando siempre que no supera la velocidad máxima permitida de 1.8m/s:

$$\frac{Q_{pta}}{2 \cdot S} = V$$

$$\frac{0,103}{2 \cdot 0,0314} = V = 1,66 m/s$$

Donde:

- $Q_{pta} \equiv$ Caudal punta E.D.A.R(m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua a la salida de las lámparas UV (m).
- $Z_2 \equiv$ altura del agua en la “T división de caudal” (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s²).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m²).
- $P_2 \equiv$ presión a la que está sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m²).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m³)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que en el tramo de conducción escogido el diámetro y el de la mitad del caudal punta que se ha escogido siempre será igual, en el caso de las presiones no se anulan ya que no son iguales y el valor de la potencia si que es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F$$

$$(0 - 0,43) \cdot 9,8 + \frac{(97080 - 95940)}{1000} = -\Delta F = 3,1J / kg$$

El valor obtenido de 3,1J/kg, ha sido conseguido de la suposición de la presión

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

en la “T división de caudal”, que nos ha dado un valor de $P_2 = 82660\text{N/m}^2$, para que coincidiese con la siguiente ecuación.

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar, la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,0004875 \cdot 1,66^2 \cdot \frac{1}{0,2} = 0,01\text{J / kg}$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $L \equiv$ longitud de la conducción(m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.28:

TABLA 3.1.28. Accesorios conducción “T unión” - entrada lámparas UV

Accesorio	Unidades	Valor K
Codo 90° estándar	3	0,75

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\Delta F_{acc} = (3 \cdot 0,75 +) \cdot \frac{1,66^2}{2} = 3,09 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$3,09 + 0,01 = \Delta F_{total} = 3,1 J/kg$$

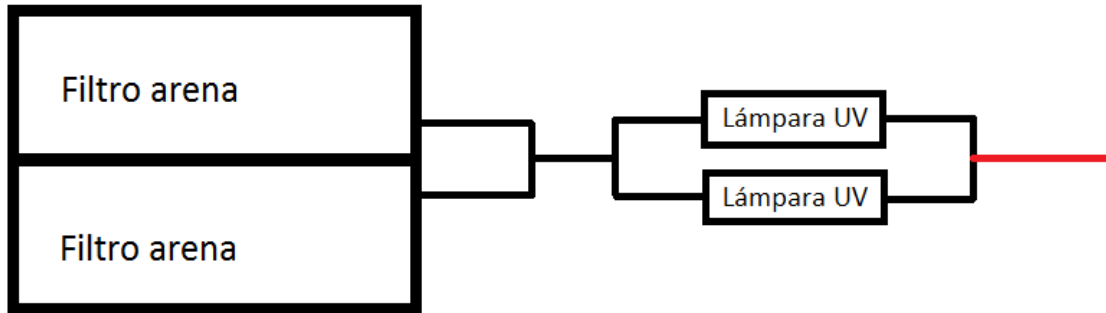
Se puede apreciar que la presión supuesta en la “T unión de caudal” es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_7 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{3,1}{9,81} = 0,32m$$

1.8.5.5. Pérdida de carga “T unión de caudal” - entrada cloración

FIGURA.3.1.8. Esquema desde filtro arena a canal de cloración, con remarcado tramo salida “T unión de caudal” - entrada cloración



El material de este tramo de conducción es de acero galvanizado. En este apartado se ha operado mediante la suposición de la presión en el final de la conducción que llega al tanque de cloración, ya que a la salida de la “T unión de caudal” existe un aumento de la sección, para que el fluido cumpla con los tiempos de circulación dentro del tratamiento terciario, por la consecuencia de la unión de cada una de las conducciones que salen de las lámparas y el consecuente aumento de caudal en la línea de unión.

Este valor ha sido supuesto, hasta que los valores de la pérdida de carga total calculados por las ecuaciones del balance de energía mecánica y la suma de las ecuaciones de pérdida de carga en tramos rectos y en accidentes, se han igualado obteniendo en ese momento la presión idónea en el punto del final de la conducción que lleva el fluido al canal de cloración, para la correcta circulación del fluido por la conducción.

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1.75m/s debido a que la sección aumenta a un DN250 y se ha calculado a caudal de diseño.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal de diseño y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad del fluido por la conducción, comprobando siempre que no supera la velocidad máxima permitida de 1.8m/s:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

$$\frac{0,086}{0,05} = V = 1,75 m / s$$

Donde:

- $Q_{diseño} \equiv$ Caudal diseño(m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua a la salida de las lámparas UV (m).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $Z_2 \equiv$ altura del agua en la “T división de caudal” (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s^2).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m^2).
- $P_2 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m^2).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m^3)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que en el tramo de conducción escogido el diámetro y el caudal de diseño que se ha escogido siempre será igual, en el caso de las presiones no se anulan ya que no son iguales y el valor de la potencia si que es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$\frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F$$

$$\frac{(93790 - 97080)}{1000} = -\Delta F = 1,76\text{J} / \text{kg}$$

El valor obtenido de $1,76\text{J/kg}$, ha sido conseguido mediante la suposición de la presión en la salida de la conducción, que nos ha dado un valor de $P_2 = 79367\text{N/m}^2$, coincidiendo de esta forma las pérdidas de carga obtenidos por las dos ecuaciones utilizadas.

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En primer lugar, la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,004625 \cdot 1,75^2 \cdot \frac{2}{0,25} = 0,22 J / kg$$

- f \equiv factor de Fanning.
- ΔF_{rec} \equiv pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- V \equiv velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- L \equiv longitud de la conducción (m)
- D \equiv diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.29:

TABLA 3.1.29. Accesorios conducción "T unión" - canal cloración

Accesorio	Unidades	Valor K
T estándar	1	1

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1) \cdot \frac{1,75^2}{2} = 1,53 J / kg$$

Donde:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$1,53 + 0,22 = \Delta F_{total} = 1,75 \text{ J/kg}$$

Se puede apreciar que la presión supuesta en la salida de la conducción que vierte el agua al canal de cloración es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{total} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_8 = \frac{\Delta F}{g} = \frac{1,75}{9,81} = 0,18m$$

1.8.6. Pérdida de carga estación de bombeo

El diseño de la estación de bombeo se realiza por partes.

1.8.6.1. Pérdida de carga zona de aspiración

En primer lugar, se ha calculado la presión en la boca de aspiración de la bomba de impulsión, que se obtiene mediante la suposición de ésta hasta obtener la pérdida de carga en esta zona, que debe ser igual a la pérdida de carga que se obtiene de la suma de las ecuaciones de pérdidas de carga en tramos rectos y en accidentes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En este tramo del tratamiento terciario el fluido circula a una velocidad de 1,75m/s con una conducción de diámetro a un DN250 y se ha calculado con el caudal de diseño y la conducción es de hormigón armado.

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal de diseño y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad del fluido por la conducción, comprobando siempre que no supera la velocidad máxima permitida de 1.8m/s:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

$$\frac{0,086}{0,05} = V = 1,75 m/s$$

Donde:

- $Q_{diseño} \equiv$ Caudal de diseño (m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Seguidamente hemos comprobado que el valor de K para este diámetro en la ecuación de Bresse esta dentro de los valores comprendidos entre 0.9 y 4, en concreto adquiere el valor de 0.8413, lo que nos viene a decirnos que tenemos un diámetro para la conducción optimo entre gasto energético de la estación de bombeo y el gasto para los materiales de la conducción.

$$D = K \cdot \sqrt{Q_{\text{diseño}}}$$

$$D / \sqrt{Q_{\text{diseño}}} = K = 0,25 / \sqrt{0,086} = 0,9$$

Donde:

D = Diámetro económico, m.

K = Coeficiente entre 0.9-4

Q = Caudal de bombeo máximo, m³/s.

Después pasamos al cálculo de la pérdida de carga. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_3 - z_1) \cdot g + \frac{V_3^2}{2\alpha_3} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_3 - P_1)}{\rho} = -\Delta F_{asp} + \varpi$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en la cámara de cloración (m).
- $Z_3 \equiv$ altura entrada del agua en la boca de succión de la bomba (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s²).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_3 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m²).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $P_3 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m²).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m³)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F_{asp} \equiv$ pérdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso, el valor de la potencia es igual a 0 ya que no existe ninguna bomba en este tramo de la conducción.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_3 - z_1) \cdot g + \frac{V_3^2}{2\alpha_3} + \frac{(P_3 - P_1)}{\rho} = -\Delta F_{asp}$$

$$(0 - 2,5) \cdot 9,8 + \frac{2,3^2}{2 \cdot 1} + \frac{(118140 - 101300)}{1000} = -\Delta F_{asp} = 5,05 J / kg$$

Por otro lado, se calcula el mismo parámetro mediante las siguientes ecuaciones.

En primer lugar la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,00875 \cdot 1,75^2 \cdot \frac{2}{0,25} = 0,43 J / kg$$

- $f \equiv$ factor de Fanning.
- $\Delta F_{rec} \equiv$ pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- $L \equiv$ longitud de la conducción(m)
- $D \equiv$ diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.30:

TABLA 3.1.30. Accesorios conducción tanque cloración–estación de bombeo

Accesorio	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
T estándar división de caudal	1	0,75
Codo 90° estándar	1	0,75
Estrechamiento	1	0,12
Válvula de compuerta	1	0,17

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1+0,75+0,75+0,17) \cdot \frac{1,75^2}{2} + (0,22) \cdot \frac{2,28^2}{2} = 4,62 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción(m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

En este apartado la suma del estrechamiento a otra velocidad al cuadrado partido de dos, es debido a que el fluido circula a otra velocidad pero es una distancia ínfima, aun así es considerada en la ecuación del balance de energía mecánica ya que es la velocidad en el punto 3.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción se calcula la pérdida de carga total de la zona de aspiración:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{asp}$$

$$4,62 + 0,43 = \Delta F_{asp} = 5,05 \text{ J/kg}$$

Se puede apreciar que la presión del agua supuesta para la entrada de agua en la boca de succión de la bomba es la correcta ya que el valor obtenido del ΔF_{asp} mediante los dos procedimientos es el mismo.

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en este tramo expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_g = \frac{\Delta F}{g} = \frac{5,05}{9,81} = 0,51 \text{ m}$$

1.8.6.2. Diseño de la estación de bombeo

En este apartado calcularemos la potencia necesaria para la impulsión del agua tratada mediante una bomba de impulsión hasta el depósito de almacenamiento de agua que se encuentra a una altura de 42m y a una distancia de 650m de distancia desde la bomba al depósito de almacenamiento.

En este tramo de la estación de bombeo el fluido circula a una velocidad de 1.75m/s mediante una conducción con DN250 y a caudal de diseño, como se ha calculado a continuación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La sección de la conducción se ha calculado del modo siguiente:

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} = S$$

$$\frac{3,14 \cdot 0,25^2}{4} = S = 0,05 m^2$$

Donde:

- $D \equiv$ Diámetro de la conducción (m)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Mediante el caudal de diseño y la sección de la conducción hemos obtenido la velocidad del fluido por la conducción, comprobando siempre que no supera la velocidad máxima permitida de 1.8m/s:

$$\frac{Q_{diseño}}{S} = V$$

$$\frac{0,086}{0,05} = V = 1,75 m / s$$

Donde:

- $Q_{diseño} \equiv$ Caudal de diseño(m³/s)
- $V \equiv$ velocidad del fluido por la conducción(m/s)
- $S \equiv$ sección de paso de la conducción(m)

Cabe destacar que la bomba seleccionada necesita un diámetro de aspiración y de impulsión de 0.219m por lo que se han colocado los convenientes estrechamientos y ensanchamientos a la entrada y a la salida de la bomba para su correcto funcionamiento.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Seguidamente continuamos con el cálculo de la potencia. La primera ecuación utilizada es la del balance de energía mecánica:

$$(z_2 - z_1) \cdot g + \frac{V_2^2}{2\alpha_2} - \frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_2 - P_1)}{\rho} = -\Delta F + \varpi$$

Donde:

- $Z_2 \equiv$ altura entrada de agua al deposito de almacenamiento (m).
- $Z_1 \equiv$ altura del agua en el canal cloración (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad (9.8m/s²).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $V_2 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_2 (m/s).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_1 (N/m²).
- $P_2 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido a la altura de Z_2 (N/m²).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido (1000kg/m³)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F \equiv$ perdida de carga del fluido por toda la conducción (J/kg).
- $\varpi \equiv$ potencia de la bomba (J/kg).

En este caso los valores de la diferencia de velocidad se anulan ya que son aproximadamente 0 en esos puntos las 2 (zona de la lámina de agua tanque de cloración y zona lámina de agua depósito de almacenamiento), en el caso de las presiones se anulan las dos ya que son iguales a la atmosférica y su diferencia da 0 al igual de las velocidades.

De este modo la ecuación queda de la siguiente forma:

$$(z_2 - z_1) \cdot g = -\Delta F + \varpi$$

$$(42 - 2.5) \cdot 9.8 = -\Delta F + \varpi$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Por otro lado, se calcula el valor de la pérdida de carga total del sistema mediante las siguientes ecuaciones y así poder despejar la potencia de la ecuación anterior.

En primer lugar la ecuación de pérdida de carga en tramos rectos de la conducción:

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot f \cdot V^2 \cdot \frac{L}{D}$$

$$\Delta F_{rec} = 2 \cdot 0,0875 \cdot 1,75^2 \cdot \frac{652}{0,25} = 140 J / kg$$

- f \equiv factor de Fanning.
- ΔF_{rec} \equiv pérdida de carga del fluido por los tramos rectos de la conducción (J/kg).
- V \equiv velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- L \equiv longitud de la conducción (m)
- D \equiv diámetro de la conducción (m)

En segundo lugar, se calcula la pérdida de carga en los accidentes utilizados para este tramo de la conducción, que se especifican en la siguiente tabla 3.1.31:

Tabla 3.1.31. Accesorios conducción cloración-Déposito almacenamiento.

Parámetros	Unidades	Valor K
Salida redondeada	1	1
T estándar división de caudal	2	1
Entrada ligeramente redondeada	1	0,23
Codo 45° Standard	2	0,35
Válvula de compuerta	1	0,17
Estrechamiento	1	0,12
Codo 90°	2	0,75
Ensanchamiento	1	0,12
Válvula de retención de bola	1	10

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La ecuación utilizada es la siguiente:

$$\Delta F_{acc} = (\sum K) \cdot \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta F_{acc} = (1 + 2 \cdot 1 + 0,23 + 2 \cdot 0,35 + 2 \cdot 0,75 + 2 \cdot 0,17 + 10) \cdot \frac{1,75^2}{2} + (0,12 + 0,12) \cdot \frac{2,28^2}{2} = 24,21 J / kg$$

Donde:

- $\Delta F_{acc} \equiv$ pérdida de carga del fluido en los accidentes de la conducción (J/kg).
- $V \equiv$ velocidad del fluido en la conducción (m/s)
- $K \equiv$ valor del accidente.

Ahora mediante la suma de las ecuaciones de la pérdida de carga en los tramos rectos y en los accidentes de la conducción:

$$\Delta F_{acc} + \Delta F_{rec} = \Delta F_{total}$$

$$24,21 + 140 = \Delta F_{total} = 164,21 J/kg$$

Por lo tanto, el valor de la pérdida de carga en la tubería de aspiración expresado en m.c.a. es de:

$$\Delta F_{10} = \frac{\Delta F}{g} = \frac{164,21}{9,81} = 16,74 m$$

Ahora sustituimos el valor de la pérdida de carga en la ecuación del balance de energía mecánica y obtenemos la potencia de la bomba:

$$(z_2 - z_1) \cdot g = -\Delta F + \varpi$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

$$(42 - 2,5) \cdot 9,8 + 164,21 = \varpi = 551,21 J / kg$$

Seguidamente calculamos la potencia teórica mediante la siguiente ecuación:

$$w = \rho \cdot Q_{\text{diseño}} \cdot \varpi$$

$$w = 1000 \cdot 0,086 \cdot 551,21 = 47380,77 J / s$$

Una vez calculados estos datos pasamos a la comprobación de que el $NPSH_{\text{disp}} > NPSH_{\text{req}}$.

$$NPSH_{\text{disp}} > NPSH_{\text{bomb}} = 4,9m$$

$$(z_1 - z_3) + \frac{1}{g} \left(\frac{V_1^2}{2\alpha_1} + \frac{(P_1 - P_{\text{vap.med}}^{\circ})}{\rho} - \Delta F_{\text{asp}} \right) = NPSH_{\text{disp}}$$

$$(2,5) + \frac{1}{9,8} \cdot \left(\frac{(118140 - 2536)}{1000} - 5,05 \right) = NPSH_{\text{disp}} = 13,78m$$

Donde:

- $Z_1 \equiv$ altura del agua en la cámara de cloración (m).
- $Z_3 \equiv$ altura entrada del agua en la boca de succión de la bomba (m).
- $g \equiv$ constante de la gravedad ($9.8m/s^2$).
- $V_1 \equiv$ velocidad del fluido a la altura de Z_1 (m/s).
- $P_{\text{vap.med}}^{\circ} \equiv$ presión de vapor media (N/m^2).
- $P_1 \equiv$ presión a la que esta sometida el fluido en el pto de Z_3 (N/m^2).
- $\rho \equiv$ densidad del fluido ($1000kg/m^3$)
- $\alpha \equiv 1$
- $\Delta F_{\text{asp}} \equiv$ pérdida de carga del fluido en la zona de aspiración (J/kg).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Un dato a resaltar es que la presión de vapor se ha calculado como valor medio mediante los valores de la presión de vapor a 10, 15, 20 ,25 y 30°C que están representados en la siguiente tabla 3.1.32:

TABLA 3.1.32. Valores presión de vapor en función de la temperatura.

Presión Vapor (N/m ²)
1230
1700
2340
3170
4240

De donde se obtiene que la presión media es de 2536 N/m².

Por lo tanto, podemos ver que se cumple la obligación de que el $NPSH_{disp} > NPSH_{bomb}$ y por tanto no hay cavitación.

También podemos apreciar que la $P_{asp} > P^{\circ}_{vap.med}$ por lo que, no hay cavitación por esta parte tampoco.

$$P_{asp} = 118140 \text{ N/m}^2$$

$$P^{\circ}_{vap.med} = 2536 \text{ N/m}^2$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.8.7. Resumen línea piezométrica

1.8.7.1. Resumen línea piezométrica tratamiento terciario

En la siguiente tabla 3.1.33 se puede apreciar la pérdida de carga total y en cada tramo de las conducciones.

TABLA 3.1.33. Resumen línea piezométrica tratamiento terciario.

Tramo de conducción	Pérdida de carga (m.c.a)
Decantador secundario - cámara de coagulación	0,83
Cámara de floculación – decantador lamelar	0,49
Decantador lamelar – filtro de arena	0,73
Filtro de arena - “T división de caudal”	0,66
“T división de caudal” - entradas lámparas UV	0,32
Lámparas UV	0,85
Salida lámparas UV - “T unión de caudal”	0,32
“T unión de caudal” - canal cloración	0,18
Total tratamiento terciario	4,38

1.8.7.2. Resumen línea piezométrica estación de bombeo

En la siguiente tabla 3.1.34 se puede apreciar la pérdida de carga total de la estación de bombeo y la de las distintas partes de este tramo del recorrido del agua.

TABLA 3.1.34. Resumen línea piezométrica estación de bombeo.

Tramo de conducción	Pérdida de carga (m.c.a)
Zona de aspiración	0,51
Total estación de bombeo	16,74

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

DOCUMENTO III

ANEXO II

LOCALIZACIÓN

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2. Localización	5
2.1. Introducción	5
2.2. Localización.	5
2.3. Conclusiones.....	8

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURAS

- Figura 1. Plano situación Comunidad Valenciana.....	6
- Figura 2. Plano situación provincia de Valencia.....	7
- Figura 3. Plano situación aerea.....	7

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

2. Localización

2.1. Introducción

La localización de la parcela donde se va a llevar a cabo la construcción del tratamiento terciario esta situada en la misma parcela donde se encuentra la E.D.A.R.

Este tratamiento terciario se construye a continuación del tratamiento secundario de la depuradora, conectado al decantador secundario, para continuar con el proceso de obtención de las propiedades que el agua necesita para su reutilización en el regadío de las zonas verdes urbanas.

No se han establecido criterios principales de construcción, ya que el tratamiento terciario a construir se anexiona a la E.D.A.R. ya existente, por lo que la localización de la construcción queda fijada.

2.2. Localización.

El tratamiento terciario se diseña para la E.D.A.R. de La Pobla de Farnals, situado en la Comunidad Valenciana, en la provincia de Valencia, en la zona Este de la parte central, comarca de la Horta Nord.

Su extensión superficial es de 3.6 Km² y su altitud es de 16m, y sus coordenadas referidas a la localización de la E.D.A.R. son:

UTM: 30

X: 731.816,91m

Y: 4.382.960,631m

Geográficas:

Latitud: 39° 33' 53,63"N

Longitud: 0° 18' 5,52"W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La localización del municipio en la Comunidad Autónoma de Valencia se describe en la figura 3.2.1 y en la figura 3.2.2, la situación de la depuradora en el mapa, con una mancha azul. A continuación se muestra dos imágenes obtenida con el programa Sig Pag.

FIGURA 3.2.1. Plano situación Comunidad Valenciana.



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

FIGURA 3.2.2. Plano situación provincia de Valencia.



La ubicación del Tratamiento Terciario en la E.D.A.R. en el término municipal, se indica a continuación en la figura 3.2.3, en el mapa topográfico y en la representación de la foto aérea del terreno. La superficie necesaria ha sido cedida por el ayuntamiento de La Pobla de Farnals y esta marcada con color amarillo encuadrada en un cuadro azul.

FIGURA 3.2.3. Plano situación aérea.



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En cuanto a su relieve, es clara la pendiente como ligera hacia el este. El emplazamiento del Tratamiento Terciario en dicha E.D.A.R., da buena accesibilidad a las instalaciones. La obra no está muy lejos de la carretera y eso beneficiará el transporte de las máquinas, equipos, vehículos...

El acceso a la misma desde el núcleo urbano se realiza desde un acceso a la Carretera de Massamagrell a la Población de Farnals, que podemos llegar desde la CV-300. A esta carretera se puede acceder también mediante un desvío en la Autovía V-21, con salida a la playa de Población de Farnals.

Cualquier exceso de agua que no se pudiese controlar, si se diese el caso, sería vertido a la Acequia de Tamarit, que bordea la parcela por todo su lado Oeste y lleva las aguas al mar Mediterráneo.

2.3. Conclusiones.

Por todo ello, se considera que la parcela es APTA, para la construcción del Tratamiento Terciario en la E.D.A.R. de La Población de Farnals.

DOCUMENTO III

ANEXO III

EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3. Explotación y mantenimiento.	5
3.1 Introducción.....	5
3.2. Formas de llevar a cabo el servicio.....	5
3.2.1.Relación del personal técnico-administrativo y de operarios con sus categorías y especialidades.....	6
3.2.2. Organización del personal y funciones a realizar.....	6
3.3. Métodos técnicos y materiales para la ejecución del contrato.....	7

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3. Explotación y mantenimiento.

3.1 Introducción.

El objetivo del presente anexo es la definición de las operaciones de explotación, conservación y mantenimiento del Tratamiento Terciario de la E.D.A.R de La Pobla de Farnals (Comunidad Valenciana).

3.2. Formas de llevar a cabo el servicio.

La explotación de un Tratamiento Terciario conlleva una serie de actividades que se pueden concretar en dos (de carácter genérico): Operación y Mantenimiento.

De manera básica, para llevar a cabo de forma óptima estas actividades, se han de conjugar medios de personal (ya existente en la E.D.A.R.) y material. Se hablara aquí de los medios humanos y su organización.

El personal operador de planta tendrá como misión:

- Resolución de averías tanto eléctricas como mecánicas.
- Control del proceso.
- Control y seguimiento del tratamiento terciario.
- Trabajo de mantenimiento.
- Realizar las revisiones y operaciones necesarias para una buena explotación del Tratamiento Terciario.
- Trabajo de conservación.
- Vigilancia general de la instalación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3.2.1. Relación del personal técnico-administrativo y de operarios con sus categorías y especialidades.

En cuanto al personal no será necesaria la incorporación de más empleados ya que con los disponibles se puede seguir realizando la explotación de la planta completa más la explotación del terciario instalado.

3.2.2. Organización del personal y funciones a realizar.

Las funciones a realizar en cuanto a mantenimiento y explotación por el personal serán:

- Sera el responsable de las incidencias del Servicio frente a la Propiedad.
- Supervisara el exacto cumplimiento del libro diario de Servicio.
- Cuidara del estricto cumplimiento de las Normas de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Realizará, de acuerdo a los datos de la explotación de las partes de control de explotación, los partes mensuales e informes, que se remitirán a la propiedad.
- Controlará los caudales y cargas diarias.
- Cuidará del mantenimiento y conservación de la instalación.
- Organizará, planificará y fiscalizará el almacén de repuestos y gestionará el stock de los mismos.
- Realizará las operaciones de mantenimiento eléctrico y mecánico, con la ayuda del personal de planta.
- Adoptará las medidas necesarias para llevar a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo.
- Control, vigilancia y limpieza de equipos e instalaciones.
- Inspección del funcionamiento electromecánico.
- Recogida y transporte de muestras y residuos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Detección de anomalías.
- Colaboración en los desmontajes especiales de mantenimiento que requieran apoyo extra.
- Cumplimentara las casillas correspondientes a los partes de control.
- Colaboración en los trabajos de carga y descarga.

3.3. Métodos técnicos y materiales para la ejecución del contrato.

En la planta se deben mantener una relación de repuestos, herramientas, aparatos y materiales para atender a las reparaciones y necesidades materiales que puedan surgir.

Los medios auxiliares considerados son los siguientes:

- Nivel mínimo de repuestos.
- Dotación de taller.
- Dotación de equipos de seguridad e higiene.

DOCUMENTO III

ANEXO IV

INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

4. Instrumentación y automatismo.	5
4.1. Instrumentación.	5
4.1.1 Ubicación de la instrumentación.	5
4.2. Automatismo y telecontrol.....	7
4.2.1. Análisis de la instalación de control particular propuesta.....	7

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

4. Instrumentación y automatismo.

4.1. Instrumentación.

4.1.1 Ubicación de la instrumentación.

En base a las exigencias del Pliego, así como a las características del sistema de control, se han seleccionado los equipos de instrumentación básicos que se añaden a continuación.

- **Conducción decantador secundario-cámara de floculación.**

- Caudalímetro para control del efluente que irá conectado a varias válvulas y bombas dosificadoras del tratamiento terciario para que todo este funcione con un caudal constante en cada una de sus fases y se dosifique la cantidad de reactivo necesario en cada momento.

- **Conducción coagulador-Decantador lamelar.**

- Válvula de control reguladora. Conectada a las instrucciones del caudalímetro para que siempre entre y salga el mismo caudal.

- **Conducción Decantador lamelar-filtro de arena.**

- 4 Válvulas de compuerta (2 de entrada y 2 de salida). Están conectadas al medidor de nivel que abrirá o cerrará cada una de ellas regulando los ciclos de operación de cada filtro. Mientras uno está funcionando el otro se limpiará a la espera de la operación inversa.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Filtro de arena**

- 2 sensores de nivel. Estos estarán conectados a las válvulas de compuerta que activarán la entrada de agua a cada uno de los filtro y cerrarán las válvulas cuando los filtros terminen un ciclo de funcionamiento. También estarán conectados a las bombas de limpieza y soplantes para en el momento que se cierre la compuerta de dicho filtro, envíe la señal para empezar el proceso de limpieza del filtro.

- **Conducción filtro de arena-reactores de desinfección UV.**

- 4 válvulas de compuerta (2 de entrada y 2 de salida). Estas estarán conectadas al caudalímetro de entrada que en función del caudal que entre al tratamiento terciario abrirá o cerrará una válvula para que solo funcione un o las dos lámparas del tratamiento.

- Sistema de control propio. Éste controla la irradiación en función del caudal a tratar. Irá conectado al caudalímetro de entrada.

- **Canal de cloración**

- Bomba dosificadora por inyección con panel de control y medidor de cloro residual.

- **Conducción canal cloración-estación de bombeo.**

- Válvula de regulación de caudal. Estará conectada al caudalímetro para que el nivel del tanque de cloración no influya en el caudal de agua que reciben las bombas de impulsión y así abrir o cerrar el paso de agua y que el tratamiento funcione en régimen estacionario.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Estación de bombeo**

- Variador de frecuencia. Conectado al caudalímetro de entrada al tratamiento terciario que regulará la velocidad de impulsión de las bombas para que funcione en régimen estacionario el tratamiento terciario.

- Temporizador. Conectado a las bombas para que cumplan con el tiempo estipulado de los ciclos de funcionamiento. A su vez estará conectado a las válvulas de las bombas centrífugas para que realicen el cierre de forma correcta y no rompan las bombas al dejarlas sin agua antes del apagado.

4.2. Automatismo y telecontrol.

4.2.1. Análisis de la instalación de control particular propuesta

- El elemento principal de la instalación será una ampliación del PLC ya existente en la sala de control de la presente E.D.A.R. que realizará también las funciones de supervisión, comunicación y control.

- Junto al PLC se instalara un terminal programable para el control de la planta a través de una serie de pantallas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

DOCUMENTO III

ANEXO V

GESTIÓN RESIDUOS DE OBRA

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5. Gestión residuos de obra.....	5
5.1. Introducción.....	5
5.2. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción.....	5
5.2.1. Clases de residuos generados.....	5
5.2.1.1. Residuos asimilables a urbanos.....	7
5.2.1.2. Residuos peligrosos.....	8
5.2.1.3. Residuos inertes.....	9
5.2.2. Cuantificación de los residuos generados durante la ejecución de la obras...9	
5.3. Medidas para la prevención de residuos.....	10
5.3.1. Generalidades.....	10
5.3.2. Minimización de residuos.....	12
5.3.2.1. Plan de minimización de residuos.....	13
5.3.3. Soluciones de gestión para los residuos del proyecto.....	14
5.3.3.1. Gestión de los residuos asimilables a urbanos (RAU).....	14
5.3.3.2. Gestión de residuos peligrosos (RP).....	14
5.3.3.3. Gestión de residuos inertes (RI).....	16
5.3.3.4. Residuos de tierra vegetal.....	17
5.3.3.5. Tierras sobrantes de excavación.....	18
5.3.3.6. Central recicladora externa.....	19

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLAS

- Tabla 1. Residuos asimilables a urbanos.....	7
- Tabla 2. Residuos peligrosos.....	8
- Tabla 3. Residuos inertes.....	9

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5. Gestión residuos de obra.

5.1. Introducción

El objeto del presente escrito es atender a lo dispuesto en el RD 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

En dicho RD en su artículo 4 se habla de las Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, más en concreto de los puntos a incluir en este proyecto, que en este caso se trata de “Diseño y dimensionado de un tratamiento terciario de una EDAR”.

A continuación se desarrollarán los puntos que debe incluir el Estudio de la Gestión de los Residuos de la Obra.

5.2. Estimación de la cantidad de los residuos de construcción

5.2.1. Clases de residuos generados

Los residuos que se generarán en las obras del tratamiento terciario, de forma genérica, pueden ser clasificados (atendiendo a la Ley 10/1998) en 3 grandes categorías: Residuos Asimilables a Urbanos; Residuos Inertes, y Residuos Peligrosos.

Los Residuos Asimilables a Urbanos (RAU) son aquellos que, aún generándose en la industria o la construcción, se asemejan en composición a los residuos que se producen en el hogar (papel, cartón, plástico, materia orgánica, vidrio, hierro, etc.). Una característica importante de este tipo de residuo es su alto índice de reciclabilidad (valorización material), por lo que su gestión deberá dirigirse siempre en esta dirección.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los Residuos Inertes (RI) son aquellos de origen pétreo, que se caracterizan por su gran estabilidad química: no experimentan reacciones redox, no son solubles en agua, no son combustibles, etc., y tienen un índice de lixiviabilidad muy bajo, por lo que sus condiciones de vertido o eliminación final son muy diferentes a las aplicables en el caso de los otros dos tipos de residuo.

Los Residuos Peligrosos (RP) son aquellos que por su naturaleza peligrosa (inflamables, combustibles, tóxicos, nocivos, corrosivos, queratogénicos, etc.) requieren de un tratamiento o gestión específicos. Son fácilmente identificables ya que los contenedores, envases o embalajes de los mismos vienen identificados con pictogramas de riesgo.

En el presente Estudio de Gestión de Residuos se van a determinar las medidas encaminadas a la minimización, separación, valorización y eliminación en su caso de los residuos producidos durante la ejecución de las obras, ya que los RAU y RP son difícilmente cuantificables a priori, los trataremos separadamente de los residuos inertes (que han sido cuantificados en el punto 2.2 de presente Estudio de Gestión), por lo que a continuación se muestra en la tabla adjunta la tipología de los RAU y RP que nos podremos encontrar durante la ejecución de las obras.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.2.1.1. Residuos asimilables a urbanos

Los residuos asimilables a urbanos susceptibles de ser producidos durante la ejecución de las obras objeto del presente estudio se representan en la siguiente tabla 3.5.1:

TABLA 3.5.1. Residuos asimilables a urbanos.

Residuos asimilables a urbanos (RAU)	Código LER
Residuos de oficinas e instalaciones de obras (papel, cartón...)	20 01 01
Basura general (comedor)	20 01 08
Residuos metálicos: envases metálicos no peligrosos, despuntes de ferralla, electrodos de soldaduras, chapas, cables de cobre, Restos de tuberías, varillas, restos de acero corrugado...	20 01 40
	17 04 01
	17 04 02
	17 04 05
Madera: embalajes, palets deteriorados, restos de encofrados, Puntas de marcación...	17 02 01
	20 01 38
Plásticos: Restos PVC, poliestireno expandido de embalajes, Poliuretano, neopreno, restos de balizamiento, PP, PEAD.	17 02 03
Caucho natural y sintético: neumáticos, juntas de goma...	16 01 03
Vidrio (aunque de origen petreo): envases...	17 02 02
	20 01 02

Todos estos residuos generados en la obra, serán recogidos con periodicidad diaria de los puntos de generación en los tajos, para su traslado a las zonas de almacenamiento acondicionadas específicamente para ello, atendiendo a criterios de seguridad e higiene. De este modo se evitará mezclas, vertidos, diluciones, extravíos y otro tipo de incidentes.

Una vez separados, clasificados y cuantificados los residuos procederemos a su gestión, sin olvidar en ningún momento las alternativas de reutilización y reciclado como vías para alcanzar el objetivo final de la minimización.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.2.1.2. Residuos peligrosos

Los residuos peligrosos susceptibles de ser producidos durante la ejecución de las obras objeto del presente estudio se exponen en la siguiente tabla 3.5.2:

TABLA 3.5.2. Residuos peligrosos.

Residuos peligrosos (RP)	Código LER
Aerosoles: sprays de marcación topográfica, sprays de limpieza...	16 05 04*
RP con metales: pilas botón de calculadoras, baterías níquel-cadmio de móviles, baterías de plomo H ₂ SO ₄ de automoción, tubos fluorescentes, tubos de mercurio, electrodos de soldadura con un contenido > 3% (w.w)...	16 06 01* 16 06 02* 16 06 03* 20 01 21*
Restos de aditivos de hormigón: impermeabilizantes, acelerantes, Retardantes, fluidificantes, plastificantes...	17 09 03*
Restos de: desencofrante, pintura, disolvente, barnices, líquido de curado, grasas, aceites lubricantes, amulsiones, anticongelantes, detergentes, masilla de sellado, resinas epoxi...	17 09 03*
Tierra contaminada con alguna sustancia peligrosa (aceites, Hidrocarburos...)	17 05 03*
Envases metálicos o plásticos que hayan contenido alguna sustancia peligrosa, al igual que los depósitos.	17 04 09* 17 02 04*
Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla // Alquitán de hulla y productos alquitranados	17 03 01* 17 03 03*

Todos estos residuos generados en la obra, serán recogidos con periodicidad diaria de los puntos de generación en los tajos, para su traslado a las zonas de almacenamiento acondicionadas específicamente para ello, atendiendo a criterios de seguridad e higiene. De este modo se evitan mezclas, vertidos, diluciones, extravíos y otro tipo de incidentes.

Una vez separados, clasificados y cuantificados los residuos procederemos a su gestión, sin olvidar en ningún momento las alternativas de reutilización y reciclado como vías para alcanzar el objetivo final de la minimización.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.2.1.3. Residuos inertes

Encontraremos los siguientes residuos inertes producidos durante la ejecución de las obras expuestos en la siguiente tabla 3.5.3:

TABLA 3.5.3. Residuos inertes.

Residuos inertes (RI)	Código LER
Escombros	17 01 07 17 09 04
Restos de elementos demolidos, defectuosos o sobrantes, (tuberías De saneamiento de hormigón o de HA, aceras, calzadas...)	17 01 07 17 09 04
Tierras sobrantes (siempre que no se reutilicen)	17 05 04
Restos de hormigón, cemento y mortero (fraguado)	17 01 01
Restos de piedra natural	17 05 04
Sobrantes de áridos (arena, grava, gravilla...)	17 05 04
Fangos arcillosos	17 05 06
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01	17 03 02

En cuanto a la cantidad de residuos identificados en el presente estudio, se describe en el punto 3 las diferentes operativas encaminadas tanto a la minimización de la producción como a la optimización en la gestión de los mismos siempre con un objetivo final de reutilización. Como última opción se destinarán los residuos a su eliminación en vertedero controlado.

5.2.2. Cuantificación de los residuos generados durante la ejecución de las obras

En lo que al objeto del presente documento implica la construcción del edificio de pretratamiento en una parcela arbitraria, durante la ejecución serán los siguientes:

- Tierra vegetal: se trata del material retirado en el despeje y desbroce de la parcela existente.
- Material procedente de la excavación: para la construcción de cada uno de

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

los elementos que componen el edificio se excavarán a diferentes cotas.

Al no tener un emplazamiento fijo, no se puede determinar el tipo de tierras.

5.3. Medidas para la prevención de residuos

5.3.1. Generalidades

Si se reducen los residuos que habitualmente genera la construcción, se disminuirán los gastos de gestión, será necesario comprar menos materias primas y el balance medioambiental global será beneficioso.

A modo de ejemplo, en la Unión Europea, según datos de finales de los años 90, la construcción y la demolición producen del orden de una tonelada de residuos por habitante y año. El problema de qué hacer con estos residuos cada día es más apremiante: no es aceptable, por consiguiente, despreocuparnos de ellos porque son recogidos y depositados en un vertedero público. Los vertederos son caros y tienen un impacto ambiental considerable. Existe además una clara tendencia a utilizarlos como método principal (por no decir único) para deshacerse de los residuos.

En consecuencia, el primer paso para mejorar esta situación consiste en reducir la producción de residuos. De esta manera se conseguirán además otras mejoras medioambientales: disminuirá el volumen transportado al vertedero o a la central recicladora y, con ello, también la contaminación y la energía necesarias para ese transporte.

Por otra parte, si los residuos se reutilizan, reduciremos asimismo la cantidad de materias primas necesarias, y por lo tanto no malgastaremos inútilmente recursos naturales y energía, e incluso podremos conseguir mejoras económicas.

De una manera general, las alternativas de acción para la mejora de la gestión

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

ambiental de los residuos son diversas. No obstante para obtener mejoras eficaces, es necesario definir una jerarquía de prioridades, que ordene de modo decreciente el interés de las acciones posibles de la siguiente manera:

- Minimizar en lo posible el uso de materias.
- Reducir residuos.
- Reutilizar materiales.
- Reciclar residuos.
- Recuperar energía de los residuos.
- Enviar la cantidad mínima de residuos al vertedero.

Todos los agentes que intervienen en el proceso deben desarrollar su actividad con estos objetivos y en este orden, concentrando su atención en reducir las materias primas necesarias y los residuos originados. De este modo, al final del proceso, habrá menos materiales sobrantes que llevar al vertedero.

Se deberá conocer la cantidad de residuos que se producirán, sus posibilidades de valorización y el modo de realizar una gestión eficiente, con el fin de planificar las obras de construcción y de demolición.

Se redactará un Plan de Gestión en fase de ejecución, que se estructurará según las etapas y objetivos siguientes:

- En primer lugar, se debe establecer la cantidad y la naturaleza de los residuos que se van a originar en cada etapa de la obra. Este objetivo se puede cumplir tomando en consideración la experiencia del constructor o de la empresa de derribo, si ya ha aplicado alguna vez criterios de clasificación.
- A continuación, hay que informarse acerca de los gestores de residuos que se encuentran en el entorno próximo a la obra, es necesario conocer las características (condiciones de admisión, distancia y tasas) de los vertederos, de los recicladores, de los puntos verdes, de los centros de clasificación, etc.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

para poder definir un escenario externo de gestión.

- Una vez conocidos los costes de la manipulación de los residuos en obra, de los alquileres de contenedores, del transporte y de las tasas de depósito de los residuos para cada una de las etapas de la obra, se debe determinar -por etapas y en su conjunto- el coste final de la gestión de los residuos de una obra o un derribo determinados.

5.3.2. Minimización de residuos

Se entiende por minimización de residuos a un proceso de adopción de medidas organizativas y operativas que permiten disminuir, hasta niveles económicos y técnicamente factibles, la cantidad y peligrosidad de los subproductos y contaminantes generados (residuos y emisiones al aire y al agua) que precisan un tratamiento o eliminación final. Esto se consigue por medio de la reducción en su origen y, cuando ésta no es posible, a través del reciclaje o la recuperación de materiales secundarios.

La minimización constituye una opción ambientalmente prioritaria para resolver los problemas asociados a los residuos y también una prometedora oportunidad microeconómica, para reducir costos de producción y aumentar la competitividad de las empresas.

La minimización de residuos se incluye dentro de las medidas necesarias para conseguir lo que se denomina Desarrollo Sostenible. Término que apareció por primera vez en 1987 y que fue adoptado plenamente por la Comunidad Europea en 1992 con la publicación del V Programa sobre Medio Ambiente.

Los residuos que se generan en la obra pueden tener diferentes orígenes: la misma puesta en obra, el transporte interno de productos desde la zona de almacenaje hasta el lugar específico donde se tienen que aplicar, unas condiciones de almacenaje inadecuadas, embalajes que sirven para la protección hasta que el contenido es colocado y posteriormente se transforman en residuo, etc.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Durante la ejecución de la obra se adoptarán medidas de almacenaje adecuadas a los diferentes tipos de materiales y se optará por una política de compras esmerada, la ratio de generación de residuos, podrá disminuir entre un 5 y un 10% e incluso alcanzar porcentajes de reducción mucho más elevados si se escogen elementos modulados de acuerdo con las dimensiones de nuestra obra y ponemos en práctica algunas de las medidas que se indican más adelante.

Como primera medida encaminada a la minimización se llevará a cabo un Plan de Minimización de Residuos.

5.3.2.1. Plan de minimización de residuos

El plan de minimización de residuos debe contar:

Objetivos claros, que sean consistentes con el resto de los objetivos del anteproyecto, flexibles y cuantificables, así como comprensibles para todos los trabajadores, además de alcanzables con los medios materiales y humanos disponibles.

En la ejecución de las obras se creará un puesto técnico y administrativo responsable de la minimización que esté dotado de autoridad, de recursos, de acceso directo a la dirección y de la posibilidad de familiarizarse con todos los procesos de la obra, así como de liderazgo y capacidad de gestión.

El plan de minimización debe partir también de una auditoria donde se identifiquen las corrientes de residuos, se caractericen y cuantifiquen, y donde se determinen las causas fuentes y procesos al igual que los costos completos de su manejo. La minimización, como es obvio, no puede ser responsabilidad de una sola persona o departamento, sino que debe integrar funcionalmente a todas las áreas operativas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La minimización es una filosofía y una práctica de calidad ambiental total a través de la optimización de procesos, que trasciende las decisiones tradicionales *postproductivas o al final del proceso*, que sólo intentan resolver problemas una vez que éstos se han generado.

El plan de Minimización implica organizar los medios humanos y técnicos con el fin de sustituir, en la medida de lo posible, la gestión clásica de residuos y emisiones basada en sistemas de tratamiento y eliminación al final del proceso (fin de línea), por prácticas de reducción en origen y reutilización.

El Reciclaje es una de las alternativas utilizadas en la reducción del volumen de los desperdicios sólidos. Este proceso consiste en volver a utilizar materiales que fueron desechados, y que aún son aptos para elaborar otros productos o prefabricar los mismos. Ejemplo de materiales reciclables son los metales, el vidrio, el plástico, el papel, el cartón y otros.

5.3.3. Soluciones de gestión para los residuos del proyecto

Se proponen, a continuación, las soluciones de gestión para las 3 categorías de residuos de la construcción identificadas:

5.3.3.1. Gestión de los residuos asimilables a urbanos (RAU)

Se enviarán a las instalaciones de tratamiento de residuos asimilables a urbanos mas próxima a la obra.

5.3.3.2. Gestión de residuos peligrosos (RP)

Los residuos peligrosos, durante el tiempo de permanencia en obra serán manipulados atendiendo a las Fichas de Seguridad de los productos origen, etiquetados conforme a ley, y almacenados en condiciones adecuadas de seguridad e higiene: suelo

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

impermeable, techado para prevención de afecciones derivadas de radiaciones solares, lluvia, etc., alejados de imbornales o cauces naturales, vallados para establecer un acceso restringido.

Los residuos peligrosos serán retirados diariamente de la zona de obra, donde estarán acopiados en puntos concretos señalizados y conocidos por todos los trabajadores, distribuidos a lo largo de la traza en función de su longitud y del número de tajos abiertos a un mismo tiempo. De estos puntos serán trasladados a la zona de almacenamiento descrita en el párrafo anterior, donde no podrán estar almacenados por un tiempo superior a 6 meses.

La minimización de los RP, dado que no se puede abordar desde la reutilización y reciclado (sin previo tratamiento) la enfocamos desde la reducción en origen, es decir, la prevención de la generación de este tipo de residuos. Para ello desarrollaremos medidas como las que se proponen a continuación:

- Sustitución de productos por otros menos peligrosos o inocuos: aerosoles con plomo y CFCs (clorofluorocarburos) por otros que no contengan; detergentes con sulfatos y nitratos, por otros biodegradables; sustitución de disolventes halogenados por no halogenados (White – spirit, de naturaleza parafínica); pinturas con base disolvente por otras con base agua, etc.
- Prolongar la vida media de los aceites hidráulicos de la maquinaria mediante analíticas periódicas.
- Provisión de productos en envases de mayor tamaño.
- Compra del producto en envases reutilizables, que sean retirados por el agente comercial para su reutilización.
- Compra exclusivamente del contenido de un producto, no del envase, siendo luego almacenado en obra en grandes depósitos rellenables.
- Procurar al residuo peligroso una gestión de valorización material (tras el tratamiento físico-químico), o de inertización, dejando en último lugar la eliminación en depósitos de seguridad.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los RP sólo presentan una opción de gestión, su entrega a Gestor Autorizado por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Comunidad Valenciana.

Se dispondrá de un espacio en la parcela para el acopio de los residuos peligrosos, dada su variabilidad como se describe en el punto 2.1.2. Se almacenarán de manera separada en función de los códigos, usando recipientes separados para las pilas, baterías, spray, etc. Todo el almacenaje de residuos peligrosos hasta su entrega a gestor autorizado se protegerá de la intemperie y las condiciones externas, evitando así la posible lixiviación de los mismos, provocando así el incremento de residuos peligrosos.

5.3.3.3. Gestión de residuos inertes (RI)

La gestión de los inertes, residuo mayoritario en la construcción, debe seguir como en el caso de los RAU, el principio de minimización que se traduce en el fomento de su reutilización dentro de la obra.

Esta reutilización, en el caso de los residuos que se van a generar en esta obra, no será factible. Por ello, resultará imprescindible su gestión a través de Vertedero Autorizado de Inertes (Gestores autorizados por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Comunidad Valenciana).

Otra posibilidad de gestión de estos residuos consiste en su entrega a empresas Transportistas Autorizadas, que se encargarían de su traslado a Vertedero Autorizado de Inertes.

A continuación se describen los posibles procesos de gestión para los tipo de residuos de los que se generan mayores cantidades en la ejecución de las obras objeto del presente estudio, todos los procesos de transporte, valorización, Etc, a realizar a los

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

residuos generados serán efectuados por parte de los gestores autorizados externos al poseedor, en el presupuesto del presente estudio se han tenido en cuenta los costes externos de estos procesos.

Hablaremos de la posible valorización de residuos procedentes de demoliciones de hormigón y de las tierras sobrantes de la obra, así como de la reutilización de los productos procedentes de la demolición de aglomerado asfáltico.

5.3.3.4. Residuos de tierra vegetal

Es un material delicado, pero muy útil. Se debe procurar utilizarla lo antes posible después de haberla extraído.

La tierra superficial es la capa orgánica del suelo, la que sostiene la vegetación. Es un material delicado, que se debe utilizar de inmediato. Si no fuera posible reutilizarla durante las obras, se deberá almacenar cuidadosamente.

La alternativa más recomendable es utilizar la tierra superficial para la formación del paisaje artificial de la propia obra: en la urbanización de las zonas verdes, como jardines y parques, y en todos los lugares en que se prevé la plantación de vegetación. Cuando, debido a las características de la obra, no sea posible reutilizarla, conviene contemplar otras posibilidades que la simple opción de enviarla al vertedero como la reutilización en la restauración de suelos contaminados, en rellenos de tierras, en terraplenes y en la reposición de perfiles de canteras abandonadas.

Esta clase de tierra se puede mezclar con otros materiales para ampliar así la gama de productos resultantes y sus aplicaciones potenciales. Una de estas aplicaciones consiste en mejorar su composición con la adición de arena, fertilizantes o cortezas de árbol trituradas.

Como ya hemos expuesto al principio, el almacenamiento cuidadoso de las

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

tierras es imprescindible para conseguir mantener las cualidades del material. En este sentido se deberán observar las siguientes recomendaciones:

- Almacenar las tierras superficiales de manera que no exista peligro de contaminación con otros residuos.
- Evitar los daños que puede ocasionar el tráfico de los vehículos: no se debe permitir circular sobre las tierras porque se daña su estructura.
- Delimitar un lugar exclusivo para el almacenamiento de las tierras, formando pilas de una altura inferior a dos metros (si son más altas, la presión sobre las mismas también daña su estructura).
- La tierra se debe mantener tan seca como sea posible, y la forma más fácil de conseguirlo es utilizándola lo antes posible.
- La tierra, una vez almacenada, sólo debe ser movida para reutilizarla, porque los movimientos causan su deterioro.

5.3.3.5. Tierras sobrantes de excavación

Es imprescindible que se planifiquen los movimientos de tierras necesarios para así de reducir los sobrantes, estableciendo cómo manipular el terreno para que se produzca la menor cantidad de tierras sobrantes.

Antes de decidir el traslado al vertedero, hay que prever la forma más sencilla posible para el movimiento de volúmenes de tierra.

Por lo demás, hay que tener en cuenta que el transporte de las tierras al vertedero supone un coste económico apreciable, de modo que si se evita ese transporte, podemos llegar a reducir el coste total de la partida referida al movimiento de tierras (cuando el vertedero no está próximo a la obra, el transporte de un metro cúbico de tierras llega a ser tan caro como su extracción).

En definitiva, se trata de minimizar el volumen de los sobrantes de la excavación

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

que han de ser desplazados fuera de la obra, porque el transporte innecesario malgasta energía, genera polución y cuesta dinero.

Por último, es igualmente importante asegurarse que las tierras no han sido contaminadas por usos anteriores o por las actividades desarrolladas sobre ellas (es el caso, por ejemplo, de la contaminación por contacto con residuos tóxicos producidos en la fabricación de productos diversos, o de la de edificios con usos especiales, como los hospitales). En ningún caso se debe intentar reutilizar ningún material que pueda estar contaminado si previamente no se limpia y un equipo experto no aplica técnicas específicas de reutilización.

5.3.3.6. Central recicladora externa

Una vez acopiados en la obra, se entregarán a gestor autorizado para su reciclado y valorización y en su caso eliminación en vertedero autorizado.

Se dispondrá un espacio para acopio de material sobrante y material procedente de la demolición y escombros, que se muestra en los planos anexos al presente estudio.

A continuación se describe un proceso de gestión y tratamiento de este tipo de residuos por parte de gestor autorizado.

Se transportarán los residuos a una Planta de Tratamiento, de manera esquemática, el proceso a seguir en la Planta de Tratamiento es el siguiente:

- Recepción del material bruto.
- Separación de posibles Residuos Orgánicos y Tóxicos y Peligrosos (y envío a vertedero o gestores autorizados, respectivamente).
- Almacenamiento y reutilización de tierras de excavación aptas para su uso.
- Separación de maderas, plásticos cartones y férricos (reciclado).
- Tratamiento del material apto para el reciclado y su clasificación.
- Reutilización del material reciclado (áridos y restauraciones paisajísticas).
- Eliminación de los inertes tratados no aptos para el reciclado y sobrantes del

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

reciclado no utilizado.

Las operaciones o procesos que se realizan en el conjunto de la unidad vienen agrupados en los siguientes:

- Proceso de recepción del material: A su llegada al acceso principal de la planta los vehículos que realizan el transporte de material a la planta así como los que salen de la misma con subproductos, son sometidos a pesaje y control en la zona de recepción. Para ello, se ha instalará una báscula para camiones.
- Proceso de triaje y de clasificación: En una primera fase, se procede a inspeccionar visualmente el material. El mismo es enviado a la plaza de almacenamiento, en el caso de que sea material que no haya que tratar (caso de tierras de excavación). En los demás casos se procede al vaciado en la plataforma de recepción o descarga, para su tratamiento.

En la plataforma de descarga se realiza una primera selección de los materiales más voluminosos y pesados. Asimismo, mediante una cizalla, los materiales más voluminosos, son troceados, a la vez que se separan las posibles incrustaciones férricas o de otro tipo.

Asimismo, son separados los residuos de carácter orgánico y los considerados tóxicos y peligrosos, siendo incorporados a los circuitos de gestión específicos para tales tipos de residuos.

Tras esta primera selección, el material se incorpora a la línea de triaje, en la cual se lleva a cabo una doble separación. Una primera separación mecánica, mediante un tromel, en el cual se separan fracciones pétreas de distinta granulometría.

El material no clasificado se incorpora en la línea de triaje manual. Los elementos no separados en esta línea constituyen el material de rechazo, el cual se incorpora a vertedero controlado. Dicho vertedero cumple con las prescripciones

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

contenidas en el Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

Todos los materiales (subproductos) seleccionados en el proceso anterior son recogidos en contenedores y almacenados en las zonas de clasificación (trojes y contenedores) para su posterior reciclado y/o reutilización.

- Proceso de reciclaje: Los materiales aptos para ser reciclados, tales como: férricos, maderas, plásticos, cartones etc., son reintroducidos en el ciclo comercial correspondiente, a través de empresas especializadas en cada caso.

En el caso de residuos orgánicos y basuras domésticas, éstos son enviadas a las instalaciones de tratamiento de RSU más próximas a la Planta.

Los residuos tóxicos y peligrosos son retirados por gestores autorizados.

- Proceso de almacenamiento: En la planta se han previsto zonas de almacenamiento (contenedores) para los diferentes materiales (subproductos), con el fin de que cuando haya la cantidad suficiente, proceder a la retirada y reciclaje de los mismos.

Existen zonas de acopio para las tierras de excavación que sean aptas para su reutilización como tierras vegetales. Asimismo, existen zonas de acopio de material reciclado apto para su uso como áridos, o material de relleno en restauraciones o construcción.

- Proceso de eliminación: El material tratado no apto para su reutilización o reciclaje se deposita en el área de eliminación, que está ubicada en las inmediaciones de la planta. Procesos de separación, reutilización, valorización y eliminación de los residuos en obra.

DOCUMENTO III

ANEXO VI

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO I

INDICE GENERAL

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6. Seguridad y salud.....	9
6.1. Memoria.....	9
6.1.1. Objeto de este estudio.....	9
6.1.2. Características de las obras.....	9
6.1.2.1. Descripción de la obra.....	9
6.1.3. Interferencias y servicios afectados.....	10
6.1.4. Presupuesto de las obras.....	10
6.1.5. Plazo de ejecución.....	10
6.1.6. Numero de operarios.....	10
6.1.7. Descripción	11
6.1.7.1. Fases de la obra de interés a la prevención.....	11
6.1.7.2. Medidas auxiliare.....	12
6.1.7.3. Maquinaria prevista.....	12
6.1.8. Riesgos profesionales.....	12
6.1.8.1. Movimiento de tierras.....	12
6.1.8.2. Colocación tuberías.....	13
6.1.8.3. Cimentaciones.....	13
6.1.8.4. Encofrados.....	14
6.1.8.5. Ferrallado.....	14
6.1.8.6. Hormigonado.....	15
6.1.8.7. Montaje de prefabricados.....	15
6.1.8.8. Cerramiento y albañilería.....	16
6.1.8.9. Cubiertas.....	16
6.1.8.10. Alicatados.....	17
6.1.8.11. Enfoscados y enlucidos.....	17
6.1.8.12. Solados.....	18

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.8.13. Carpintería metálica.....	18
6.1.8.14. Pintura y barnizado.....	19
6.1.8.15. Instalaciones eléctricas provisionales en obra.....	19
6.1.9. Medios de protección colectiva.....	19
6.1.9.1. Señalización general.....	20
6.1.9.2. Movimiento de tierras.....	20
6.1.9.3. Estructura y cerramiento.....	21
6.1.9.4. Instalaciones de fuerza y alumbrado.....	21
6.1.9.5. Protección contra incendios.....	21
6.1.10. Medios de protección personal.....	22
6.1.10.1. Protección de la cabeza.....	22
6.1.10.2. Protección del cuerpo.....	22
6.1.10.3. Protección extremidades superiores.....	22
6.1.10.4. Protección extremidades inferiores.....	23
6.1.11. Prevención de daños a terceros.....	23
6.1.12. Medicina preventiva y primeros auxilios.....	23
6.1.12.1. Botiquines.....	23
6.1.12.2. Asistencia a accidentados.....	23
6.1.12.3. Reconocimiento médico.....	24
6.1.13. Formación de seguridad e higiene.....	24
6.1.14. Libro de incidencias.....	24
6.2. Planos.....	26
6.3. Pliego de prescripciones técnicas particulares.....	56
6.3.1. Disposiciones legales de aplicación.....	56
6.3.2. Condiciones de los medios de protección.....	57
6.3.2.1. Protecciones personales.....	58

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.3.2.2. Normas o medidas preventivas colectivas.....	58
6.3.2.2.1. Fases de la obra.....	58
6.3.2.2.1.1. Vaciados.....	58
6.3.2.2.1.2. Zanjas.....	59
6.3.2.2.1.3. Encofrados.....	60
6.3.2.2.1.4. Ferrallado.....	61
6.3.2.2.1.5. Trabajos de hormigonado.....	61
6.3.2.2.1.6. Cerramiento y albañilería.....	68
6.3.2.2.1.7. Cubiertas.....	68
6.3.2.2.1.8. Alicatados.....	68
6.3.2.2.1.9. Enfoscados y enlucidos.....	69
6.3.2.2.1.10. Solados.....	71
6.3.2.2.1.11. Carpintería metálica.....	72
6.3.2.2.1.12. Pintura y barnizado.....	75
6.3.2.2.2. Instalación eléctrica provisional en obra.....	77
6.3.2.2.2.1. Normas prevención para los cables.....	77
6.3.2.2.2.2. Normas de prevención para los interruptores.....	77
6.3.2.2.2.3. Normas de prevención para los cuadros eléctricos.....	77
6.3.2.2.2.4. Normas de prevención para las tomas de energía.....	78
6.3.2.2.2.5. Normas de prevención para la protección de los circuitos.....	78
6.3.2.2.2.6. Normas prevención para las tomas de tierra.....	79
6.3.2.2.2.7. Normas de seguridad de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de la obra	79
6.3.2.2.3. Medios auxiliares.....	80
6.3.2.2.3.1. Andamios.....	80
6.3.2.2.3.2. Escalera de mano.....	82

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.3.2.2.3.3. Puntales.....	82
6.3.2.2.3.4. Pasillo de seguridad.....	83
6.3.2.2.4. Maquinaria.....	83
6.3.2.2.4.1. Maquinaria para el movimiento de tierras.....	83
6.3.2.2.4.2. Grúa.....	84
6.3.2.2.4.3. Camión grúa.....	85
6.3.2.2.4.4. Dobladora mecánica de ferralla.....	85
6.3.2.2.4.5. Extendedora de productos bituminosos.....	86
6.3.2.2.4.6. Rodillo vibrante autopropulsado.....	87
6.3.2.2.5. Protección contra incendios.....	87
6.3.2.2.6. Riegos.....	88
6.3.3. Servicios de prevención.....	88
6.3.3.1. Servicio técnico de seguridad y salud.....	88
6.3.3.2. Servicio médico.....	88
6.3.4. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.....	88
6.3.5. Obligaciones de los contratistas y las subcontratas.....	90
6.3.6. Obligaciones de los trabajadores autónomos.....	91
6.3.7. Instalaciones médicas.....	92
6.3.8. Instalaciones de higiene y bienestar.....	92
6.3.9. Paralización de los trabajos.....	93

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLAS

- Tabla 1. Condiciones para cuando entibar taludes.....59

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6. Seguridad y salud

6.1. Memoria

6.1.1. Objeto de este estudio

Este estudio de seguridad y salud establece, durante la ejecución de la obra “diseño y dimensiona” las directrices básicas en el campo de prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra según establece el Real Decreto 1627/1997, del 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción.

6.1.2. Características de las obras

6.1.2.1. Descripción de la obra

La obra proyectada son las instalaciones de un “Tratamiento terciario de aguas residuales urbanas”, que consiste en los siguientes etapas;

- Movimiento de tierras: desbroce y explanación de la parcela.
- Tanques de coagulación-floculación.
- Decantador lamelar
- Filtros de arena.
- Tanque de cloración.
- Estación de bombeo y depósito de acumulación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La descripción de cada uno de estos procesos viene detallada en la Memoria del presente proyecto.

6.1.3. Interferencias y servicios afectados

Antes del comienzo de la obra se comprobarán los servicios que pudieran verse afectados por la obra (agua, teléfono, gas, alcantarillado...) para adoptar las medidas precisas ante cualquier eventualidad.

6.1.4. Presupuesto de las obras

El presupuesto base de licitación viene en la memoria del presente proyecto.

6.1.5. Plazo de ejecución

El plazo de ejecución de las obras es de 7 meses de construcción más 2 de prueba, en total 9 meses. El plan de obra queda reseñado igualmente en este anteproyecto, remitiéndose a este para adoptar, en cada una de la unidades de ejecución que se reseñen a continuación como de posible riesgo, las medidas preventivas de seguridad y salud.

6.1.6. Numero de operarios

Estimación de mano de obra en punta de ejecución: 10 operarios.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.7. Descripción

6.1.7.1. Fases de la obra de interés a la prevención.

Según se desprende de la descripción de las obras, las fases de las obras que son de interés en la prevención:

- Movimientos de tierras, vaciados: Las excavaciones se realizarán con el sobreebanco que sea necesario en cada caso y dejando siempre el talud natural.
- Excavaciones en zanja para tuberías: para la instalación de red de tuberías , pertenecientes a la línea de agua, red de pluviales y demás excavaciones en zanja que se pudieran ejecutar. Al igual que en las excavaciones de vaciado, se adoptarán los sobreebanco que sean necesarios en cada caso, dejando el talud natural.
- Encofrados.
- Ferrallado: comprende el armado de los distintos elementos que componen el edificio y el armado de todas las cimentaciones de todos los edificios y depósitos y en general, en cualquier tipo de trabajo que suponga la manipulación de ferralla.
- Hormigonado: Puesta en obra del hormigón en cualquier elemento, en particular en cada uno de los procesos que componen la línea de agua.
- Cerramiento y albañilería: el edificio de la estación de bombeo y de las soplantes del filtro de arena, es de una planta baja, por lo que se tendrán en cuenta las medidas de seguridad necesarias.
- Cubiertas: las cubiertas son inclinadas no transitables.
- Instalaciones de fuerza y alumbrado: se incluye en esta fase la instalación provisional de obra, para dar servicio a las casetas de obra y maquinaria.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.7.2. Medidas auxiliare

Según se desprende de las fases de obra mencionadas, los medios auxiliares a utilizar y que pueden ser objeto de estudio de seguridad, son los siguientes:

- Andamios.
- Plataforma de soldador en altura.
- Escalera de mano.
- Puntales.

6.1.7.3. Maquinaria prevista

- Maquinaria para el movimiento de tierras.
- Camión de transporte.
- Camión grúa.
- Camiones hormigonera.
- Dobladora mecánica de ferralla.
- Rodillo vibrante autopropulsado.

6.1.8. Riesgos profesionales

6.1.8.1. Movimiento de tierras

- Desplome de tierras.
- Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- Desprendimiento de tierras por soportes próximos al borde de la excavación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Atropello, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para el movimiento de tierra.
- Caída de personas, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Interferencias con conducciones de agua enterradas.
- Interferencias con conducciones de energía eléctrica.

6.1.8.2. Colocación tuberías

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Desplome de los paramentos de la zanja.
- Atropellos y colisiones.
- Atropello de personas.
- Vuelcos del camión.

6.1.8.3. Cimentaciones

Las cimentaciones superficiales se realizarán mediante losa de hormigón o zapatas. Los riesgos se pueden producir durante el vaciado y durante la manipulación de hormigón, ferralla y encofrados.

- Desplome de tierras.
- Desplazamiento de la coronación de los taludes.
- Desplome de tierras (o rocas) por filtraciones.
- Desplome de tierras por bolos ocultos.
- Desplome de tierras por sobrecarga de los bordes de coronación de los taludes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- Desprendimiento de tierras por afloramiento del nivel freático.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caída de personas desde el borde de la coronación.
- Interferencia por conducciones de agua enterradas.
- Caída de personas al mismo nivel.

6.1.8.4. Encofrados

- Desprendimientos por mal apilado.
- Caída del encofrado durante los trabajos de encofrado o durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de los encofradores en los trabajos de encofrado.
- Caída de personas al trabajar o caminar sobre los fondillos de las vigas, o por el borde o huecos del forjado.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes al utilizar la sierra de mano o circular.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocuación por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.

6.1.8.5. Ferrallado

- Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Aplastamiento durante las operaciones de carga y descarga de paquetes de ferralla.
- Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.
- Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.

6.1.8.6. Hormigonado

- Caída de personas y/u objetos al mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Hundimiento de encofrados.
- Rotura o reventón de encofrados.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas sobre superficies de tránsito.
- Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos)
- Fallo de entibaciones.
- Corrimientos de tierras.
- Atrapamientos.
- Electrocutión. Contactos eléctricos.

6.1.8.7. Montaje de prefabricados

- Golpes a las personas por el transporte en suspensión de grandes piezas.
- Atrapamientos durante maniobras de ubicación.
- Caídas de personas al mismo nivel.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Caídas de persona a distinto nivel.
- Vuelco de piezas prefabricadas.
- Desplome de piezas prefabricadas.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Cortes o golpes por manejo de máquinas o herramientas.
- Aplastamientos de manos o pies al recibir piezas.
- Los derivados de la realización de trabajos bajo régimen de fuertes vientos.

6.1.8.8. Cerramiento y albañilería

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos.
- Partículas en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Electrocutación.

6.1.8.9. Cubiertas

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos a niveles inferiores.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.8.10. Alicatados

- Golpes por manejo de objetos y herramientas manuales.
- Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel.
- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Afecciones respiratorias.
- Sobreesfuerzos.

6.1.8.11. Enfoscados y enlucidos

- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras).
- Golpes por uso de herramientas, (miras, reglas, terrajas, maestras).
- Caídas al vacío (fachadas).
- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis de contacto con el cemento y aglomerantes.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.8.12. Solados

- Caídas al mismo nivel.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Afecciones reumáticas por humedad en las rodillas.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Caídas a distinto nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos con la energía eléctrica.

6.1.8.13. Carpintería metálica

- Caídas al mismo nivel.
- Caída a distinto nivel.
- Caídas al vacío (carpintería en fachada).
- Cortes por manejo de máquinas herramientas manuales.
- Cortes y golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento entre objetos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Caídas de elementos de carpintería metálica sobre personas o cosas.
- Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.8.14. Pintura y barnizado

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables).
- Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos)
- Contacto con sustancias corrosivas.
- Los derivados de la rotura fortuita de las mangueras de los compresores.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.

6.1.8.15. Instalaciones eléctricas provisionales en obra

- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Los derivados de caída de tensión por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de los mecanismos de protección.
- Mal comportamiento de las tomas de tierra.

6.1.9. Medios de protección colectiva

Las normas de seguridad y las características concretas de los medios de protección a adoptar en cada una de las fases que pueden ser objeto de prevención se desarrollan detalladamente en el Pliego de Condiciones.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.9.1. Señalización general

- Señales de STOP en salidas de vehículos
- Obligatorio uso de casco, cinturón de seguridad, gafas, mascarilla, protectores auditivos, botas y guantes.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria pesada en movimiento, cargas suspendidas, incendio y explosiones.
- Entrada y salida de vehículos.
- Pórtico limitación de galibo en pasos bajo líneas eléctricas aéreas.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra
- Prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar, en zona de obras.
- Señal informativa de localización de botiquín y de extintor.
- Cinta de balizamiento.

6.1.9.2. Movimiento de tierras

Se señalizará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m, al borde del vaciado.

La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla, cuyas características vienen definidas en el Pliego de Condiciones.

Se instalará una barrera de seguridad (valla, barandilla, acera, etc.) de protección del acceso peatonal al fondo de la excavación, separada de la superficie dedicada al tránsito de vehículos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.9.3. Estructura y cerramiento

- Mallazo resistente en huecos horizontales.
- Barandillas rígidas en borde de forjado.
- Plataformas voladas para retirar elementos de encofrado.
- Castilletes de hormigonado.
- Carro porta-botellas.
- Válvulas antirretroceso en mangueras.
- Se utilizarán andamios sobre borriquetes o tubulares, de 60 cm de ancho con barandilla.

6.1.9.4. Instalaciones de fuerza y alumbrado

- Conductor de protección y pica o placa de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 m.A. de sensibilidad para alumbrado y de 300 m.A. para fuerza.

6.1.9.5. Protección contra incendios

Se emplearán extintores portátiles, situados de forma visible en zonas accesibles de la obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.10. Medios de protección personal

6.1.10.1. Protección de la cabeza

- Cascos: Para todas las personas que trabajan en la obra, incluidos visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Filtros para mascarilla.
- Pantalla contra proyección de partículas.
- Protectores auditivos.

6.1.10.2. Protección del cuerpo

- Cinturón de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón antivibratorio.
- Monos: 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.

6.1.10.3. Protección 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.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.10.4. Protección extremidades inferiores

- Botas de agua, de acuerdo con MT.27.
- Botas de seguridad, clase III.

6.1.11. Prevención de daños a terceros

- Se prevé el cercado con valla, incluso puertas de acceso de personal y vehículos, en aquellos casos en que sea necesario.
- Se señalizará la obra convenientemente, quedando prohibida la entrada a toda persona ajena a la obra.

6.1.12. Medicina preventiva y primeros auxilios

6.1.12.1. Botiquines

Se dispondrá de dos botiquines conteniendo el material especificado en la Ordenanza General de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

6.1.12.2. Asistencia a accidentados

Se dispondrá en lugares visibles listas 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.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.1.12.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, pasará un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

6.1.13. Formación de seguridad e higiene

Todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, juntamente con las medidas de seguridad que deberá adoptar.

6.1.14. Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de Seguridad y Salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

- a) El colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de Seguridad y Salud.
- b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantener siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los Contratistas y los Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra,

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

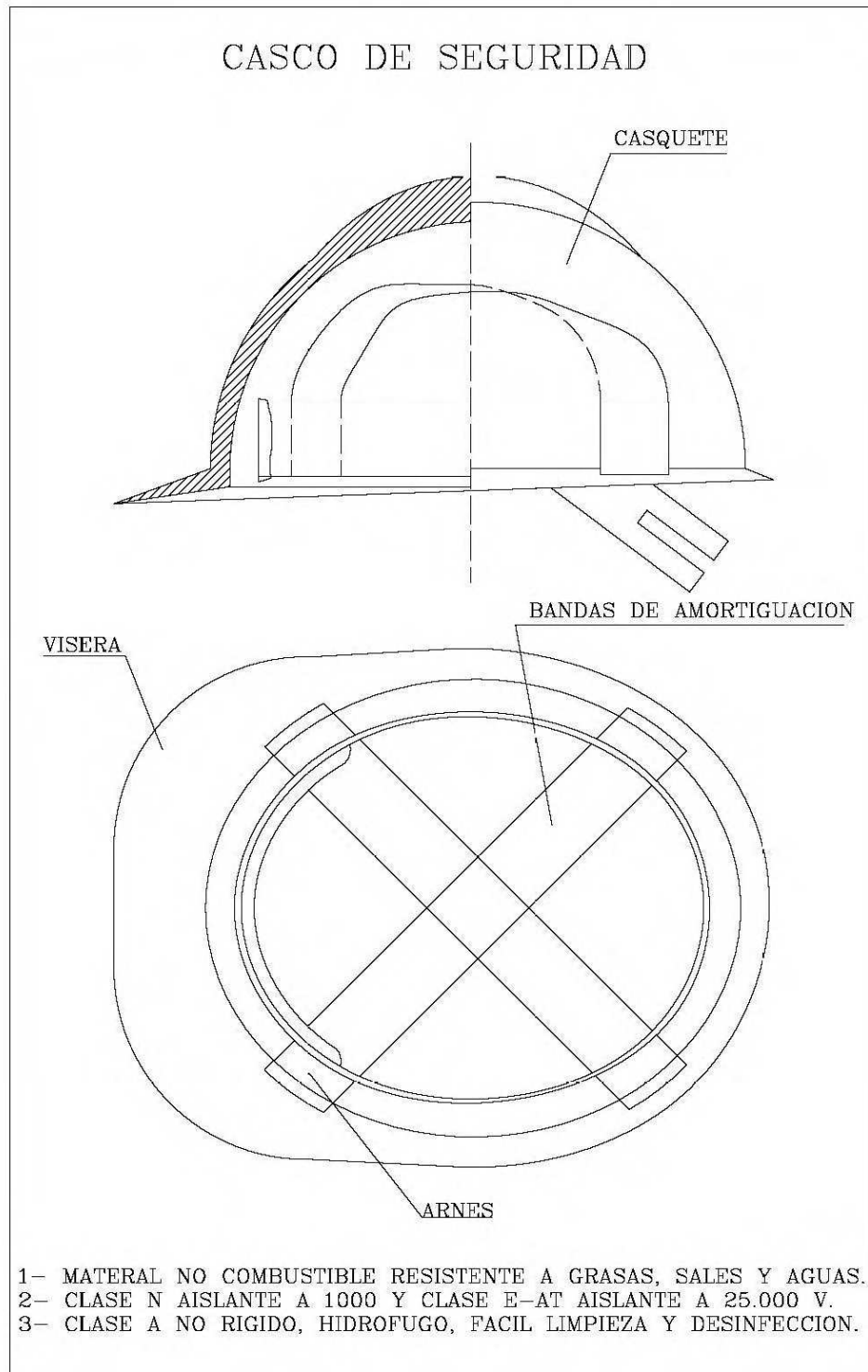
los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con fines que al libro se le reconocen.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud, durante la ejecución de la obra, estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realice la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

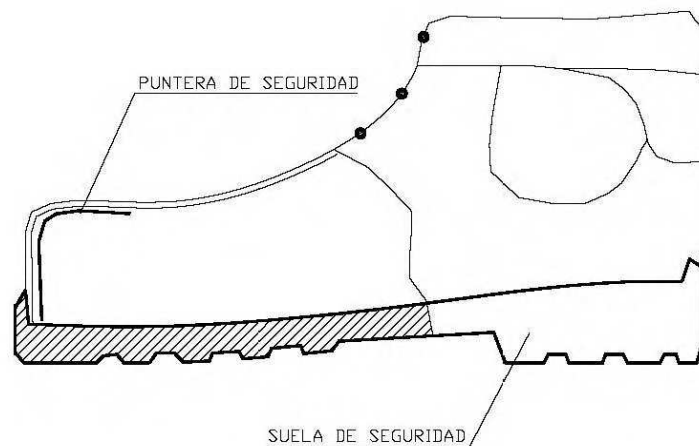
6.2. Planos

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

CALZADO DE SEGURIDAD.



CLASE I.

Provisto de puntera de seguridad para protección de los dedos de los pies contra los riesgos de caída de objetos, golpes o aplastamientos.

CLASE II.

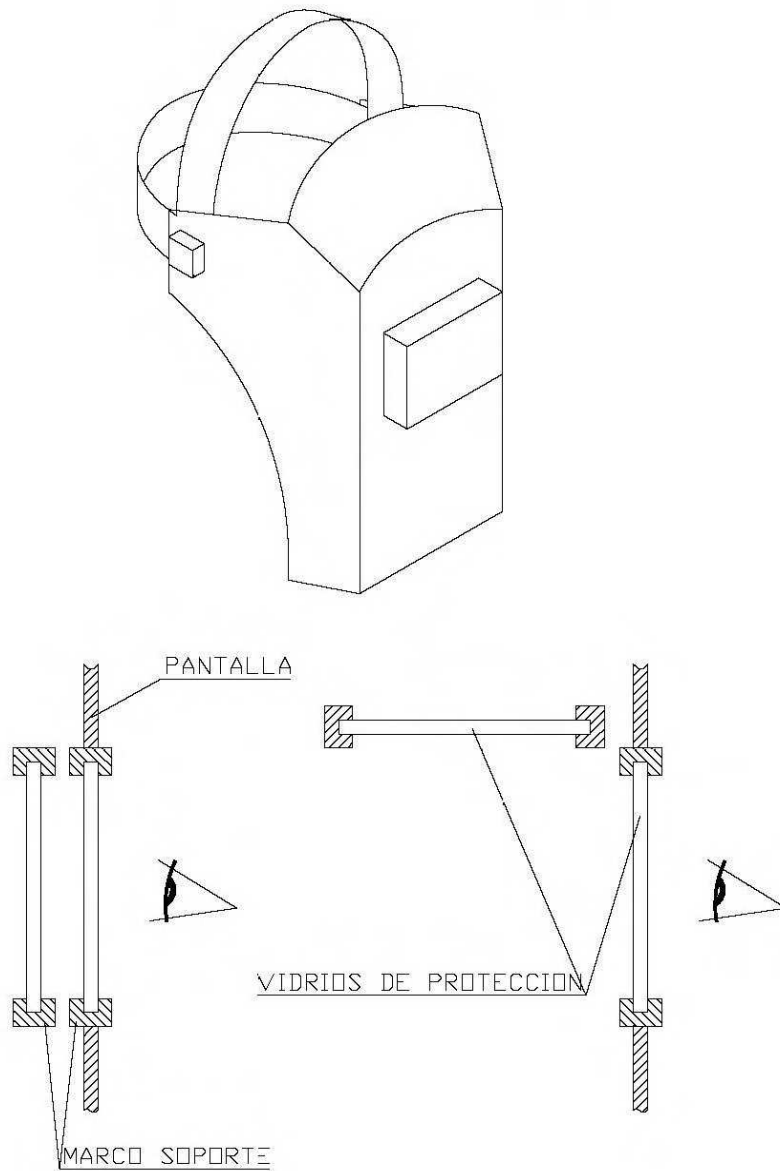
Provisto de suela de seguridad para protección de la planta de los pies contra pinchazos.

CLASE III.

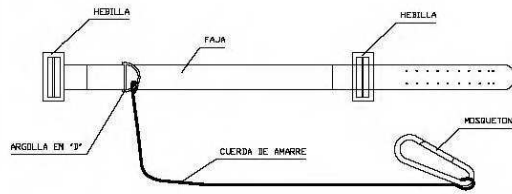
Calzado contra los riesgos indicados en clases I y II.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

PANTALLA PARA SOLDADURA.

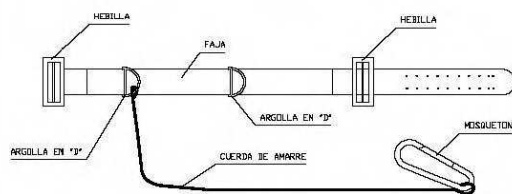


Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



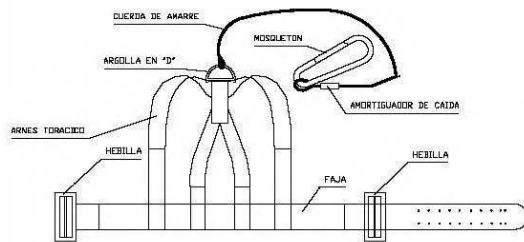
CONSTITUCION
FAJA Y PUNTO DE CONEXION

APLICACION
SUEJETA AL INDIVIDUO EVITANDO LA CAIDA.



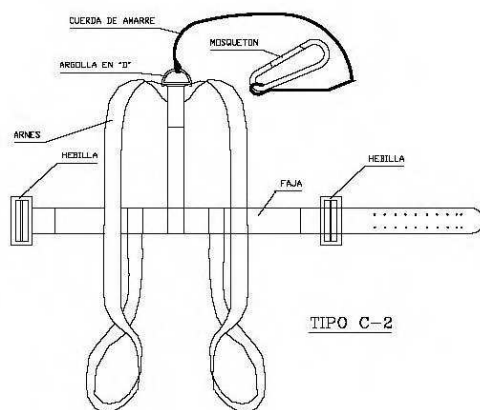
CONSTITUCION
FAJA Y DOS PUNTOS DE CONEXION

APLICACION
SUEJETA AL INDIVIDUO EVITANDO LA CAIDA.



CONSTITUCION
ARNES TORACICO Y AMORTIGUADOR.

APLICACION
EVITA LOS EFECTOS DE LA CAIDA BASTO MAYOR MOVILIDAD.

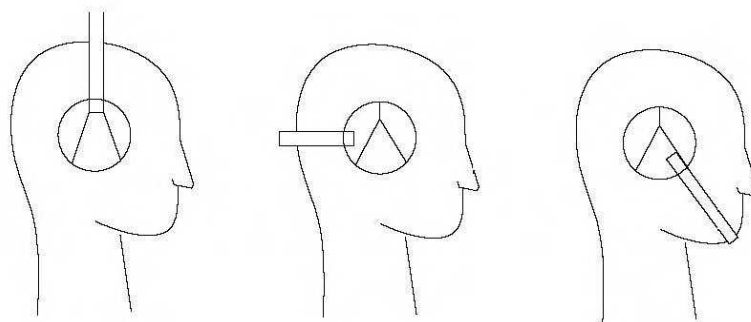
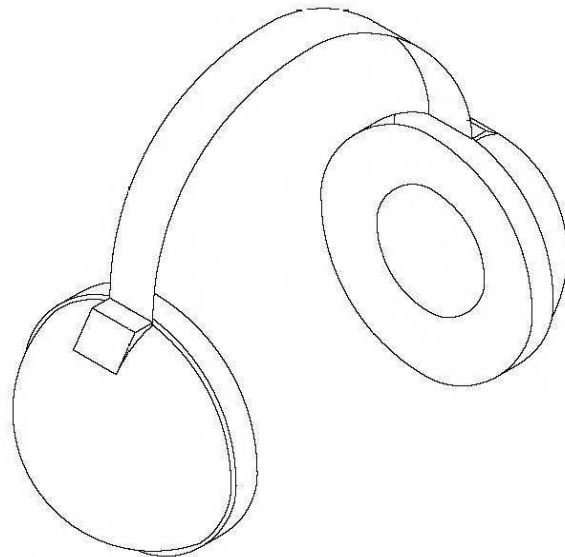


CONSTITUCION
ARNES COMPLETO Y AMORTIGUADOR.

APLICACION
EVITA LOS EFECTOS DE LA CAIDA BASTO MAYOR MOVILIDAD.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

PROTECCION PARA LOS OÍDOS.

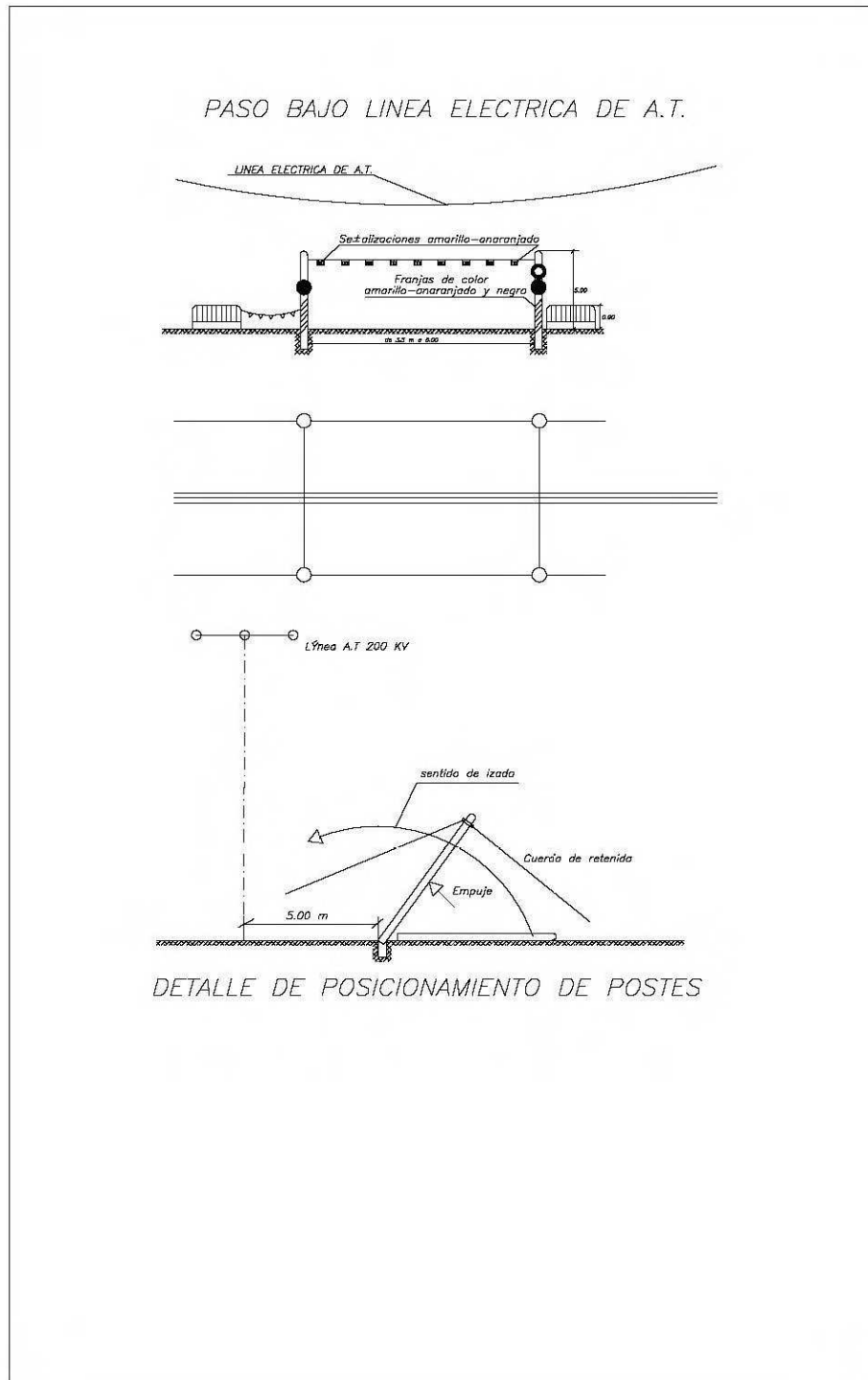


Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

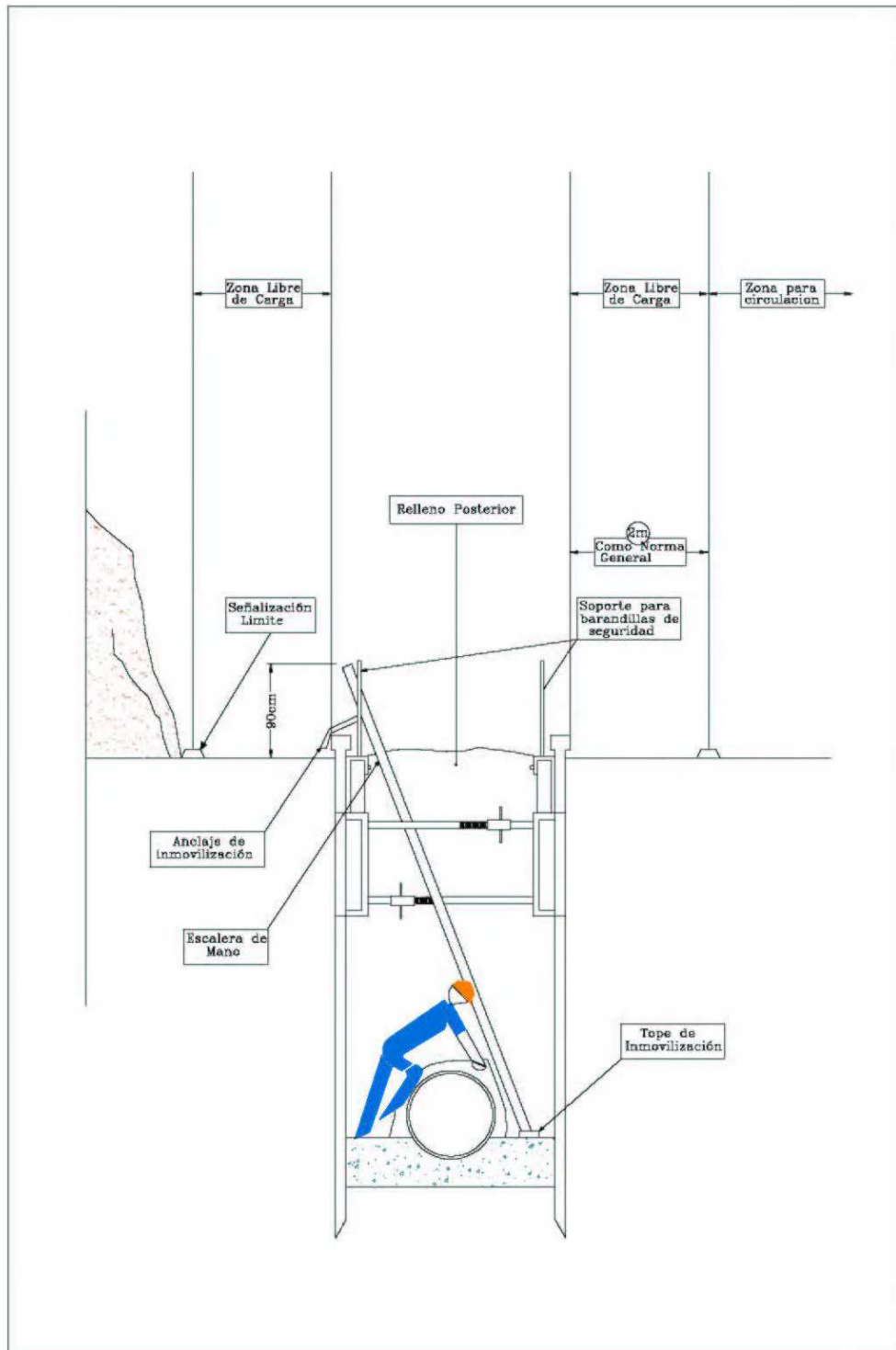
MASCARILLAS ANTI-POLVO



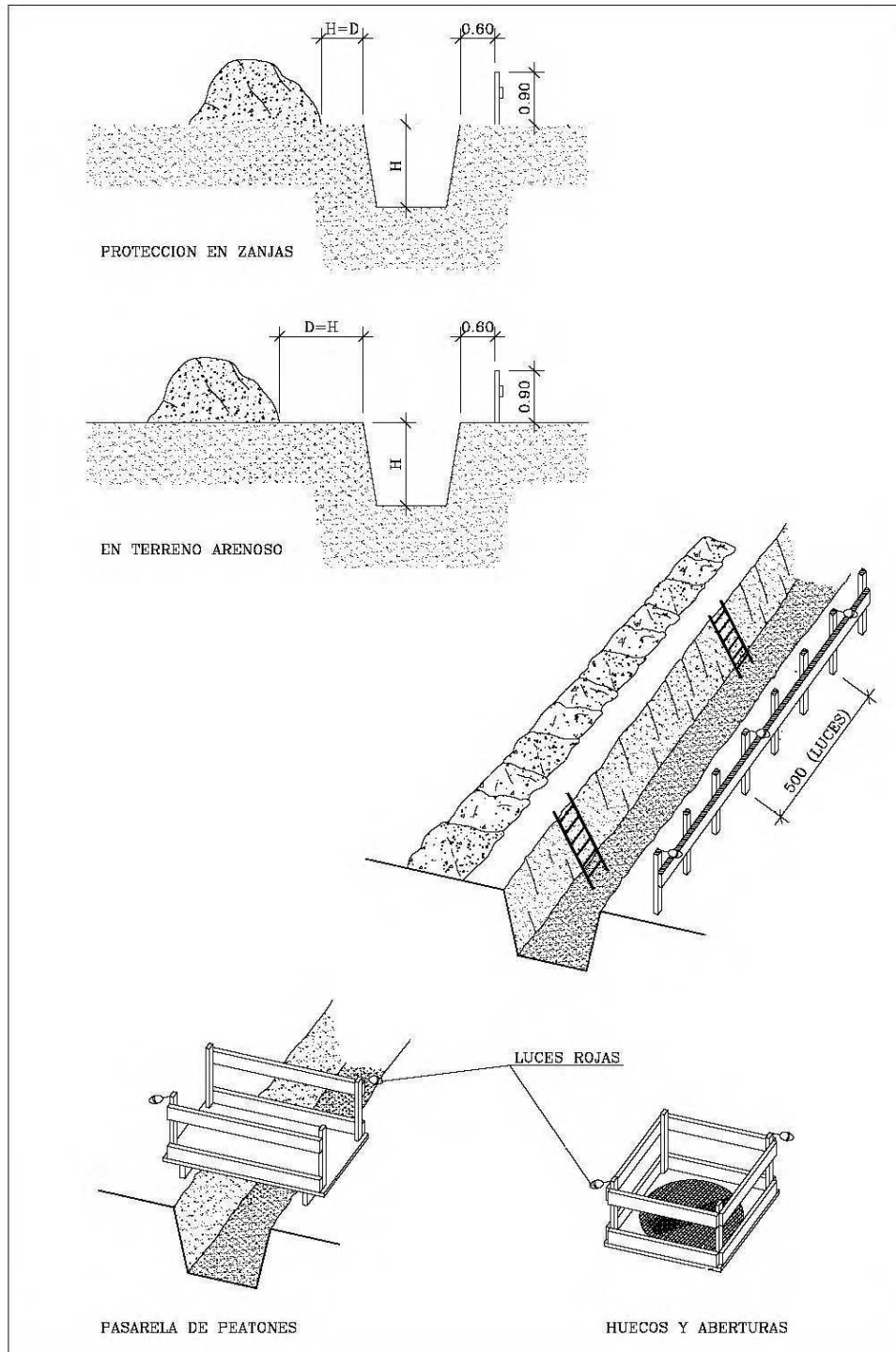
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



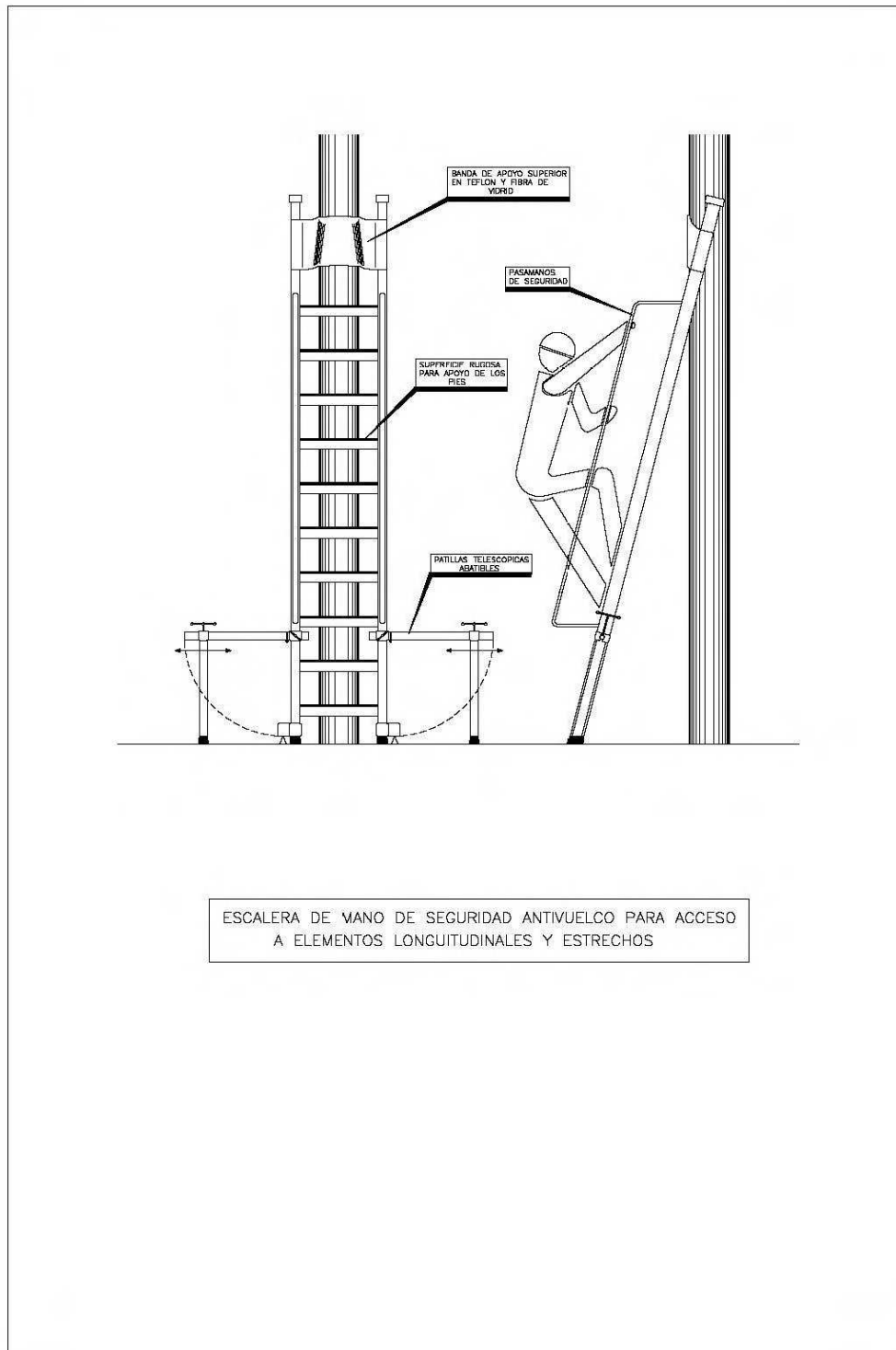
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



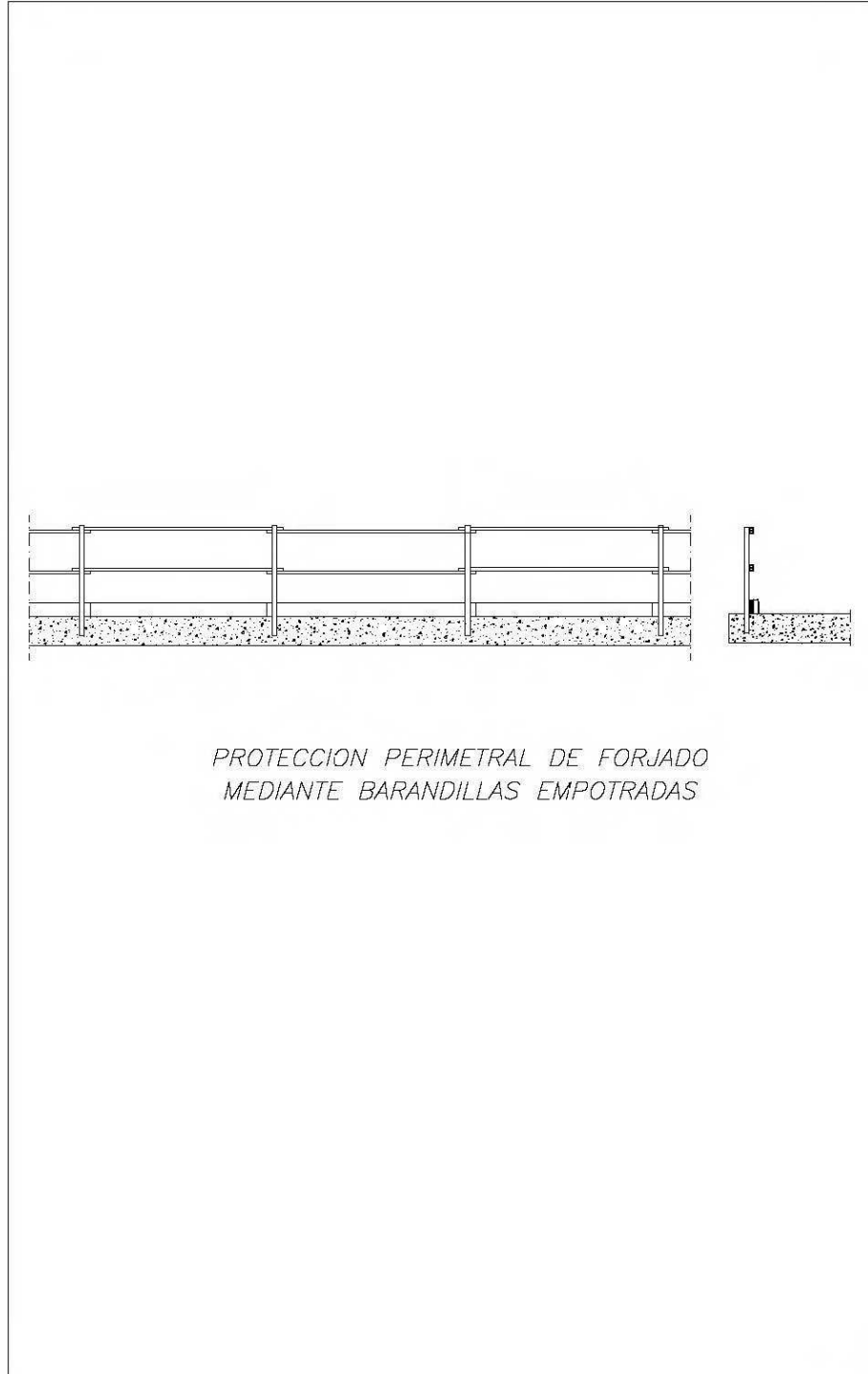
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



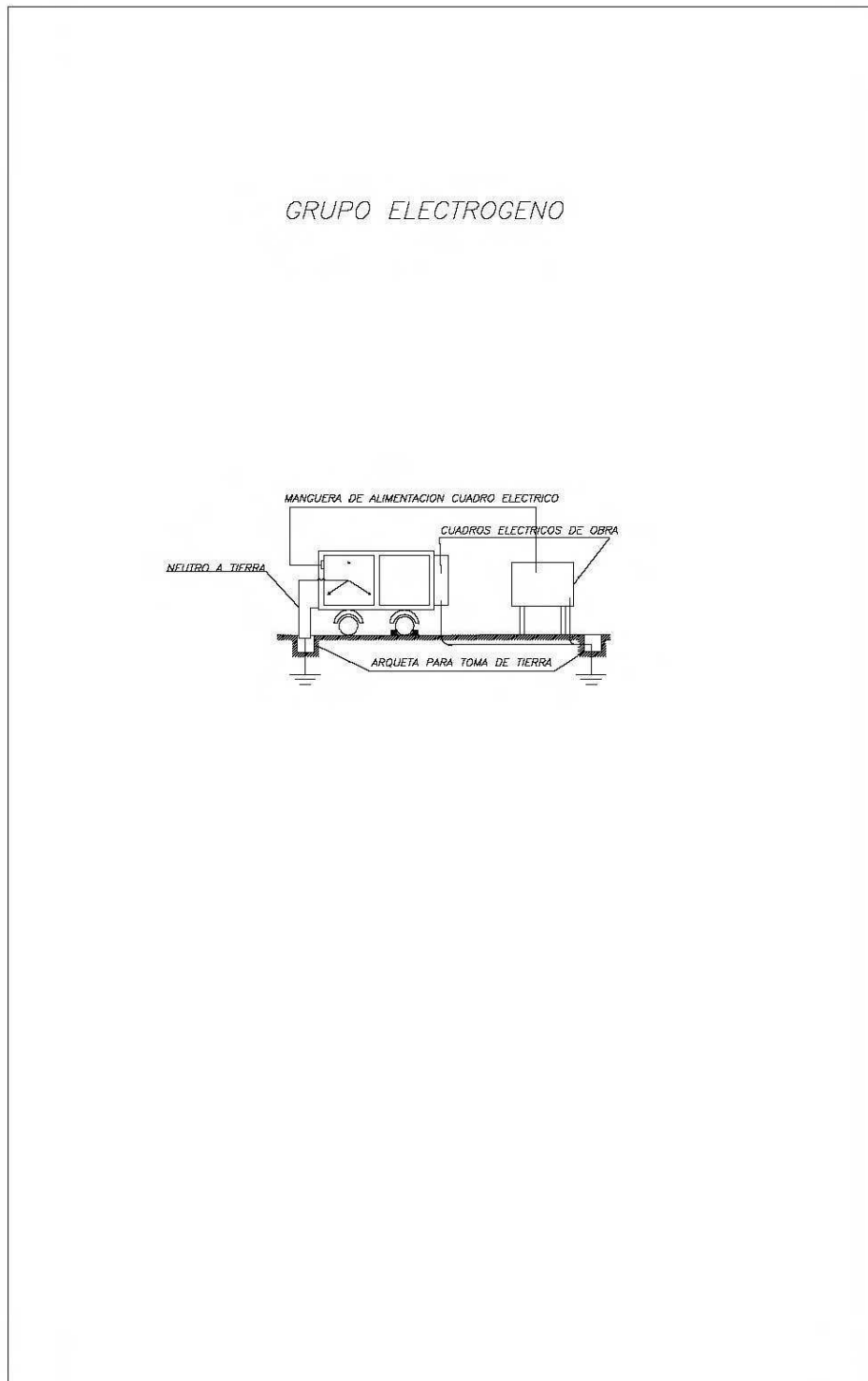
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



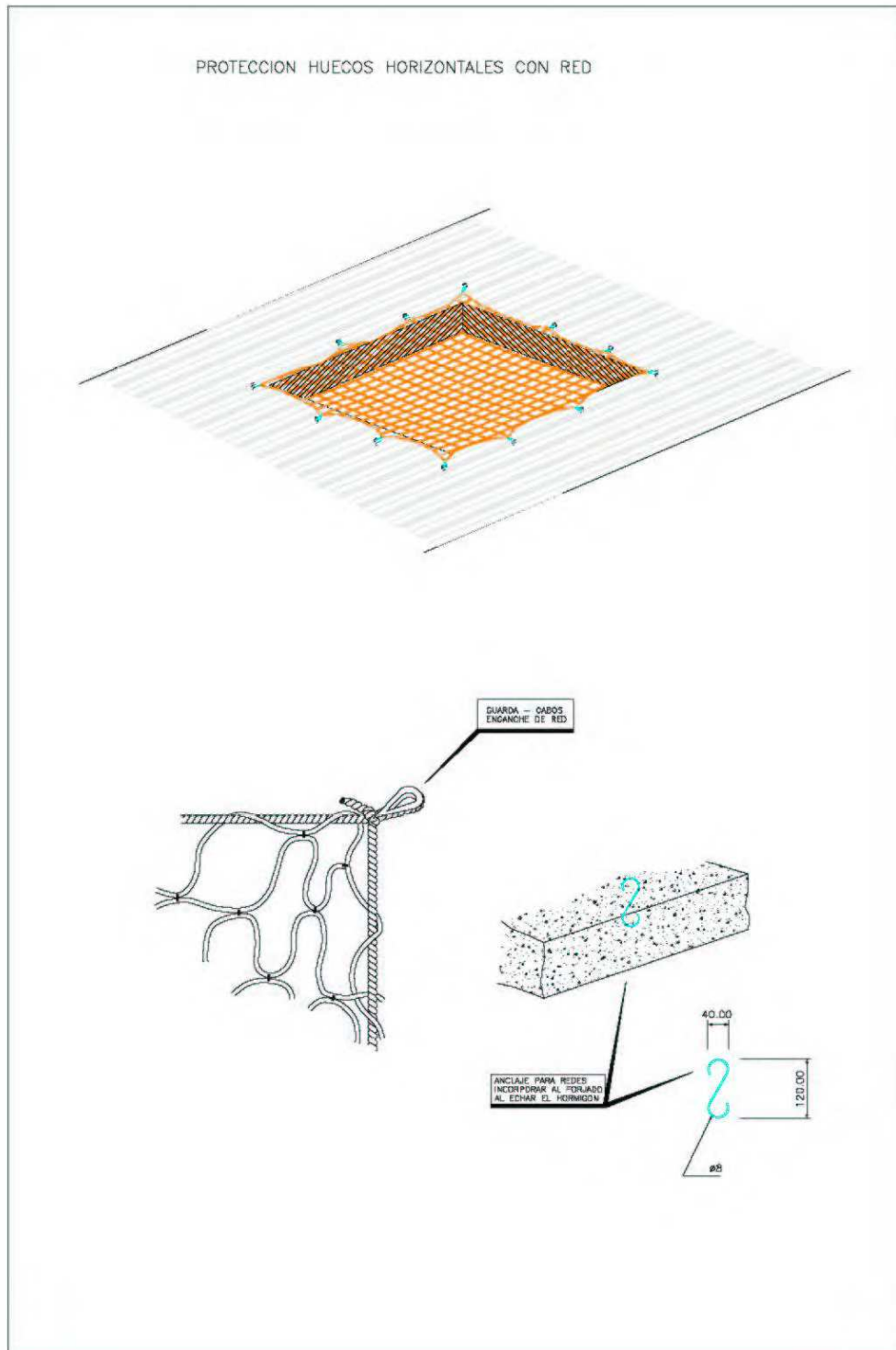
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



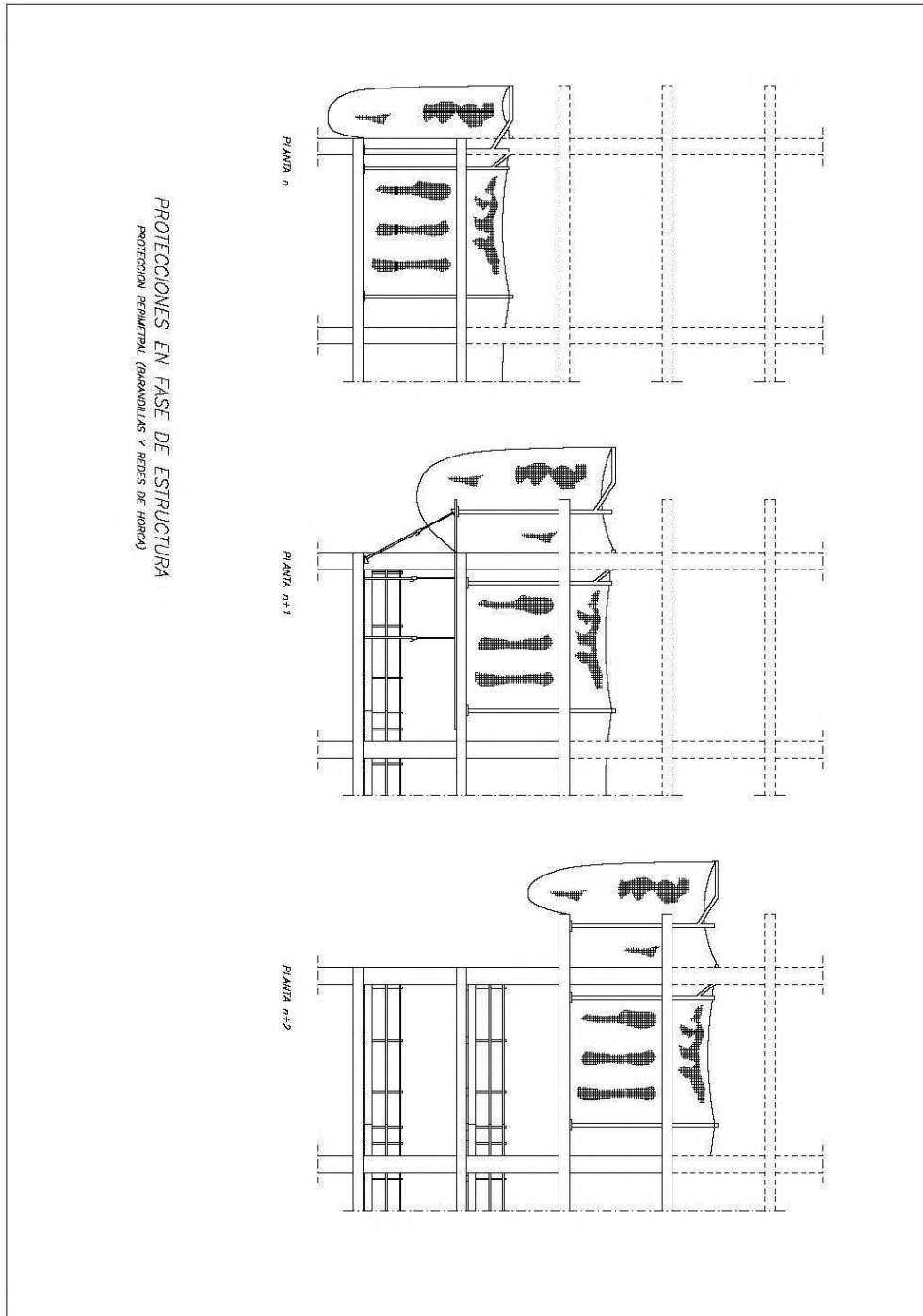
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



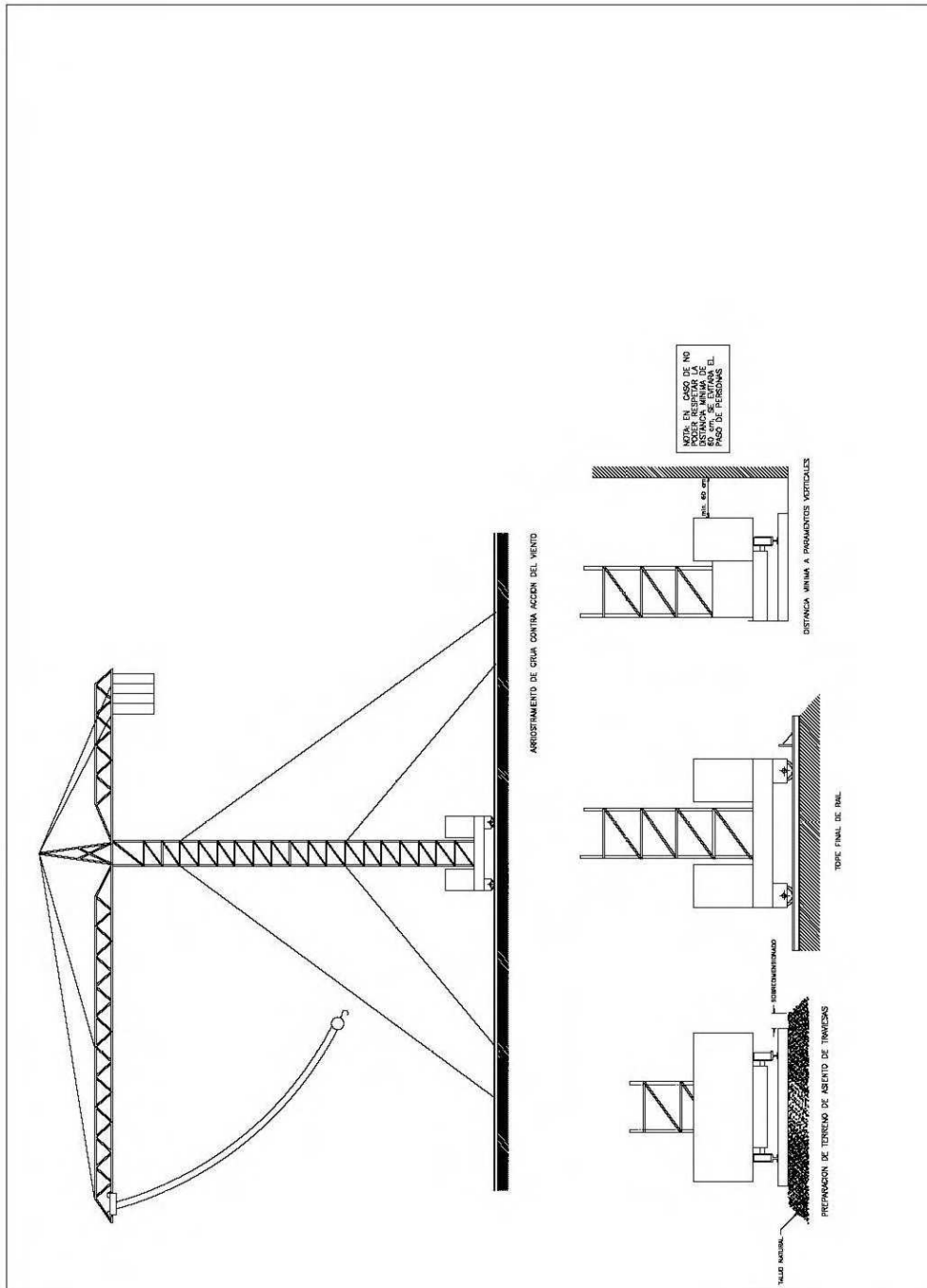
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



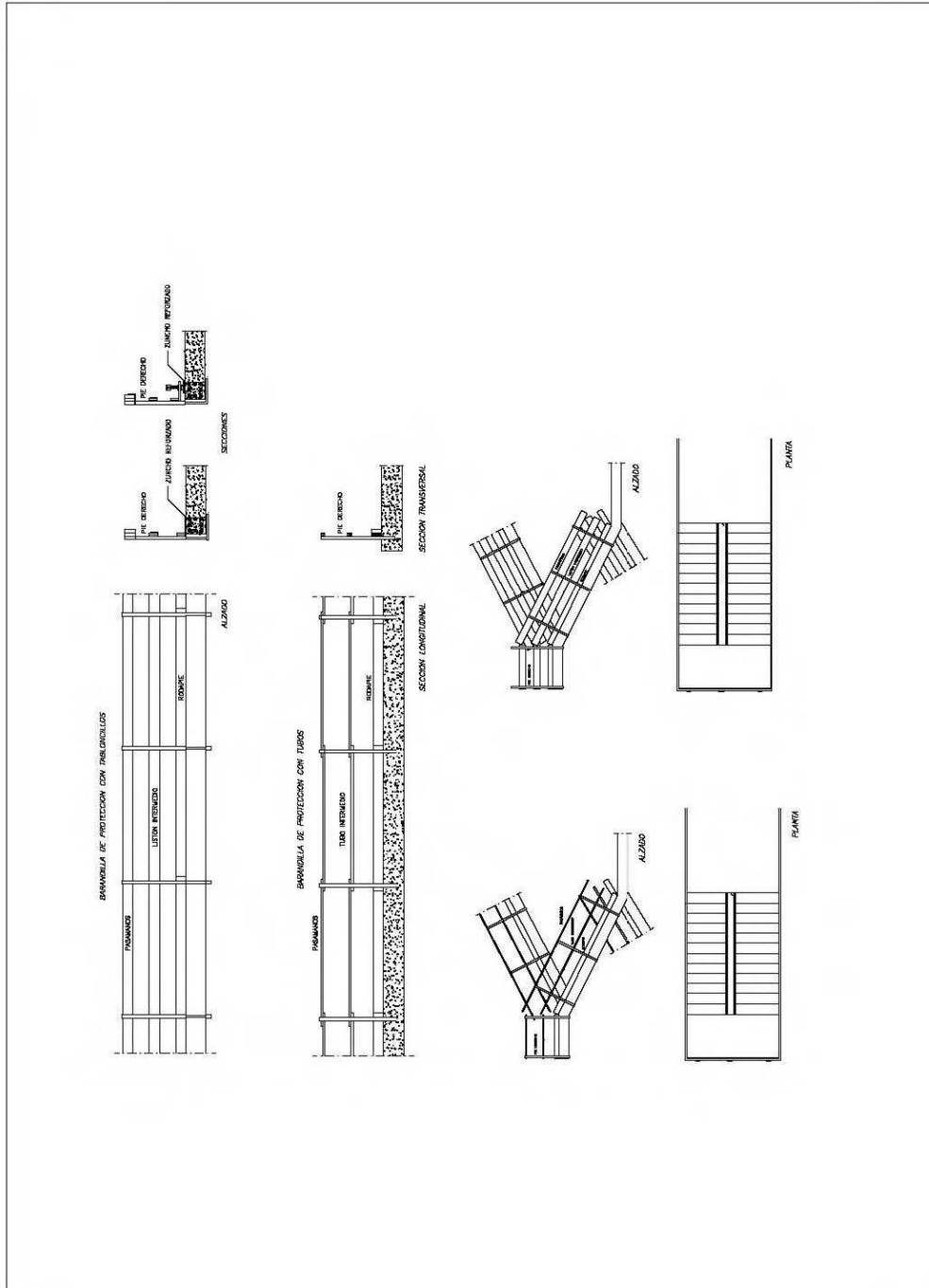
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

















Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



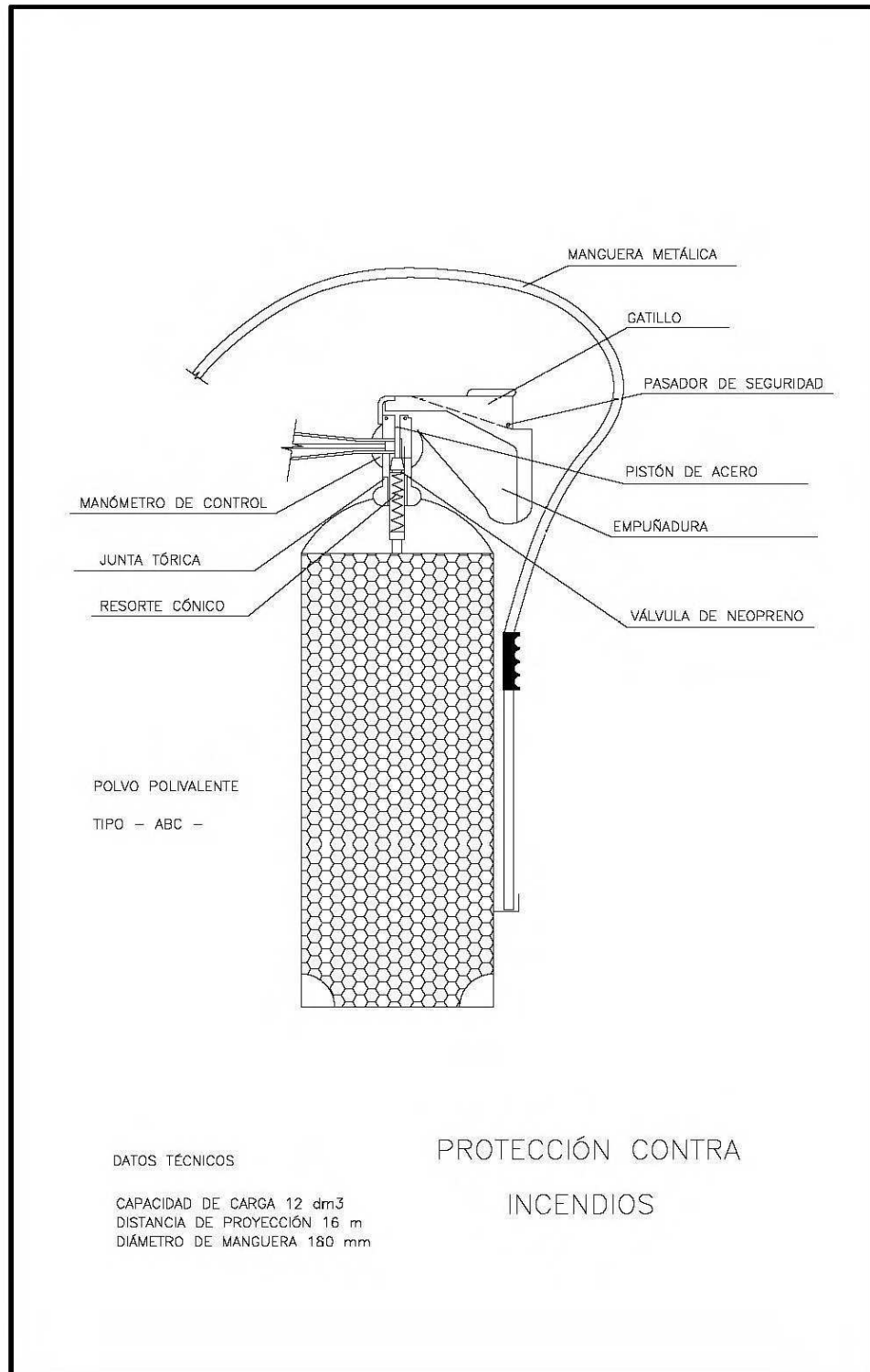
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



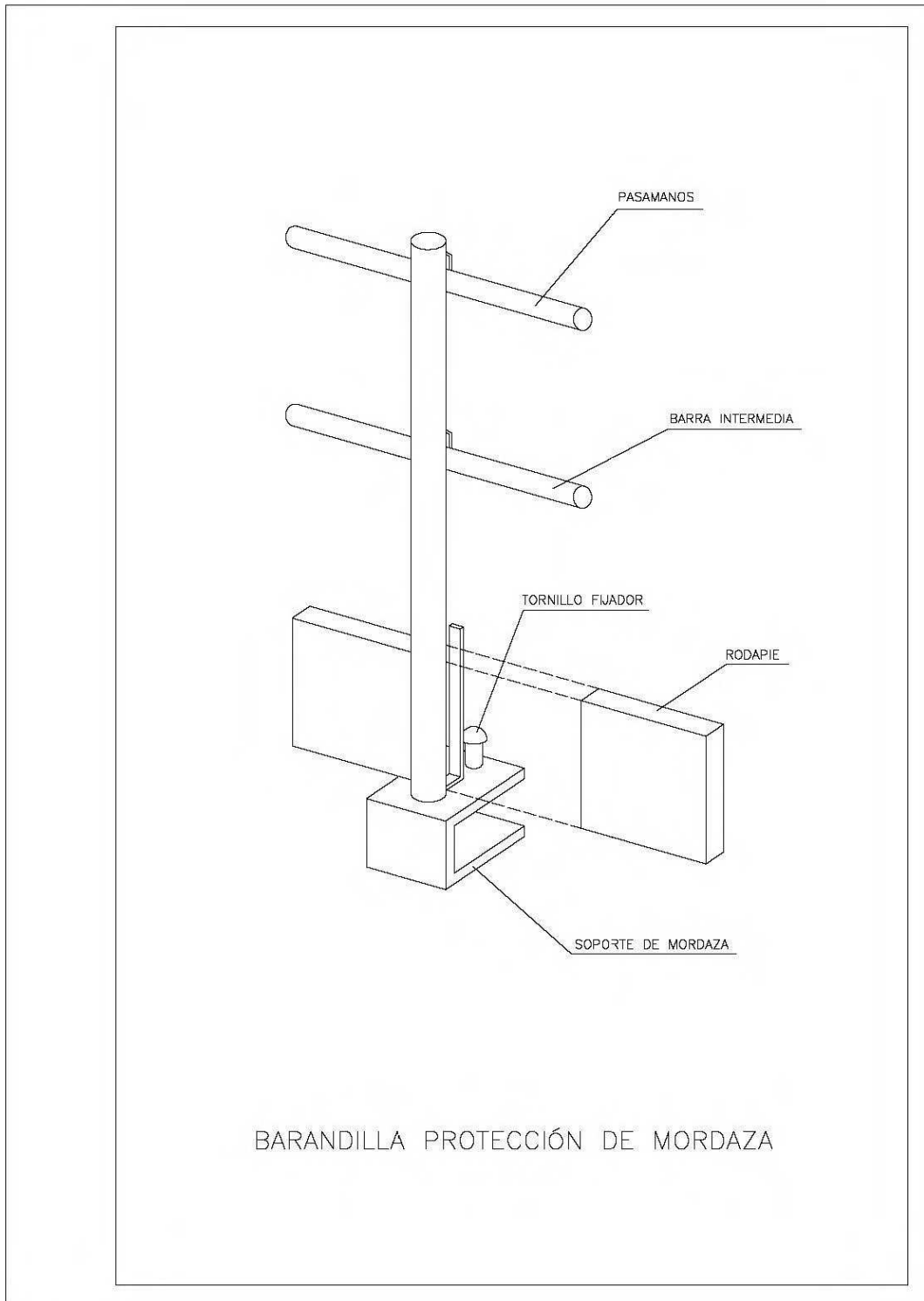
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTES.			SEÑALIZACIÓN		
Clave	Señal	Denominación	Clave	Señal	Denominación
TB-1		Panel direccional alto.	TB-8		Baliza de borde derecho.
TB-2		Panel direccional estrecho.	TB-9		Baliza de borde izquierdo.
TB-3		Panel doble direccional alto.	TB-10		Captafaro lado derecho e izquierdo.
TB-4		Panel doble direccional estrecho.	TB-11		Hito de borde reflexivo y luminiscente.
TB-5		Panel de zona excluida al tráfico.	TB-12		Marca vial naranja.
TB-6		Cono.	TB-13		Girnalda.
TB-7		Piquete.	TB-14		Bastidor.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

CABLES Y GANCHOS

INCORRECTO

CORRECTO

COLOCACIÓN DE MANGUITOS O PRISIONEROS
 $a = 6 \text{ a } 8$ veces el diámetro del cable.

Ø cable (mm.)	Número de manguitos o grapas necesarios	
	Cables ordinarios de alma textil	Cables antigiratorios y de alma metálica
5 a 12	3	4
12 a 20	4	5
20 a 25	5	6
25 a 35	6	7
35 a 50	7	8

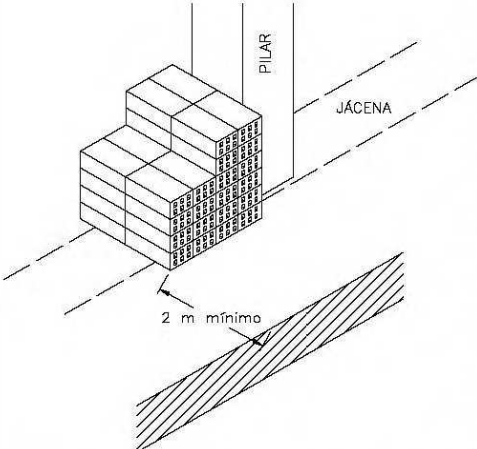
CIERRES DE SEGURIDAD PARA GANCHOS. SE RECOMIENDAN ESTOS O SIMILARES, QUE CIERRAN EL GANCHO POR SIMPLE CONTRAPESO, SIN MUELLES NI DISPOSITIVOS COMPLICADOS

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TELEFONOS DE EMERGENCIA		DIRECCIÓN DE LA OBRA
		 <input type="text"/>
	BOMBEROS	<input type="text"/>
	POLICIA NACIONAL	<input type="text"/>
	GUARDIA CIVIL	<input type="text"/>
	SERVICIO MEDICO Dr. _____	<input type="text"/>
	MEDICO PARA LA OBRA Dr. _____	<input type="text"/>
	AMBULANCIAS	<input type="text"/>
		<input type="text"/>
  HOSPITAL	HOSPITALES	<input type="text"/>
		<input type="text"/>
		<input type="text"/>
		<input type="text"/>

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

ORDEN Y LIMPIEZA



PILAR

JÁCENA

2 m mínimo

ACOPIOS: Apilado correcto (mayor dimensión en la base, buscando una cierta trabazón si se trata de ladrillos, bloques, etc.) Alejados de huecos. No sobrepasar las cargas admisibles de los forjados. Buscar preferentemente zonas junto a pilares, sobre las vigas.

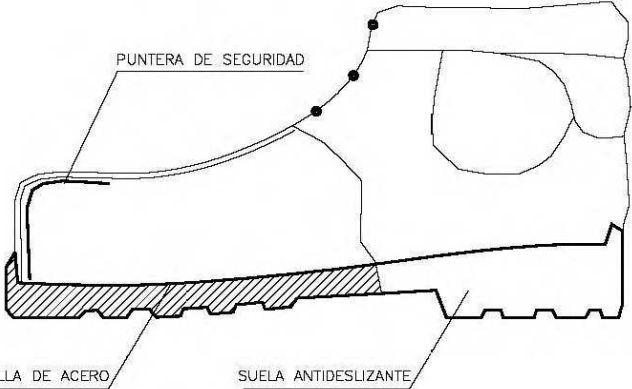
ZONAS DE PASO Y ÁREAS DE TRABAJO: Libres de obstáculos (materiales, herramientas, elementos salientes del encofrado, etc.) Poner especial cuidado en escaleras. Situar en lugar visible y a mano bidones o recipientes para echar en ellos los desperdicios tanto de la comida como el pequeño material de desecho.

MUCHOS ACCIDENTES GRAVES Y MORTALES TIENEN COMO CAUSA INICIAL EL DESORDEN Y LA FALTA DE LIMPIEZA.

MADERAS CON CLAVOS: Conforme se lleva a cabo el desencofrado hay que ir saneando las maderas de clavos, antes de trasladarla a otra planta o de evacuarla de la obra. Si se trata de pequeñas maderas no recuperables se evacuarán con el escombros, previamente haber remachado o doblado todos los clavos o puntas que presente. No obstante se utilizará calzado de seguridad, que reunirá las siguientes características: suela antideslizante, plantilla incorporada antipinchazos de acero flexible y, para trabajos donde sea previsible golpes en los pies, puntera reforzada de acero rígida.

EVACUACIÓN DE ESCOMBROS: Nunca se verterán por caída libre. Se bajarán por medio de carretillas o recipientes en montacargas o grúa. O bien se dispondrá una canalización cerrada, teniendo en cuenta que en la boca de descarga ha de existir un recinto o área cercado al paso de personas y que no se realizarán nunca vertidos directamente sobre la caja de un camión.

CALZADO DE SEGURIDAD.

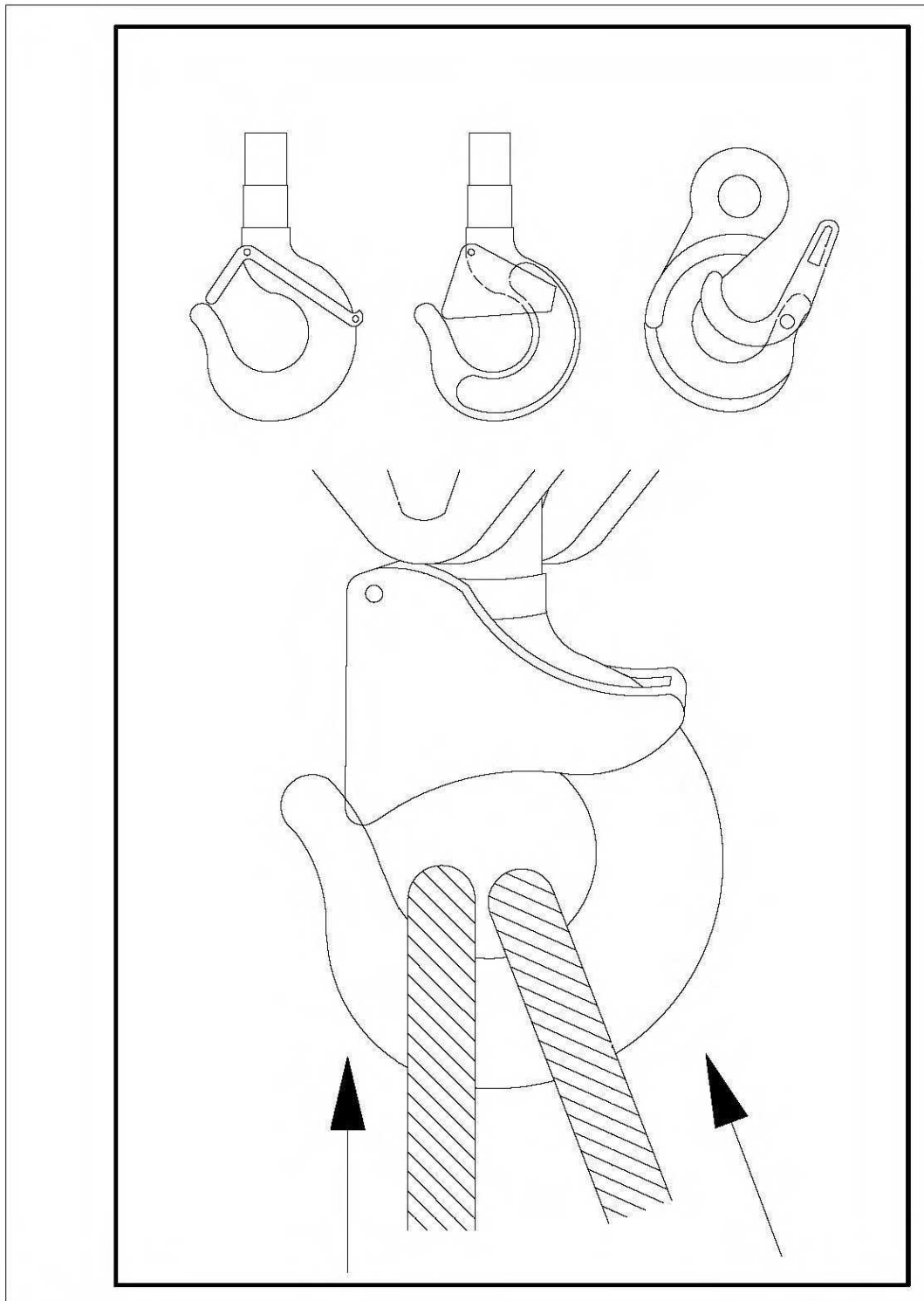


PUNTERA DE SEGURIDAD

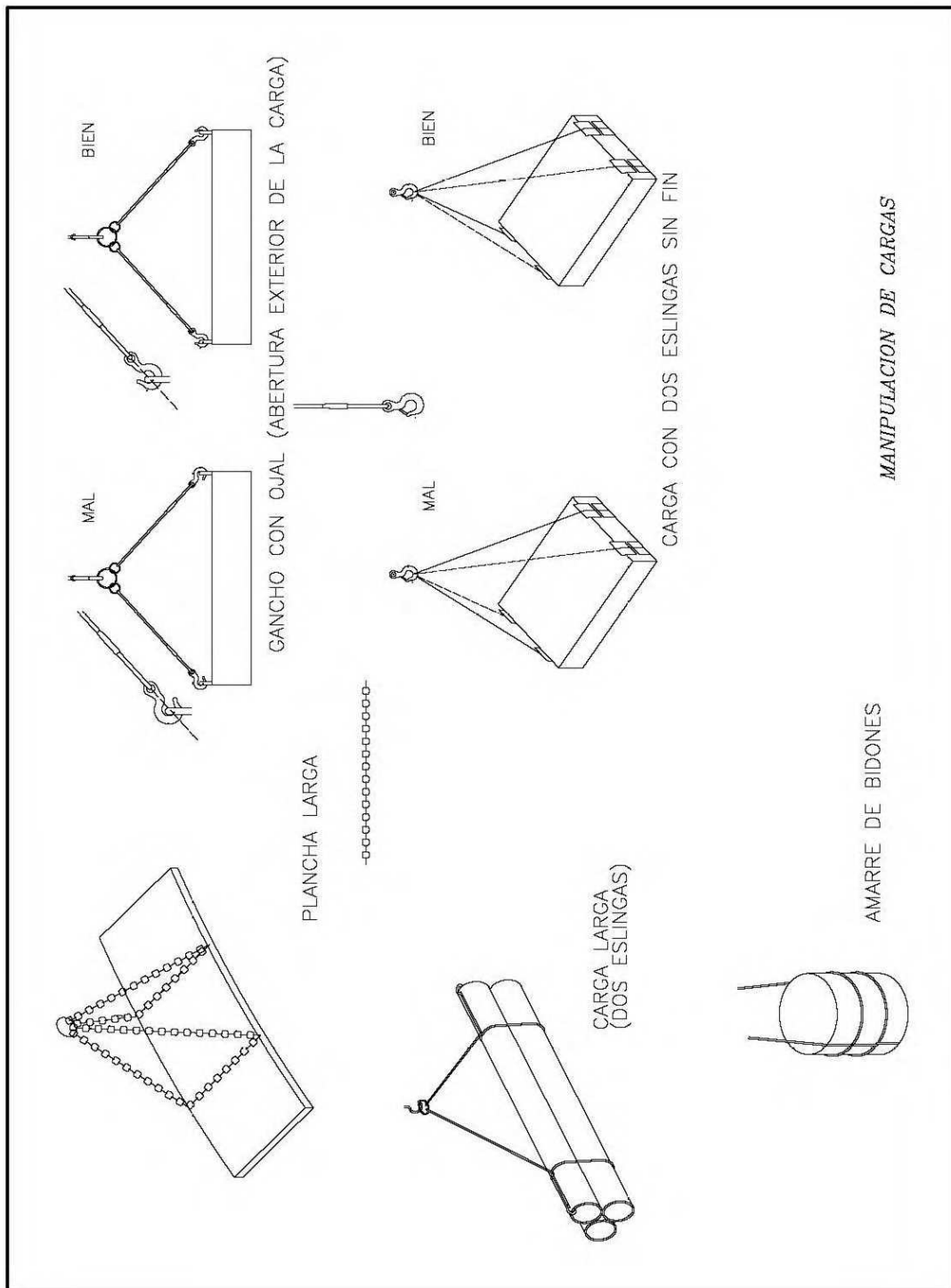
PLANTILLA DE ACERO

SUELA ANTIDESLIZANTE

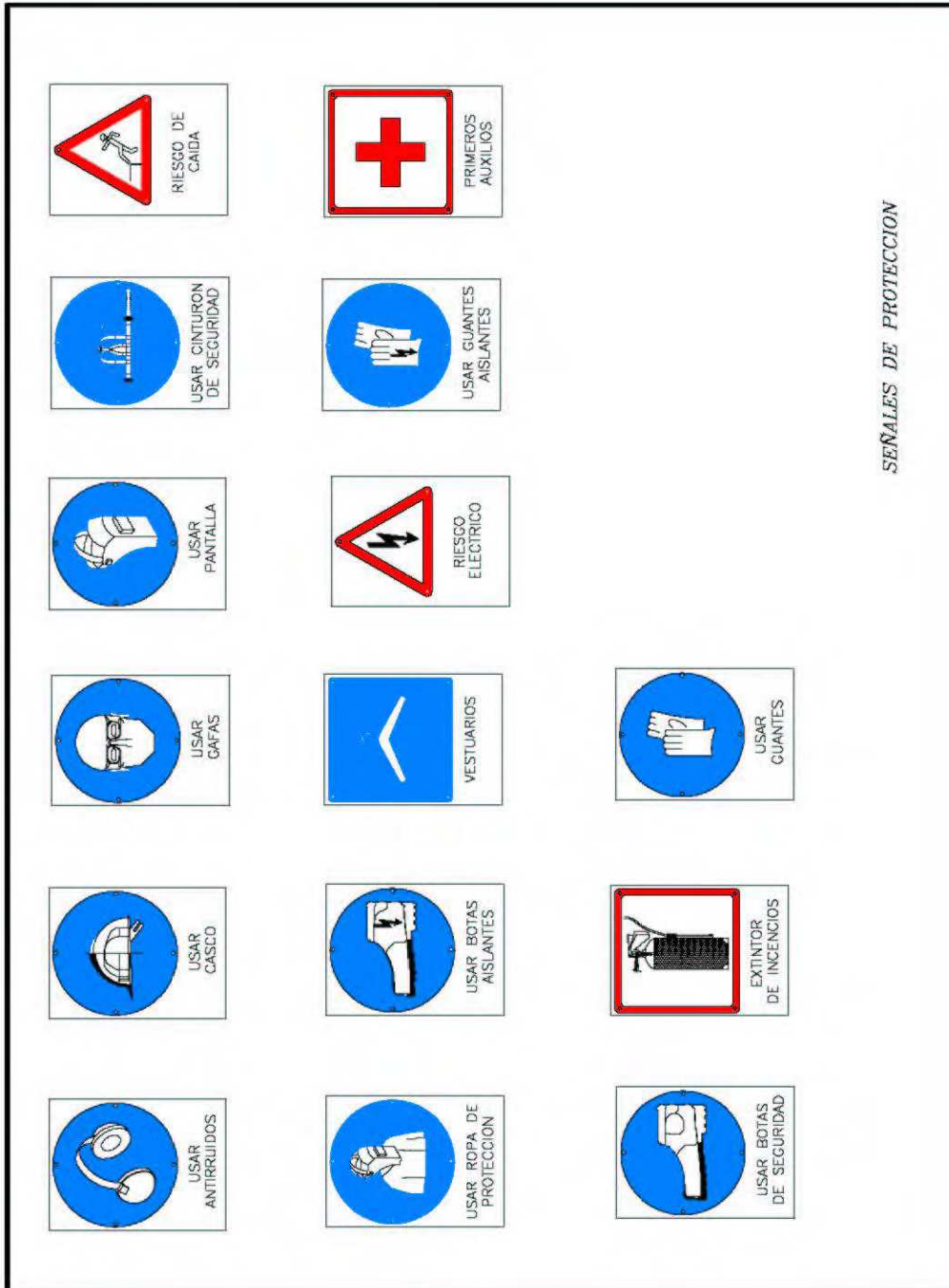
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



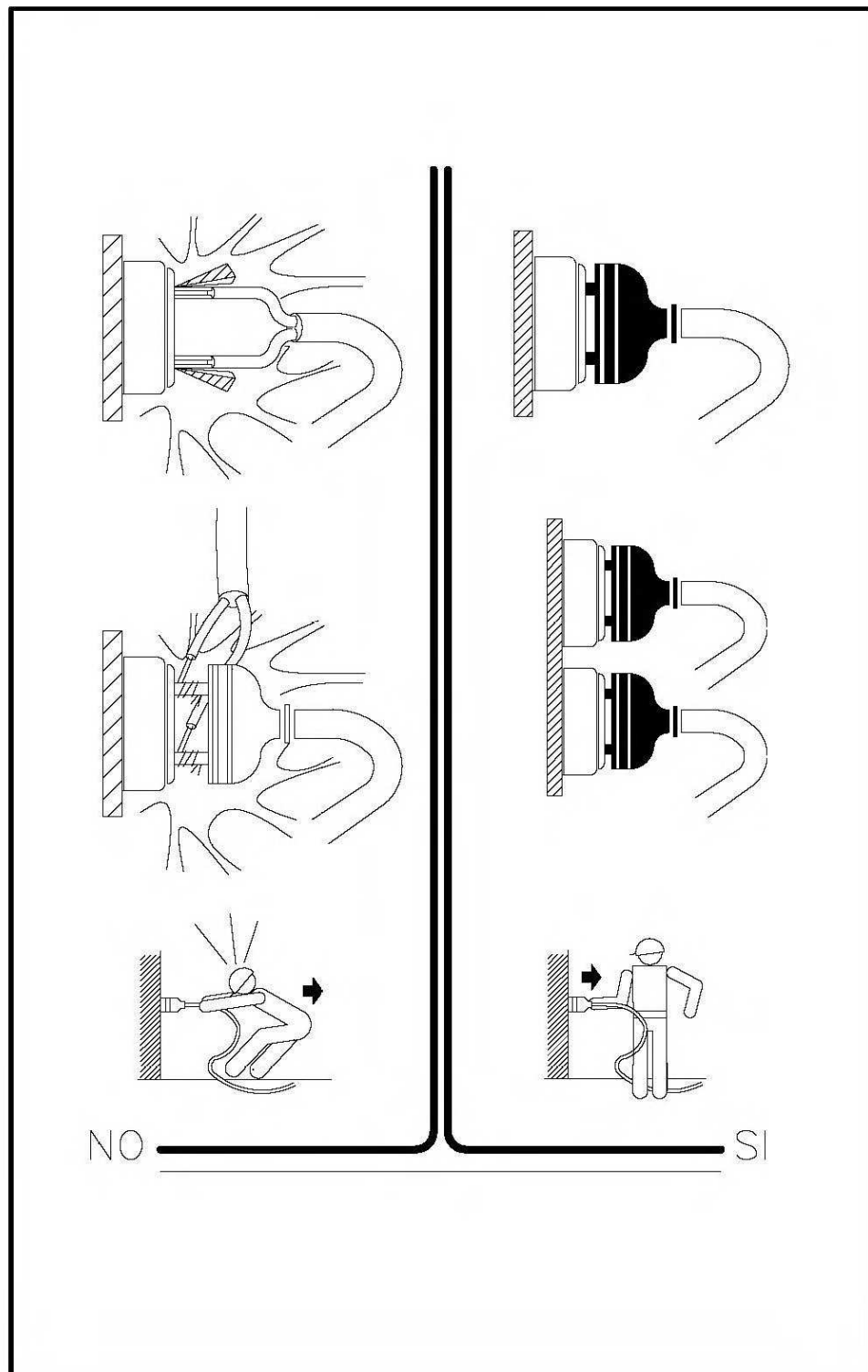
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



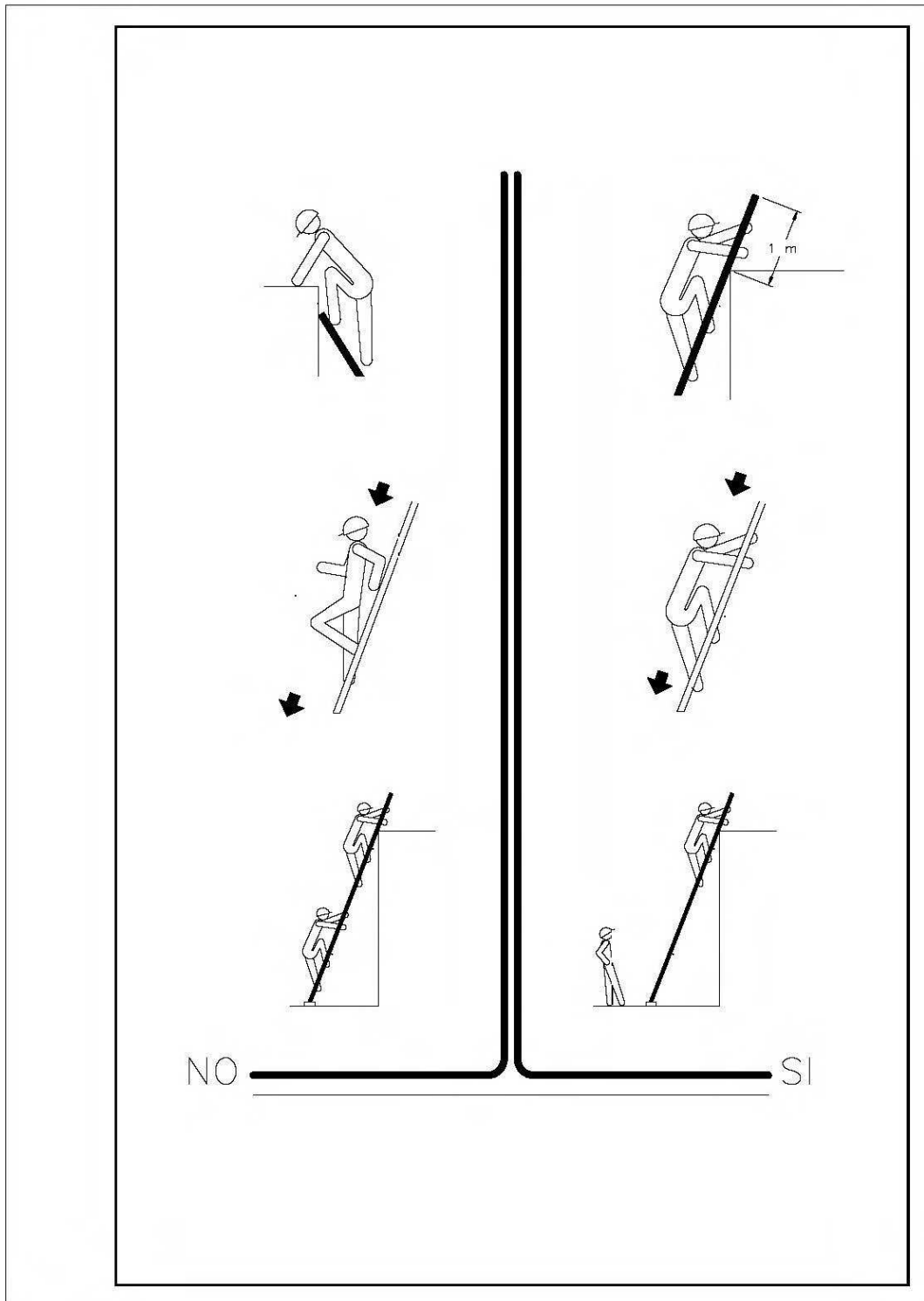
Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

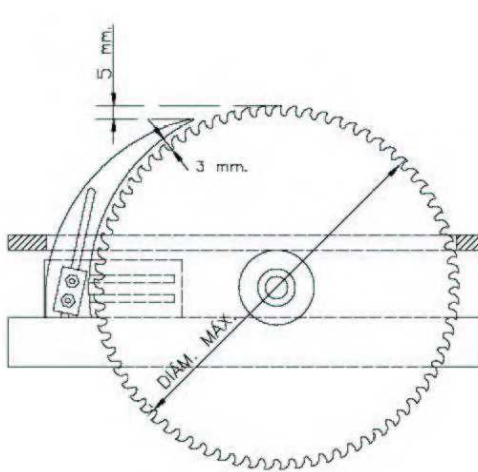


Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

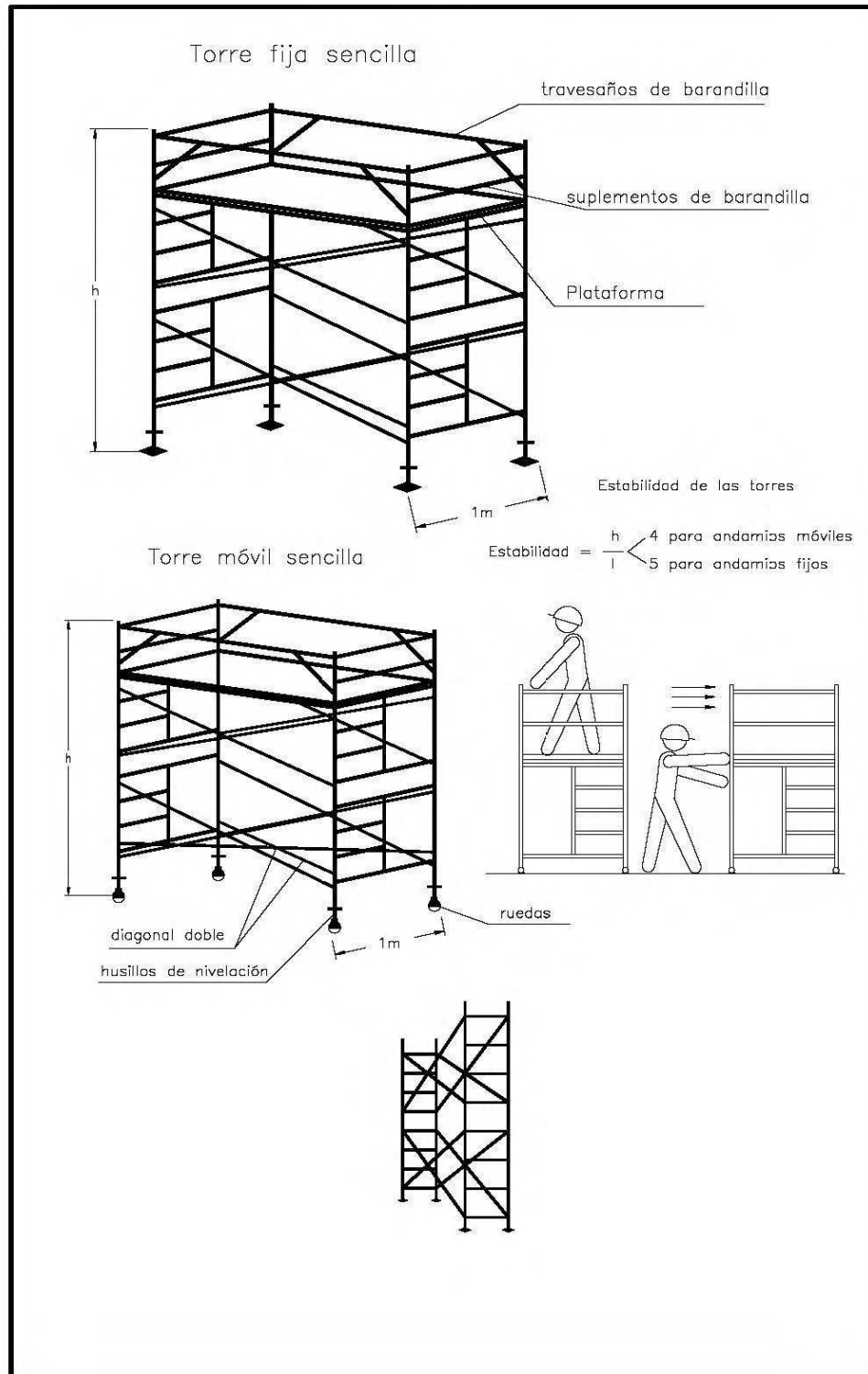
SIERRA CIRCULAR



La sierra circular de mesa, máquina muy utilizada en construcción, sobre todo durante la ejecución de estructuras de hormigón armado, presenta los siguientes riesgos, para los que apuntamos determinadas medidas correctoras:

RIESGO	CAUSA	MEDIDAS A ADOPTAR
Cortes	Manejo indebido. Retrocesos, atascos, etc.	Operario experto y adiestrado. Cuchillo divisor, madera sin nudos ni clavos, disco con todas sus dientes y correcto triscada, utilización de carro móvil.
Proyección de partículas	Producción de serrín en el punto de corte.	Gafas y caretas de seguridad, carcacas o cubiertas del disco.
Electrocución.	Alimentación eléctrica de la máquina y masa metálica de la misma.	Conexión de masas metálicas a tierra, instalación de un interruptor diferencial.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas



[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3. Pliego de prescripciones técnicas particulares

6.3.1. Disposiciones legales de aplicación

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre. Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, del 17 de Enero. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Estatuto de los Trabajadores.
- REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas en Seguridad y Salud.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OM 9-3-71) (BOE 16-3-71).
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (OM 9-3-71) (BOE 11.3.71).
- Comités de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Decreto 432/71, 11-3-71) (BOE 16-3-71).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (OM-20-5-52) (BOE 15-6-52).
- Reglamento de los Servicios Médicos de Empresa (OM 21-11-59) (BOE 27-11-59).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica (OM 28-8-70) (BOE 5/7/8/9-9-70).
- Homologación de medios de protección personal de los trabajadores (OM 17-5-74) (BOE 29-5-74).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (OM 20-9-73) (BOE 9-10-73).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Reglamento de aparatos elevadores para obras (OM 23-5-77) (BOE 14-6-77).
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la Seguridad e Higiene y Medicina del Trabajo que puedan afectar a los trabajos que se realicen en la obra.
- Reglamento de Seguridad en las máquinas (26-5-86) (BOE 21-7-86).
- LEY 54/2003, de 12 de Diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

6.3.2. Condiciones de los medios de protección

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

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

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.3.2.1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (OM 17-5-74) (BOE 29-5-74), siempre que exista en el mercado.

En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

6.3.2.2. Normas o medidas preventivas colectivas

6.3.2.2.1. Fases de la obra

6.3.2.2.1.1. Vaciados

La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas se protegerán mediante una barandilla de 90 cm de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situadas a dos metros como mínimo del borde de coronación del talud (como norma general).

Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.

Como norma general, habrá que entibar los taludes que cumplan cualquiera de las siguientes condiciones expuestas en la tabla 3.6.1:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 3.6.1. Condiciones para cuando entibar taludes.

PENDIENTE	TIPO DE TERRENO
1	Terrenos movedizos, desmontables
0'5	Terrenos blandos pero resistentes
1/3	Terrenos muy compactos

La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 metros para vehículos ligeros, y de 4 metros para vehículos pesados.

Se desmochará el borde superior del corte vertical en bisel, con pendiente 1/1, 1/2 ó 1/3, según el tipo de terreno, estableciéndose la distancia mínima de seguridad de aproximación al borde, a partir del corte superior del bisel. (En este caso como norma general será de 2 m. más la longitud de la proyección en planta del corte inclinado).

6.3.2.2.1.2.Zanjas

El acceso y salida de una zanja se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja y estará apoyada en una superficie sólida de reparto de cargas. La escalera sobrepasará un metro del borde de la zanja.

Quedan prohibidos los acopios (tierras, materiales, etc.) a una distancia inferior a los 2,00 m como norma general, del borde de la zanja.

Cuando la profundidad de una zanja sea igual o superior a los 2 m. se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 m.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cuando la profundidad sea inferior a los 2 m se instalará una señalización de peligro, con vallas y/o cordón de balizamiento, o bien con una línea de cal o yeso situada a dos metros del borde de la zanja y paralela a la misma.

6.3.2.2.1.3. Encofrados

El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales para impedir la caída al vacío de las personas.

Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.

Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.

Se instalarán las señales correspondientes de peligro.

El desencofrado se realizará siempre con ayuda de uñas metálicas realizándose siempre desde el lado del que no puede desprenderse la madera, es decir, desde el ya desencofrado.

No se debe encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caídas desde altura mediante la rectificación de la situación de las redes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No se debe pisar directamente sobre las sopandas. Se tenderán tableros que actúen de "caminos seguros" y se circulará sujetos a cables de circulación con el cinturón de seguridad.

El empresario garantizará a la Dirección Facultativa que el trabajador es apto o no para el trabajo de encofrador, o para el trabajo en altura.

Antes del vertido del hormigón, el Comité de Seguridad y en su caso, el Vigilante de Seguridad, comprobará en compañía del técnico cualificado, la buena estabilidad del conjunto.

6.3.2.2.1.4. Ferrallado

El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendida la carga de dos puntos, para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco.

Se prohíbe trepar por las armaduras.

6.3.2.2.1.5. Trabajos de hormigonado

Vertidos directos mediante canaleta:

Se deben instalar fuertes topes al final del recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No se deben acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. (como norma general) del borde de la excavación.

Se evitará situar a los operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.

Se instalarán barandillas sólidas en el frente de la excavación protegiendo el tajo de guía de la canaleta.

Se instalará un cable de seguridad amarrado a "puntos sólidos", en el que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad en los tajos con riesgo de caída desde altura.

La maniobra de vertido será dirigida por un Capataz que vigilará no se realicen maniobras inseguras.

Vertido mediante cubo o cangilón:

No se debe permitir cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se señalará mediante una traza horizontal, ejecutada con pintura en color amarillo, el nivel máximo de llenado del cubo para no sobrepasar la carga admisible.

Se señalará mediante trazas en el suelo, (o "cuerda de banderolas") las zonas batidas por el cubo.

La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La maniobra de aproximación, se dirigirá mediante señales preestablecidas fácilmente inteligibles por el gruista o mediante teléfono autónomo.

Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.

Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.

Vertido de hormigón mediante bombeo:

El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.

Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie (un forjado o losas por ejemplo), se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.

El hormigonado de pilares y elementos verticales, se ejecutará gobernando la manguera desde castilletes de hormigonado.

El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por "tapones" y "sobre presiones" internas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) para evitar posibles tapones.

Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado.

Normas o medidas preventivas tipo de aplicación durante el hormigonado de cimientos (zapatas, zarpas y riostras):

Se debe tener presente, que la prevención que a continuación se describe, debe ir en coordinación con la prevista durante el movimiento de tierras efectuado en el momento de su puesta en obra.

Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones.

Antes del inicio del hormigonado el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

Se mantendrá una limpieza esmerada durante esta fase. Se eliminarán antes del vertido del hormigón puntas, restos de madera, redondos y alambres.

Se instalarán pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tabloncillos trabados (60 cm. de anchura).

Se establecerán pasarelas móviles, formadas por un mínimo de tres tabloncillos sobre las zanjas a hormigonar, para facilitar el paso y los movimientos necesarios del personal de ayuda al vertido.

Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general) fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de zanjas (o zapatas) para verter hormigón (Dumper, camión hormigonera).

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Siempre que sea posible, el vibrado se efectuará estacionándose el operario en el exterior de la zanja.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabado móviles, formadas por un mínimo de tres tablonas que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

Normas o medidas preventivas tipo de aplicación durante el hormigonado de muros:

Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.

El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado), se efectuará mediante escaleras de mano. No se debe permitir el acceso "escalando el encofrado", por ser una acción insegura.

Antes del inicio del hormigonado, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

Antes del inicio del hormigonado, y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del muro desde la que ayudará a las labores de vertido y vibrado.

La plataforma de coronación de encofrado para vertido y vibrado, que se establecerá a todo lo largo del muro; tendrá las siguientes dimensiones:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Longitud: la del muro.
- Anchura: sesenta centímetros, (3 tablonos mínimo).
- Sustentación: jabalcones sobre el encofrado.
- Protección: barandillas de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listónintermedio y rodapié de 15 cm.
- Acceso: mediante escalera de mano reglamentaria (ver el apartado dedicado a las escaleras de mano).

Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general), fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de los taludes del vaciado, para verter el hormigón (Dumper, camión, hormigonera).

El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.

El desencofrado del trasdós del muro (zona comprendida entre éste y el talud del vaciado) se efectuará, lo más rápidamente posible, para no alterar la entibación si la hubiese, o la estabilidad del talud natural.

Normas o medidas preventivas de aplicación durante el hormigonado de pilares y jácenas:

Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o el encargado), revisará el buen estado de la seguridad de los encofrados, en prevención de accidentes por reventones o derrames.

Antes del inicio del hormigonado, se revisará la correcta disposición y estado de las redes de protección de los trabajos de estructura.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No se debe permitir, bajo ningún concepto, trepar por los encofrados de los pilares o permanecer en equilibrio sobre los mimos.

Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos. No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado".

El hormigonado y vibrado del hormigón de jácenas (o vigas), se realizará desde andamios metálicos modulares o andamios sobre borriquetas reglamentarias, construidas al efecto.

La cadena de cierre del acceso de la "torreta o castillete de hormigonado" permanecerá amarrada, cerrando el conjunto siempre que sobre la plataforma exista algún operario.

Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las "tapas" que falten y clavando las sueltas, diariamente.

Se revisará el buen estado de las viseras de protección contra caída de objetos, solucionándose los deterioros diariamente.

Se esmerará el orden y limpieza durante esta fase. El barrido de puntas, clavos y restos de madera y de serrín será diario.

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3.2.2.1.6.Cerramiento y albañilería

Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos, para la prevención de caídas.

A las zonas de trabajo se accederá siempre de forma segura.

Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros, para evitar acumulaciones innecesarias.

No se lanzarán cascotes directamente por las aperturas de fachadas.

6.3.2.2.1.7.Cubiertas

Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados.

El acceso a la cubierta se realizará con escaleras de mano, sobrepasando 1 m la altura a salvar.

Se instalarán señales de peligro en los forjados avisando del riesgo de caminar sobre las bovedillas.

Las barandillas rodearán los perímetros de los forjados, y teniendo la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.

6.3.2.2.1.8.Alicatados

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en vía húmeda para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos, (o a la intemperie), para evitar respirar el aire con gran cantidad de polvo.

Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60cm.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a 2 metros.

La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho- hembra, en prevención del riesgo eléctrico.

Las cajas de plaquetas en acopio nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.

6.3.2.2.1.9. Enfoscados y enlucidos

En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.

Se colgarán de elementos firmes de la estructura, cables en los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad para realizar trabajos sobre borriquetas en los lugares con riesgo de caída desde altura, según detalles en planos.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo de 2 metros.

La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho- hembra, en prevención del riesgo eléctrico.

Las “miras” (reglas, tablones, etc.) se cargarán al hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quien lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios.

El transporte de “miras” sobre carretillas, se efectuará atando firmemente el paquete de miras a la carretilla, para evitar los accidentes por desplome de las miras.

El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano para evitar sobreesfuerzos.

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3.2.2.1.10. Solados

El corte de piezas de pavimento en vía seca con sierra circular, se efectuará situándose el cortador a sotavento, para evitar en lo posible respirar los productos en suspensión.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo de 2 metros.

Las piezas de pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

En los lugares de tránsito de personas, se acotarán con cuerda de banderolas las superficies recientemente soladas, para evitar posibles caídas.

Las cajas o paquetes de pavimento, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.

Cuando esté en fase de pavimentación un lugar de paso y comunicación interno de la obra, se cerrará el acceso, indicándose itinerarios alternativos mediante señales de dirección obligatoria.

Los lugares en fase de pulimento se señalizarán mediante rótulos de:” peligro, pavimento resbaladizo”.

Las pulimentadoras y abrillantadoras a utilizar, estarán dotadas de doble aislamiento, para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.

Las pulimentadoras y abrillantadoras a utilizar, tendrán el manillar revestido de

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

material aislante de la electricidad.

Las pulimentadoras y abrillantadoras estarán dotadas de protección antiatrapamientos, (o abrasiones), por contacto con los cepillos y lijas.

Las operaciones de mantenimiento y sustitución o cambio de cepillos o lijas, se efectuarán siempre con la máquina desenchufada de la red eléctrica para evitar los accidentes por riesgo eléctrico.

Los lodos, producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Se colgarán cables de seguridad anclados a elementos firmes de la estructura, según detalles de planos, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad para realizar los trabajos de instalación del peldañado definitivo de las escaleras.

6.3.2.2.1.11. Carpintería metálica

Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente atados, pendientes mediante eslingas.

Los acopios de carpintería metálica, se acopiarán en los lugares destinados para tal efecto en los planos.

En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar los accidentes por tropiezos por interferencias.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El izado de las plantas mediante el gancho de la grúa se ejecutará por bloques de elementos flejados o atados. Nunca elementos sueltos de forma desordenada. A la llegada a las plantas se soltarán los flejes para su distribución y puesta en obra.

El Vigilante de Seguridad, comprobará que todas las carpinterías en fase de “presentación”, permanezcan perfectamente acuñadas y apuntaladas, para evitar accidentes por desplomes.

En todo momento se mantendrán libres de cascotes metálicos y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.

Se desmontarán únicamente en los tramos necesarios, aquellas protecciones, que obstaculicen el paso de los elementos de la carpintería metálica; una vez introducidos los cercos, etc. en la planta se repondrán rápidamente.

Antes de la utilización de la máquina- herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina.

Antes de la utilización de cualquier máquina- herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en perfectas condiciones.

Los andamios para recibir las carpinterías metálicas desde el interior de las fachadas, estarán limitados en su parte delantera, por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medida desde la superficie de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié para evitar el riesgo de caídas desde altura.

Buscar soluciones en la línea que se describe, dentro del apartado de albañilería, para la construcción de fachadas desde el interior.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El “cuelgue” de los elementos se efectuará por un mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelcos, golpes y caídas.

Los tramos metálicos longitudinales, transportadas al hombro por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante, esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes con los demás operarios.

Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar trabajar sobre superficies inestables.

Se dispondrán anclajes de seguridad en las jambas de los ventanales, a los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad, durante las operaciones de instalación en fachadas de la carpintería metálica.

Las zonas interiores de trabajo, tendrán una iluminación de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo de 2 metros.

Toda la maquinaria eléctrica a utilizar en esta obra estará dotada de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra, o de doble aislamiento.

Se prohíbe la anulación de la toma de tierra de las mangueras de alimentación.

Se notificará a dirección las desconexiones habidas por funcionamiento de los disyuntores diferenciales.

Los operarios estarán con el fiador del cinturón de seguridad sujeto a los elementos sólidos que están previstos en los planos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido, se mantendrán apuntalados, para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.

6.3.2.2.1.12. Pintura y barnizado

Las pinturas se almacenarán en los lugares señalados en los planos con el título “Almacén de Pinturas”, manteniéndose siempre la ventilación por “tiro de aire”, para evitar los riesgos de incendios y de intoxicaciones.

Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.

Sobre la hoja de la puerta de acceso al almacén de pinturas, se instalará una señal de “peligro de incendios” y otra de “prohibido fumar”.

Los botes industriales de pinturas y disolventes se apilarán sobre tablonos de reparto de cargas para evitar sobrecargas innecesarias.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando.

Se tenderá cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes según planos, de los que amarrar los fiados del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caídas desde altura.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablones trabados), para evitar los accidentes por trabajos realizados sobre superficies angostas.

Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de las de apoyo libre como las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.

Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.

Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo de 2 metros.

La iluminación mediante portátiles se hará con portalámparas estancos con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho- hembra, en prevención del riesgo eléctrico.

Las escaleras a utilizar serán tipo tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.

Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por “corriente de aire”, para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.

El vertido de pigmentos en el soporte se realizará desde la menor altura posible, para evitar las salpicaduras y formación de atmósferas pulverulentas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Se prohíbe fumar y comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.

6.3.2.2. Instalación eléctrica provisional en obra

6.3.2.2.1. Normas prevención para los cables

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo para la maquinaria e iluminación prevista.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables.

6.3.2.2.2. Normas de prevención para los interruptores

Se ajustarán a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Las cajas de interruptores poseerán adheridas sobre su puerta una señal de "peligro electricidad".

6.3.2.2.3. Normas de prevención para los cuadros eléctricos

Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los cuadros eléctricos se ubicarán en lugares de fácil acceso, a dos metros del borde de la excavación o camino.

6.3.2.2.4. Normas de prevención para las tomas de energía

Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos)

Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un sólo aparato, máquina o máquina-herramienta.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar contactos eléctricos directos.

6.3.2.2.5. Normas de prevención para la protección de los circuitos

Toda la maquinaria eléctrica estará protegida con un disyuntor diferencial.

Todas las líneas estarán protegidas por un disyuntor diferencial.

Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

- 300 mA (Según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria.
- 30 mA (Según R.E.B.T.) - Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
- 30 mA Para instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3.2.2.6. Normas prevención para las tomas de tierra

El transformador de la obra será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. No se utilizarán para otros usos.

La toma de tierra de las máquinas herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.

6.3.2.2.7. Normas de seguridad de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de la obra

Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará fuera de servicio mediante desconexión eléctrica.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No se realizarán revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible en el que se lea: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".

Los andamios sobre borriquetas, cuya plataforma de trabajo esté ubicada a dos o más metros de altura, se arriostrarán entre sí, mediante cruces de San Andrés, para evitar los movimientos oscilatorios.

Las plataformas de trabajo que estén ubicadas a dos o más metros de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.

6.3.2.2.3. Medios auxiliares

6.3.2.2.3.1. Andamios

Andamios en general.

Los andamios siempre se asegurarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.

Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.

Los tramos verticales (módulos o pies derechos), de los andamios se apoyarán sobre tabloncillos de reparto de cargas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Las plataformas de trabajo, ubicadas a más de 2,00 m de altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio o rodapiés, o bien una red de seguridad tensa que cubra los 90 cm que deberá cubrir la barandilla.

La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm en prevención de caídas.

Los andamios serán capaces de soportar hasta cuatro veces la carga máxima prevista.

Se establecerán a lo largo y ancho de los paramentos verticales "puntos fuertes" de seguridad en los que arriostrar los andamios.

Andamios sobre borriquetas

Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas.

Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos.

Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm para evitar el riesgo de vuelcos.

Las borriquetas no estarán separadas a ejes entre sí más de 2,5 m para evitar las grandes flechas.

Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 cm (3 tablones trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. No se sustituirán por bidones, pilas de materiales y similares.

Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, para garantizar su estabilidad.

Sobre los andamios de borriquetas sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo.

6.3.2.2.3.2. Escalera de mano

No se utilizarán escaleras de mano para salvar alturas superiores a 5 m.

Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de Seguridad.

Las escaleras de mano a utilizar estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que den acceso.

Las escaleras de mano sobrepasarán en 0,90 cm la altura a salvar. Esta cota se medirá en vertical desde el plano de desembarco, al extremo superior del larguero.

No se transportarán pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 kg, sobre las escaleras de mano.

6.3.2.2.3.3. Puntales

Las hileras de puntales se dispondrán sobre durmientes de madera (tablones), nivelados y aplomados en la dirección exacta en la que deban trabajar.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido.

6.3.2.2.3.4. Pasillo de seguridad

Podrán realizarse a base de tablonces firmemente sujetos al terreno y cubierta cuajada de tablonces. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo de perfiles y la cubierta de chapa).

Serán capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevea puedan caer, pudiendo colocar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos, capa de arena, etc.).

6.3.2.2.4. Maquinaria

6.3.2.2.4.1. Maquinaria para el movimiento de tierras

No se permanecerá o trabajará dentro del radio de acción de la maquinaria para el movimiento de tierras para evitar riesgos de atropello.

Si se produjese un contacto con líneas eléctricas con tren de rodadura de neumáticos, el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará ayuda. Antes de realizar ninguna acción se inspeccionará el tren de neumáticos con el fin de detectar la posibilidad de puente eléctrico con el terreno; de ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar a la vez la máquina y el terreno.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

No se transportará personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar riesgos de caídas y atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los taludes a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras. Estos topes se podrán realizar con un par de tablones embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de otra forma eficaz.

6.3.2.2.4.2. Grúa

Los cables de sustentación de cargas que presenten un 10% de hilos rotos, serán sustituidos de inmediato.

Los ganchos de acero serán normalizados, con rótulo de carga máxima admisible, y dotados de pestillo de seguridad.

No se suspenderá o transportará a personas mediante el gancho de la grúa torre.

En presencia de tormenta, con riesgo de descarga eléctrica, se paralizarán los trabajos con la grúa torre, dejándola fuera de servicio, hasta pasado el riesgo.

Al finalizar la jornada, se izará el gancho libre de cargas a tope junto al mástil, se dejará la pluma en posición de veleta, se pondrán los mandos a cero y se abrirán los seccionadores del mando eléctrico de la máquina (desconectar la energía eléctrica), desconectando previamente el suministro eléctrico de la grúa en el cuadro general de la obra.

Se paralizarán los trabajos con la grúa torre, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 km/h.

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3.2.2.4.3.Camión grúa

Antes de iniciar las maniobras de carga se instalarán los calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y los gatos estabilizadores.

Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista en prevención de los riesgos por maniobras incorrectas.

Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.

Se prohíbe expresamente sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante del camión en función de la extensión del brazo-grúa.

El gruista tendrá en todo momento a la vista la carga suspendida.

Las cargas en suspensión, para evitar golpes y balanceos, se guiarán mediante cabos de gobierno.

Se prohíbe la permanencia bajo las cargas en suspensión.

El conductor del camión grúa estará en posesión del certificado de capacitación que acredite su pericia.

6.3.2.2.4.4.Dobladora mecánica de ferralla

Se efectuará un barrido periódico del entorno de la dobladora de ferralla en prevención de daños por pisadas sobre objetos cortantes o punzantes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Serán revisadas semanalmente observándose especialmente la buena respuesta de los mandos.

Tendrán conectada a tierra todas sus partes metálicas en prevención del riesgo eléctrico.

La manguera de alimentación eléctrica de la dobladora se llevará hasta esta de forma enterrada para evitar los deterioros por roce y aplastamiento durante el manejo de la ferralla.

Se instalará en torno a la dobladora mecánica de ferralla un entablado de tabla de 5 cm, sobre una capa de gravilla, con una anchura de tres metros en su entorno.

6.3.2.2.4.5.Extendedora de productos bituminosos

No se permite la permanencia sobre la extendedora en marcha a otra persona que no sea su conductor, para evitar accidentes por caída.

Las maniobras de aproximación y vertido de productos asfálticos en la tolva estarán dirigidos por un especialista, en previsión de riesgos por impericia.

Todos los operarios de auxilio quedarán en posición en la cuneta por delante de la máquina durante las operaciones de llenado de la tolva, en previsión de riesgos por atrapamientos y atropello durante las maniobras.

Los bordes laterales de la extendedora, en prevención de atrapamientos, estarán señalizados a bandas amarillas y negras alternativas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Se prohíbe expresamente, el acceso de operarios a la regla vibrante durante las operaciones de extendido, en prevención de accidentes.

6.3.2.2.4.6. Rodillo vibrante autopropulsado

Los conductores de los rodillos vibrantes serán operarios de probada destreza en el manejo de estas máquinas, en prevención de los riesgos por impericia.

La compactadora a utilizar en esta obra estará dotada de cabina antivuelco y antiimpacto.

Las compactadora a utilizar en esta obra, estará dotada de un botiquín de primeros auxilios, ubicado de forma resguardada para conservarlo limpio.

Se prohíbe expresamente el abandono del rodillo vibrante con el motor en marcha.

Se prohíbe el transporte de personas ajenas a la conducción sobre el rodillo vibrante.

Se prohíbe la permanencia de operarios en el tajo de rodillos vibrantes, en prevención de atropellos.

6.3.2.2.5. Protección contra incendios

Se utilizarán extintores de polvo polivalente, revisándose periódicamente.

[Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas](#)

6.3.2.2.6. Riegos

Las pistas para tráfico de obra se regarán convenientemente para evitar producción de polvo.

6.3.3. Servicios de prevención

6.3.3.1. Servicio técnico de seguridad y salud

La obra contará con asesoramiento técnico en prevención de riesgos profesionales a través del Servicio Central de Seguridad y Salud del Contratista adjudicatario de las obras.

6.3.3.2. Servicio médico

La empresa constructora dispondrá de un Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

La obra contará con asesoramiento técnico en prevención de riesgos profesionales a través del Servicio Central de Seguridad e Higiene del Contratista adjudicatario de las obras.

6.3.4. Obligaciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

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

Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:

Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva, que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.

Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista, y en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2, del artículo 7, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Coordinar las acciones y funciones de control de aplicación correcta de los métodos de trabajo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación del coordinador.

6.3.5. Obligaciones de los contratistas y las subcontratas

Los contratistas y subcontratistas estarán obligados 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 Real Decreto 1627/1997.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7.
- 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 Real Decreto 1627/1997, durante la ejecución de la Obra.
- 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.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones 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

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

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

6.3.6. Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge 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.
- Cumplir las disposiciones mínimas, de Seguridad y Salud establecidas en el anexo IV del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, durante la ejecución de la Obra.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores el artículo 29, apartados 1 y 2, de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la Obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales establecidos en el artículo 242 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Utilizar los equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el 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.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el plan de Seguridad y Salud.

6.3.7. Instalaciones médicas

Se habilitará un local para botiquín, debidamente dotado, de acuerdo con las necesidades de la obra.

El botiquín mantendrá permanentemente la dotación precisa reponiéndose a éste fin de forma continuada los medios consumidos.

6.3.8. Instalaciones de higiene y bienestar

Las instalaciones provisionales de obra se adaptarán en lo relativo a elementos, dimensiones y características a lo especificado en los Artículos 15 y 16 del REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de Octubre de Seguridad y Salud y 335, 336 y 337 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6.3.9. Paralización de los trabajos

- Sin perjuicio de lo previsto en los apartados 2 y 3 del artículo 21 y en el artículo 44 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cuando el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o cualquier otra persona integrada en la dirección facultativa observase incumplimiento de las medidas de Seguridad y Salud, advertirá al Contratista de ello, dejando constancia de tal incumplimiento en el libro de incidencias, cuando esto exista, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 1 del artículo 13 y quedar facultado para, en circunstancia de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, la totalidad de la obra.
- En el supuesto previsto en el apartado anterior, la persona que hubiera ordenado la paralización deberá dar cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente, a los Contratistas afectados por la paralización, así como a los representantes de los trabajadores de éstos.
- Asimismo, lo dispuesto en este artículo se entiende sin perjuicio de la normativa sobre contratos de Administraciones públicas relativa al cumplimiento de plazos y suspensión de obras.

DOCUMENTO III

ANEXO VII

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7. Especificaciones técnicas.....	5
7.1.Especificaciones técnicas de los equipos electromecánicos.....	5
7.1.1. Acabado de equipos	5
7.1.2. Tuberías de acero galvanizado.....	8
7.1.3. Tuberías de polietileno.....	11
7.1.4. Tuberías de hormigón armado.....	12
7.1.5. Válvula de charnela.....	13
7.1.6. Válvula de compuerta.....	14
7.1.7. Válvula de retención de bola.....	15
7.1.8. Caudalímetros.....	16
7.1.9. Agitadores.....	17
7.1.9.1. Agitador coagulación.....	17
7.1.9.2. Agitador floculación.....	18
7.1.10. Bombas dosificadoras.....	19
7.1.10.1. Bomba dosificadora coagulación y floculación.....	19
7.1.10.2. Bomba dosificadora Hipoclorito de sodio.....	21
7.1.10.3. Variador de frecuencia dosificación de reactivos.....	22
7.1.11. Bombas extracción fangos.....	23
7.1.12. Bombas limpieza filtros.....	25
7.1.12.1. Bomba impulsión limpieza.....	25
7.1.12.2. Grupo soplante.....	26
7.1.13. Lámparas de desinfección UV.....	28
7.1.14. Estación de bombeo.....	29
7.1.14.1. Bombas de impulsión	29
7.1.14.2. Variador de frecuencia.....	31
7.1.15. Sensores de nivel.....	32
7.1.16. Depósitos almacenamiento de reactivos.....	34
7.1.16.1. Depósito almacenamiento de hipoclorito de sodio.....	34
7.1.16.2. Depósito almacenamiento sulfato de aluminio.....	35
7.1.16.3. Sistema preaprador de polielectrolito diluido.....	36
7.1.16.4. Dilución del polielectrolito.....	39

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.17. Pack lamelar.....	40
7.2. Especificaciones de los equipos eléctricos.....	42
7.2.1. Armario de distribución general.....	42
7.2.2-. Armario de distribución interior.	51
7.2.3-. Armario fuerza motores general.	54
7.2.4. Cable eléctrico.....	59
7.2.5. Cable cobre desnudo 50, 35mm.....	62
7.2.6. Pica tierras.....	63
7.2.7. Cable eléctrico B.T.....	64
7.2.8. Cable eléctrico B.T. apantallado.....	65
7.2.9. Cable eléctrico B.T. Multipolar.....	66
7.2.10. Cable eléctrico B.T. Unipolar.....	67
7.2.11. Bandeja rejilla metálica.....	68
7.2.12. Bandeja rejilla PVC.....	69
7.2.13. Caja de distribución de poliéster.....	70
7.2.14. Caja de distribución de aluminio.....	71
7.2.15. Tubo de acero PG.....	72
7.2.16. Tubo de PVC corrugado.....	73
7.2.17. Tubo de PVC, Pg.....	74
7.2.18. Cajas estancas dos pulsadores – marcha y paro.....	75
7.2.19. Luminaria empotrable.....	76
7.2.20. Luminaria estanca.....	77
7.2.21. Luminaria adosable.....	78
7.2.22. Aparato autónomo de emergencia.....	79
7.2.23. Celda de línea.....	80
7.2.24. Celda de protección general.....	81
7.2.25. Cinta de señalización.....	83
7.2.26. Columnas proyector alumbrado exterior.....	84
7.2.27. Luminaria mural alumbrado exterior.....	86

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7. Especificaciones técnicas

7.1. Especificaciones técnicas de los equipos electromecánicos

7.1.1. Acabado de equipos

Todos los elementos de la instalación llevarán los siguientes tratamientos:

Tuberías de acero: estarán de acuerdo a los factores y recomendaciones indicados en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de la MOPU para tuberías de abastecimiento de agua aprobado el 28/07/74.

Tubería de plástico: No llevarán ningún tipo de pintura y su color será el normal de cada fabricante.

Tubería de hormigón armado: No llevarán ningún tipo de pintura y su color será el normal de cada fabricante.

Motores eléctricos:

- Carcasa y ventilador con pintura anticorrosiva según norma del fabricante.
- Partes mecanizadas protegidas con barniz especial antioxidante.
- Cuerpos de acero llevarán el mismo tipo de tratamiento que la tubería de acero.
- Cuerpos de plástico llevará el mismo tipo de tratamiento que la tubería de plástico.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Válvulas:

- Cuerpos de acero llevarán el mismo tipo de tratamiento que las tuberías de acero.
- Cuerpos de plástico llevarán el mismo tipo de tratamiento que las tuberías de plástico

Estructuras y elementos metálicos en general:

El grado de preparación exigido a todas las superficies metálicas será el correspondiente al chorreado de arena según el grado SA 21/2 de la SVENSK STANDARD SIS 055900, procediéndose posteriormente a la limpieza de las superficies mediante aspirador de polvo, aire comprimido limpio y seco o cepillo limpio.

La protección a aplicar a las diferentes superficies metálicas será la siguiente:

- **Partes sumergidas:**
 - Chorreo 21/2 SIS.
 - Galvanizado en caliente, por inmersión, previo tratamiento químico, según Norma UNE 37501.
 - 1 mano de 25 micras de zinc-epoxi (imprimación).
 - 1 mano de 40 micras epoxi-Fe-micáceo (sellado).
 - 2 manos de 125 micras, cada una, alquitán epoxi.
- **Partes emergidas:**
 - Chorreo 21/2 SIS.
 - Galvanizado en caliente, por inmersión, previo tratamiento químico, según Norma UNE 37501.
 - 1 mano de 25 micras de zinc-epoxi.
 - 1 mano de 40 micras epoxi-Fe-micáceo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- 2 manos de 75 micras, cada una, epoxi esmalte.

- **Partes sin contacto con el agua:**
 - Igual que en los casos sumergidos.

Maquinaria en general

- Tratamiento de superficie y pintura de imprimación antioxidante según norma de cada fabricante.
- Partes mecanizadas protegidas con barniz especial antioxidante.

Colores de acabados

Todos los colores de finales serán determinados de común acuerdo entre el Contratista y la Propiedad, según la función a desempeñar por cada elemento de la instalación y ateniéndose a las Normas UNE.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.2. Tuberías de acero galvanizado

Características

- Protección: galvanizado en caliente.
- Presión nominal: PN-10
- Calidad: St.37
- Dimensiones: DIN 2458
- Condiciones de suministro: DIN 1626
- Diámetros: 500, 250 y 200.

ACCESORIOS

● **Curvas**

- Calidad: St-37
- Dimensiones: DIN1626
- Espesores: s/ espesores de tubo DIN 2458
- Protección: galvanizado en caliente.
- Diámetros: 250 y 200

● **Tes y tes reducidas**

- Calidad: St-37
- Dimensiones: DIN 1626
- Espesores: DIN 2458
- Protección: galvanizado en caliente.
- Diámetros: 250 y 200

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

● **Reducciones**

- Calidad: St-37
- Dimensiones: DIN 1626
- Espesores: DIN 2458
- Protección: galvanizado en caliente.
- Diámetros: de 250 a 200 y de 200 a 250.

● **Bridas**

- Calidad: St-37
- Dimensiones: DIN 1626
- Presión nominal: PN-10
- Fabricación: s/DIN 2519
- Protección: galvanizado en caliente.

● **Juntas**

- Material: Caucho natural
- Dimensiones: DIN 1626

● **Tornillos**

- Tipo: Cabezal hexagonal
- Dimensiones: DIN 933
- Suministro: DIN 267
- Protección: cadmio

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

● **Tuercas**

- Tipo: cabezal hexagonal
- Dimensiones: DIN 934
- Protección: cadmio

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.3. Tuberías de polietileno

Características

- Diámetro nominal: DN 20
- Calidad: flexible baja densidad (0,932)
- Medidas y características: Según UNE 53131
- Métodos de ensayo: Según UNE 53131 y Según UNE 53333.
- Presión de trabajo: PNG, 10kg/cm²
- Forma de suministro: bobina de longitudes variables.

Acabado: según especificación técnica 02.00.00.01.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.4. Tuberías de hormigón armado

Características

- Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE EN-1916/2003, (reforzado con acero).
- Presión nominal: 40Mpa
- Calidad: Alta
- Longitud: 2400mm
- Espesor: 60mm
- Peso unidad: 444kg
- Diámetros: DN250
- Alcalinidad del hormigón: >0,85
- Absorción del agua: <6%
- Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.

ACCESORIOS



Curvas

- Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero).
- Presión nominal: 40Mpa
- Calidad: Alta
- Diámetros: DN250
- Alcalinidad del hormigón: >0,85
- Absorción del agua: <6%
- Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.5. Válvula de charnela

Características

- Marca: Tomas Beltran
- Tipo: Cierre mecánico.
- Diámetro nominal: DN250
- Accionamiento: Neumático

Materiales

- Cuerpo: hierro fundido GG-25
- Charnela: fundición nodular GGG-40
- Ejes: acero inoxidable AISI-420
- Volante de accionamiento: fundición gris.
- Tapa: metraquilato
- Junta tórica de accionamiento: nitrilo

Acabado: según especificaciones técnicas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.6. Válvula de compuerta

Características

- Marca: BELGICAST o equivalente.
- Tipo: Cierre elástico.
- Diámetro nominal: DN250
- Cierre: EPDM/NBR
- Accionamiento: Neumático

Materiales

- Cuerpo: hierro fundido GG-25
- Charnela: fundición nodular GGG-40
- Ejes: acero inoxidable AISI-420
- Anillo: E.P.D.M.
- Volante de accionamiento: fundición gris.
- Tapa: metraquilato
- Junta tórica de accionamiento: nitrilo

Acabado: según especificaciones técnicas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.7. Válvula de retención de bola

Características

- Marca: Tomas Beltran.
- Tipo: Antirretorno.
- Diámetro nominal: DN250
- Cierre: EPDM/NBR
- Accionamiento: Automático

Materiales

- Cuerpo: hierro fundido GG-25
- Bola: fundición nodular GGG-40
- Anillo: E.P.D.M.
- Junta tórica de accionamiento: nitrilo

Acabado: según especificaciones técnicas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.8. Caudalímetros

Características

- Marca: Endress Hauser.
- Modelo: Promag 10L3H
- Tipo: Electromagnético.
- Diámetro nominal: DN250
- Constante de tiempo: 1s
- Caudal máximo: 750m³/h
- Señal de salida: Pasivo – negativo.
- Señal de salida: 4-20mA HART + impulso pasivo
- Alimentación: Display: 85-250VAC
- Conexión a proceso: PN-10, St37-2, bridas locas EN-1092-1 (DIN 2501).

Materiales

- Recubrimiento interior: PTFE
- Electrodo: 1.4435/316L
- Protección: IP67 NEMA4X

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.9. Agitadores

7.1.9.1. Agitador coagulación

Características

- Marca: Inoxmim.
- Modelo: VMR 4-200/600-600
- Tipo: Agitador vertical.
- Rpm: 200
- Obturación: retén convencional
- Dimensiones: Semieje + eje Ø60, Longitud 2400mm
- Hélice: 2 x hélice tipo marina Ø600 3p
- Anclaje al depósito: por brida cuadrada de 400x400

Materiales

- Material: Aisi 316L
- Nivel de acabados: industriales
- Protección: IP55

Accionamiento

- Motor: Eléctrico
- Potencia motor: Motorreductor III 4kW
- Tensión: 400/690V
- Frecuencia: 50Hz

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.9.2. Agitador floculación

Características

- Marca: Inoxmim.
- Modelo: IBC 0,37-23/1200
- Tipo: Agitador vertical.
- Rpm: 23
- Dimensiones: (1) Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 1300mm(2) Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 2500mm
- Hélice: 1 x hélice tipo GFLOC Ø1200 2p
- Anclaje al depósito: por brida cuadrada de 400x400

Materiales

- Material: Aisi 304L
- Nivel de acabados: industriales
- Protección: IP55

Accionamiento

- Motor: Eléctrico
- Potencia motor: Motorreductor III 0.37kW
- Tensión: 230/400V
- Frecuencia: 50Hz

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.10. Bombas dosificadoras

7.1.10.1. Bomba dosificadora coagulación y floculación

Características

- Marca: Aiguapres.
- Modelo: TAM4108116
- Tipo: Dosificadora de membrana
- Fluido a bombear: Sulfato de aluminio y Poliacrilamida aniónica
- Temperatura: Ambiente
- Temperatura máxima: 90° C
- Caudal máximo: 90/45 l/h
- Presión máxima: 10 bar
- Tipo de impulsor: Membrana
- Diámetro membrana: 108mm
- Velocidad de pistón: 116 ciclos minuto
- Conexiones: 3/8"
- Peso: 13.3kg

Materiales

- Cabezal: Acero inoxidable
- Válvulas: Acero inoxidable
- Membrana: NBR + PTFE
- Motor: AISI-316

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Accionamiento

- Motor: Eléctrico
- Potencia motor: Trifásico 0,37kW

Acabados: según estandard del fabricante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.10.2. Bomba dosificadora Hipoclorito de sodio

Características

- Marca: TECNIUM o equivalente
- Tipo: Centrífuga horizontal
- Fluido a bombear: Hipoclorito de sodio comercial
- Temperatura: Ambiente
- Caudal máximo: 10m³/h
- Contra presión máxima: 8kg/cm²

Materiales

- Cuerpo dosificador: PVDF
- Válvulas: PVDF
- Caja de válvulas: PVDF

Accionamiento

- Motor: Eléctrico
- Potencia motor: 0.75kW
- Velocidad: 1500rpm
- Tensión/Fases/Frecuencia: 230/400V / III / 50Hz
- Protección: IP-55
- Aislamiento: Clase F

Acabados: según standard del fabricante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.10.3. Variador de frecuencia dosificación de reactivos

- Marca: Control Tecnologías o equivalente.
- Modelo: Unidrive UNI-1401
- Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW
- Corriente nominal: 2.1 A
- Corriente de pico duración
60 seg: 3,1 A
- Fusibles lentos: 5 A
- Tensión de conexión a red: 3AC380....480V \pm 10%, 48/62Hz
- Tensión salida variador: 3AC 0...alimentación
- Frecuencia salida: 0...1000Hz
- Temperatura de trabajo: -10....+50°C
- Tipo de ventilación: Aire forzado incorporado.
- Clase de protección: IP-40
- Reactancia circuito
intermedio: Incorporado.
- Nivel de vibración: S/IEC 68-2-32
- Peso: 4kg
- Dimensiones: 95x335x200mm

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.11. Bombas extracción fangos

Características

- Marca: Ideal
- Modelo: ARSH 32-16/0,75 RVM
- Tipo: Centrífuga horizontal monobloc.
- Caudal: 17.8m³/h
- Altura manométrica: 5,7m.c.a.
- Tipo de fluido: Agua con fango (6%)
- Rendimiento: 37.2%
- Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s
- Temperatura: Ambiente
- Tipo de rodete: Vortex 175mm
- Paso: 20mm
- Brida de impulsión: DN50 PN10
- Brida de aspiración: DN32 PN10

Materiales

- Cuerpo de la bomba: H°F° GG-25
- Impulsor: GS400
- Cierre mecánico: Viton
- Aislamiento: Case F
- Protección: IP55

Accionamiento

- Tipo de motor: IE1 (B5)
- Potencia absorbida: 0.72kW

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Potencia motor: 1.2kW
- Rpm: 1450
- Acoplamiento motor-bomba: Semielástico
- Tensión: 230/400 V/III
- Frecuencia: 50 Hz

Acabados: según estandard del fabricante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.12. Bombas limpieza filtros

7.1.12.1. Bomba impulsión limpieza

Características

- Marca: MUNSCH
- Modelo: NP-250-200-400-F
- Tipo: Centrífuga con cascará de caracol
- Caudal: 790m³/h
- Altura manométrica: 35m.c.a.
- Tipo de fluido: Agua
- Rendimiento: 79.1%
- Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s
- Temperatura: Ambiente
- Tipo de rodete: Vortex 360mm
- Brida de impulsión: DN200 PN10

Materiales

- Los materiales principales son: PP, PVDF y PE-UHMW.

Accionamiento

- Tipo de motor: IEC
- Potencia motor: 95.28kW
- Tensión: 230/400 V/III
- Frecuencia: 50Hz

Acabados: según standard del fabricante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.12.2.Grupo soplante

Características

- Marca: Pedro Gil
- Modelo: GRUPO PG-30-F1 RNT-33.30
- Tipo: Émbolos rotativos
- Caudal: 1856Nm³/h
- Fluido: Aire
- Presión aspiración: 1 atm
- Temperatura aspiración: Ambiente
- Presión impulsión: 1.6atm
- Temperatura máxima: 78°C
- Vel. Máxima soplante: 3800rpm
- Vel. Soplante: 2372rpm
- Diámetro nominal soplante: DN150

Materiales

- Aislamiento: Case F
- Protección: IP55 B3

Accionamiento

- Motor: 3000/MIN 55k WEJE60 TOPIE3
- Potencia absorbida: 41.13kW
- Potencia del motor: 55kW
- Tensión: 400/690V
- Frecuencia: 50Hz

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Acabados: Desengrasado químico, pintura/imprimación Azul Ral-5012.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.13.Lamparas de desinfección UV

Características

- Marca: Wedeko
- Modelo: Serie LBX200e
- Caudal: 187m³/h
- Montaje: En Z
- Lámparas: ECORAY®ELR 30-1
- Limpieza: Automática
- Sistema de dosificación: OpiDose ECOTOUCH
- Duración mínima lámparas: 14000h
- Transmitancia: >=65% (1cm)
- Temperatura: 5-30°C
- Dosis UV-C: 44.2mJ/cm²
- Consumo nominal: 285W
- Consumo máx. Total: 3.40kW
- Presión máxima de trabajo: 10bar
- Tensión: 400/230V
- Frecuencia: 50Hz
- Pintura: RAL 7035, gris.

Materiales

- Material reactor: SS 316L
- Sellos: Juntas tóricas, goma fluorocarbono-Indio
(FDA, DVGW y KTW)
- Protección: IP54

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.14.Estación de bombeo

7.1.14.1.Bombas de impulsión

Características

- Marca: IDEAL
- Modelo: RNI 150-40
- Tipo: Horizontal normalizada
- Caudal: 371,25m³/h
- Altura manométrica: 51m.c.a.
- Tipo de fluido: Agua
- Velocidad: 1450rpm
- Rendimiento: 85.4%
- Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s
- Temperatura: Ambiente
- Tipo de rodete: Vortex 360mm
- Brida de impulsión: DN200 PN10

Materiales

- Material: Ele (Acero inox. AISI 420), Cuerpo bomba, Tapa cuerpo, rodete, aro cierre(Hierro fundido; GG25), Tornillería (Acero cadmiado)
- Protección: IP-55
- Aislamiento: Clase F

Accionamiento

- Tipo de motor: Standard IEC

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Potencia motor: 75kW
- Potencia absorbida: 60.4kW
- Tensión: 400/690 V
- Frecuencia: 50 Hz

Acabados: según estandard del fabricante.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.14.2. Variador de frecuencia

Características

- Marca: Grundfos
- Modelo: CUE 3X380-500V
- Tipo: Convertidor de frecuencia externa
- Accesorios: Entrada/Salida incorporado
- Rango de temperaturas: 0-45°C
- Humedad relativa: 5-95%
- Peso: 45kg

Datos eléctricos

- Consumo de corriente
máximo: 106A
- Potencia nominal: 55kW
- Frecuencia: 50Hz
- Tensión nominal: 3x380/400V
- Rendimiento a plena carga: 98%
- Protección: IP55

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.15.Sensores de nivel

Características

- Marca: IFM
- Modelo: LR7300
- Tipo: Sensor electrónico de nivel
- Conexión: Por conector.
- Conexión de proceso: 3/4" NPT
- Ondas: Radar guiadas
- Longitud varilla: 100-1600mm
- Salidas de conmutación: 2
- Display alfanumérico: 4 dígitos
- Constante dieléctrica: ≥ 20
- Temperatura del fluido: 0-80°C
- Vel. Máx. Cambio de nivel: 100mm/s
- Presión máxima del depósito: -1...4bar
- Peso: 0.329kg

Datos eléctricos

- Alimentación: DC PNP
- Tensión de alimentación: 18-30DC (V)
- Consumo: < 80 mA
- Clase de protección: III
- Protección contra inversiones de polaridad: Sí
- Salidas: 2 salidas de conmutación
- Corriente de salida: 200mA

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Caída de tensión: <2V

Materiales

- Cascara: inox (1.4301/304); FPM (Viton); PBT; PC; PEI; TPE / V; PTFE
- Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda; inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.16. Depósitos almacenamiento de reactivos.

7.1.16.1. Deposito almacenamiento de hipoclorito de sodio

Características

- Marca: TECNIUM o equivalente
- Modelo: cilíndrico vertical con fondo plano
- Fluido a almacenar: hipoclorito sódico comercial
- Capacidad: 1.300 l
- Fondo: plano
- Diámetro: 1.080mm
- Altura: 1.445mm
- Construcción: poliéster reforzado con fibra de vidrio

Accesorios

- Tubuladura aspiración bomba dosificadora
- Drenaje con válvula
- Carga del reactivo
- Indicador de nivel visual

Acabados: Según standard del fabricante

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.16.2. Depósito almacenamiento sulfato de aluminio

Características

- Marca: TECNIUM o equivalente
- Modelo: cilíndrico vertical con fondo plano y tapa
- Fluido a almacenar: Sulfato de aluminio comercial
- Capacidad: 10.000l
- Fondo: plano
- Diámetro: 2.000mm
- Altura: 3.378mm
- Construcción: Barrera química: resina estervinílica y fibra de vidrio.
- Refuerzo mecánico: resina ortoftálfica con fibra de vidrio
- Espesor barrera química: 3mm
- Espesor refuerzo mecánico: 3.5mm
- Normas de fabricación: SPI - TS - 122 – C
- Ensayos: según ASTM D 638-72 y D 790
- Bridas: DIN 2502

Accesorios

- Boca de aspiración bomba dosificadora
- Boca de rebose
- Boca de drenaje con válvula
- Boca de carga del reactivo
- Boca de aireación

Acabados: Según standard del fabricante

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.16.3. Sistema preaprador de polielectrolito diluido

- Marca: TIMSA o equivalente

Esta estación automática está formada por los elementos que se describen a continuación:

a) Conjunto depósito con 3 compartimentos, sin tapa, en inoxidable 304 y montados los siguientes elementos:

- capacidad: 850 l
- 3 válvulas de vaciado drenaje de 1" en PVC
- 1 regulador de nivel en inoxidable (4 contactos)
- 1 brida aspiración bombas DN 50 PVC
- Llegada de Agua diámetro 1"
- Válvula de corte
- Manómetro
- Presostato
- Filtro
- Válvula reductora de presión
- Válvula solenoide
- Válvula reguladora de caudal
- Rotámetro de control de caudal
- Embudo de dilución de poli

b) Dosificador poli en polvo montado Tipo TG 60 P 26/45 R que consta de:

- Motovariador reductor 0,18 KW 220/380 V III 50 Hz que transmite por cadena a tornillo dosificador (7,7 - 2 kg/h) regulable manualmente entre 45-9 r.p.m.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Tolva de 60 litros sin tapa
- Material en contacto con polielectrolito inoxidable 304

c) 2 electroagitadores montados

- motor 0,37 KW 1500r.p.m. 220/380 III 50 Hz
- reductor salida a 150r.p.m.
- amarre
- eje long. 600mm dia.20mm inoxidable 304
- hélice día.200mm inox. 304

d) Armario automatismo control y potencia

- Alimentación: 220/380 V III 50Hz
- Construcción: chapa acero
- Pintura: gris
- Entrada de cables: prensa estopas
- Armario: 600x500x200mm
- Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial IVx25x 300mA
- 3 Interruptores automáticos calibrado intensidad motor con contactos auxiliares INA + INC
- 3 Contactores con contactos auxiliares
- 3 Interruptores fusibles
- Protección transformador de mando
- 1 Transformador manos 380/220 V - 315 VA
- En puerta
- Pilotos señalización
- Conmutador: manual-cero-automático
- Pulsadores: marcha-parada

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Rotulos: PVC

Acabados: Según standard del fabricante

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.16.4. Dilución del polielectrolito

Características:

- Marca: Timsa
- Montaje: En panel
- Rotámetro de entrada de agua: 1 ud
- Caudal rotámetro entrada: 400 / 4000 l/h
- Rotámetro de salida: 1 ud
- Caudal rotámetro salida: 400 / 4000 l/h
- Mezclador de reactivo: 1 ud
- Válvula reg. Caudal: 1 ud

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.1.17. Pack lamelar

Características

- Marca: ECOTEC
- Material: PVC
- Altura prevista de los bloques (mm): 2000
- Separación entre lamelas (mm): 20
- Peso (Kg/m³): 75
- Inclinación: 60°
- T^a máxima de utilización (°C): 55
- Superficie proyectada por m² de superficie de base: 5m³/ m²·h
- Angulo de inclinación: 60°
- Altura H* de los módulos: 500 – 2.000mm
- Altura standard de los módulos: 500 – 2.000mm
- Distancia entre las placas de decantación: 20mm
- Radio hidráulico: 1,5cm
- Material: PVC / PPTV
- Temperatura máxima de servicio: 55°C (PVC) 75°C (PPTV)
- Peso (seco): 80 kg/m³ (PVC)
- (+carga de operación): 90 kg/m³ (PPTV)
- Aplicaciones: Tratamiento de agua de río, agua de lavado de filtros, tratamiento de agua potable, etc.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Dimensiones de los módulos: Variables

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2. Especificaciones de los equipos eléctricos.

7.2.1. Armario de distribución general

Características

- Tensión nominal de empleo: 600V
- Tensión nominal de aislamiento: 1.000
- Tensión de ensayo: 3.500V durante 1seg
- Frecuencia nominal: 0 , 400Hz
- Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 2.500 A
- Intensidades nominales en el embarrado vertical: de 100 a 1600 A
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito: 50kA (110kA de pico)
- Intensidad de corta duración: 50kA duración 1seg
- Protección contra agente exteriores: IP 44, según IEC, UNE

Proceso de pintura standard

- Desengrase en fase de vapor de tricloroetileno o percloroetano a 80°C
- Imprimación fosfatante WASH-PRIMER, PROFER de 6 a 10 micras con sobrecarga de 5 minutos a 80°C o 30 minutos a 25°C (ambiente)
- Emplastecida y lijada al agua para recogida de faltas
- Acabado: laca 1xTH de 15 a 20micras, con cocción al horno de 20 minutos a

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

140°C, total espesor 25 a 30micras

Color

- Paneles superiores e inferiores:
 - Laca gliceroptática fungicida RAL (según cliente)
 - Envolvertes y puertas: laca gliceroptática fungicida RAL (según cliente)

Especificación de las salidas

Acometida A (Entrada de transformadores)

- 1 interruptor automático tetrapolar, MERLIN-GUERIN de 1250 A poder de corte 60kA, con protección magnetotérmica, ejecución fija, conexión anterior, mando tumbler
- 3 transformadores de intensidad x/5 A, para el amperímetro
- 1 transformador de intensidad x/5 A, para cuadro mejora factor de potencia
- Bornas marcadas y conexiones efectuadas

Sobre la puerta

- 1 etiqueta de identificación de la celda
- 3 amperímetros de 72 x 72, 0-X/5A
- 1 voltímetro de 72 x 72, 0-500 V, con conmutador

Salidas (varios)

- Interruptor automático tetrapolar, MERLIN-GUERIN de 1600 A poder de corte 65kA, con protección magnetotérmica ejecución fija, conexión anterior, mando tumbler

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Bornas marcadas y conexiones efectuadas
- Interruptor automático tetrapolar MERLIN GUERIN de 400 A poder de corte 65kA con protección magnetotérmica ejecución fija conexión anterior, mando tumbler
- Interruptores automáticos tetrapolar MERLIN GUERIN de 250 A poder de corte 65kA
- Interruptores automáticos tetrapolar MERLIN GUERIN de 160 A poder de corte 65kA
- Interruptor automático tripolar Merlin GUERIN de 1600 A poder de corte 65kA.
- Interruptor automático tetrapolar Merlin GUERIN de 40 A poder de corte 35KA.
- Interruptor automático tetrapolar motorizado Merlin GUERIN de 630 A poder de corte 45KA.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

DESCRIPCIÓN:

Las **envolventes o armarios metálicos y autoestables**, deberán ser totalmente estancos al objeto de impedir la entrada de gases que eventualmente puedan afectar a los distintos componentes eléctricos, mecánicos o electrónicos de cada uno de los sistemas, debiendo disponer de ventilación y resistencia de caldeo adecuados. Estarán constituidos por paneles verticales unidos lateralmente entre si, formando un conjunto único y rígido de frente común.

Estos paneles alojarán los interruptores de entrada y del equipo de medida, o bien en los arrancadores o alimentadores de salida, según proceda en cada caso.

El conjunto será construido con chapa de acero laminado en frío, de espesor no inferior a 2mm. excepto en aquellos elementos cuya rigidez esté asegurada por armaduras de refuerzo interior.

Los armarios estarán diseñados de tal forma que, tanto la estructura de los mismos como las barras principales (horizontales) y el resto de elementos instalados, sean capaces de soportar sin deterioro las sollicitaciones térmicas y dinámicas producidas por una intensidad de cortocircuito de 50kA eficaces.

Los armarios deberán ser fácilmente ampliables por ambos extremos, para lo cual dispondrán en cada uno de ellos de las aberturas adecuadas para el paso futuro de las barras principales. Estas aberturas dispondrán en dichos extremos de los taladros de fijación correspondientes. Deberán tener una reserva de espacio libre de un 25% mínimo para posibles ampliaciones.

Por tanto, deberá establecerse el espacio físico suficiente en las envolventes, chapa metálicas, embarrados de potencia, etc., para la obtención de este espacio de reserva.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En cada armario se preverá, en la parte posterior inferior y de un extremo a otro del mismo, una barra general de tierra de cobre electrolítico de sección no inferior a 40x5mm². En cada extremo de dicha barra se dispondrá de un terminal del tipo de compresión para cable de cobre de 50mm².

Todas las partes metálicas no portadoras de corriente, deberán estar puestas a tierra, conectándolas a la barra general de tierra antes citada. Así mismo, las puertas deberán llevar una conexión a tierra, mediante trenza o cable flexible de sección no inferior a 6mm².

Todas las partes en tensión que sean accesibles, incluso con las puertas abiertas o con las unidades entradas, deberán estar protegidas contra el contacto directo mediante cubiertas, pantallas aislantes o similares, para garantizar el grado de protección IP 20 según CEI 144.

La entrada de cables se realizará por la parte inferior o lateral de la envolvente, podrá realizarse en el interior de tubos de la suficiente resistencia mecánica u otros dispositivos, aunque siempre empleando prensastopas adecuados.

Los armarios dispondrán de iluminación interior a base de luz por fluorescencia, la activación de dicho alumbrado deberá realizarse mediante interruptor final de carrera accionado por la puerta frontal del armario.

En el interior de los cuadros se dispondrá de tomas de corriente 220 V. tipo Schuko 16A. Suficientes para la alimentación eléctrica eventual de maquinaria auxiliar portátil.

Cada armario llevará en el frente placas indicadoras con la designación propia de cada panel y de cada unidad de fuerza.

Las placas o rótulos de identificación serán de plástico laminado negro, con las

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

letras grabadas en blanco, e irán sujetas con tornillos de acero inoxidable o de plástico negro.

No serán admitidos aquellos que vayan fijados mediante pegamento o adhesivos.

Los armarios se suministrarán totalmente cableados en taller hasta las regletas de bornas terminales, a las cuales se realizarán las conexiones exteriores. Las bornas, perfectamente identificadas y de la sección adecuada, estarán dispuestas de forma que resulte fácil el conexionado, revisión y sustitución.

No llevará ningún conductor al lado externo de las bornas (reservado para conexionado exterior). Además, nunca se llevará más de un hilo a un mismo lado de la borna y si esto fuera necesario se dispondrán bornas puenteables.

Todos los puentes o derivaciones que sea necesario realizar por algún motivo en el cableado interno, se harán mediante bornas auxiliares que no llevarán conexionado de cables exteriores.

Todos los contactos auxiliares estarán cableados hasta las regletas de bornas terminales, sean o no utilizados.

Todas y cada una de las máquinas y dispositivos de la instalación eléctrica (que no sean elementos auxiliares o de maniobra) llevarán protección térmica y diferencial independiente.

Cada uno de los elementos indicados dispondrá de un selector Marcha y una seta de emergencia, con rotulación en chapa serigrafiada.

Se dispondrá de un equipo analizador de redes en la alimentación de cada uno de los cuadros de control de motores. Los equipos o máquinas eléctricas correspondientes a una unidad concreta, se dispondrán sobre el frontal de armario eléctrico de forma lógica

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

y agrupada, con líneas de mando arriba y abajo y de izquierda a derecha.

Todos los materiales empleados serán de primeras marcas, homologadas y con el distintivo CE.

Los esquemas unifilares, tanto de potencia como de control y maniobra, serán perfectamente flexibles y actualizables. Asimismo cualquier modificación que se realice de los esquemas unifilares durante el transcurso de ejecución de las obras, respecto de los elaborados inicialmente, deberá quedar actualizada en los mismos. Así, al final de la obra los esquemas resultantes definitivos deberán ser réplica exacta de la instalación realmente ejecutada.

Los cables de los distintos circuitos de potencia, maniobra y control, deberán estar perfectamente marcados tanto en el cuadro eléctrico como en los esquemas unifilares diseñados a tal fin. La correspondencia entre las marcas físicas y las de esquema, será perfecta. Asimismo, en los circuitos de potencia, las marcas sobre cable serán dobles, de tal forma que además de indicar su número conforme a planos o esquemas, aparezca la denominación de la máquina concreta a la que da servicio. Esta última marca podrá realizarse con clemas, bornas de conexión o abrazando la manguera o cable multipolar correspondiente.

Las canalizaciones eléctricas deberán estar dimensionados al menos un 40 % respecto a las necesidades estrictas derivadas de las obras de ampliación actuales. Por tanto, deberá establecerse el espacio físico suficiente en las envolventes, chapa metálicas, embarrados de potencia, etc., para la obtención de este espacio de reserva.

Las canalizaciones eléctricas de exterior y montaje superficial se realizarán en PVC, si bien este material deberá ser de la máxima calidad y cumpliendo con las normas más estrictas en lo relativo a su protección contra radiaciones solares y resistencia mecánica.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Se exigirá al contratista certificado emitido por el fabricante, en donde se contemple este aspecto. La canalización eléctrica exterior, según el caso, podrá realizarse bajo tubo o bandeja.

Los cableados de mando, señalización y control se realizarán con cables de tensión de aislamiento 2500V a 50Hz durante 1minuto, con aislamiento PVC, especiales para cableados de cuadros. Las secciones, de acuerdo con la carga correspondiente, no serán inferiores a 1,5 mm².

Las conexiones de los circuitos de potencia se harán mediante terminales tipo de presión por tornillo y deberán dimensionarse de acuerdo con el tamaño nominal del contactor, independientemente de que la intensidad del motor a controlar sea sensiblemente inferior.

Todas las barras activas, horizontales y verticales, deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad. Sus características serán las apropiadas a la potencia del armario.

El interruptor automático para motor de cada arrancador será trifásico, para una tensión de servicio máxima de 660 V 50 Hz y un calibre igual o superior al tamaño del contactor, independientemente de que el valor de la intensidad del motor controlado sea inferior.

Además, dispondrán de dos contactos auxiliares (1 NA + 1 NC).

Los contactores serán trifásicos, para una tensión de servicio máxima de 660 V y 50Hz y deberán funcionar correctamente en todos los casos, con las tolerancias de la tensión de alimentación especificadas por la Norma CEI 158-1. Estas tolerancias son las siguientes:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Conexión: entre el 85% y el 110% de la tensión nominal de control
- Desconexión: entre el 65% y el 35% de la tensión nominal de control

Todos los contactos auxiliares libres (no utilizados) de los contactores serán cableados hasta la regleta de bornas.

Todos los motores mayores o iguales a 22 kW llevaran protección electrónica contra sobrecarga térmica, fallo de fase.

El resto de las salidas de motores serán protegidas mediante relés electrónicos de sobrecarga, regulables, compensados y diferenciales, con calibración de acuerdo a las características de los motores a proteger. El rearme de los mismos será manual desde el interior mediante un pulsador situado en el relé térmico.

Material:

- Interruptores: MERLIN GUERIN, UNELEC o METRON
- Contactores, pulsadores, lámparas y relés auxiliares: Telemecánica, SPRECHER o AGUT

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.2-. Armario de distribución interior.

Características

- Tensión nominal de empleo: 600 V
- Tensión nominal de aislamiento: 1.000
- Tensión de ensayo: 3.500 V durante 1seg
- Frecuencia nominal: 0 , 400Hz
- Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 2.500A
- Intensidades nominales en el embarrado vertical: de 100 a 1600A
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuito: 50kA (110kA de pico)
- Intensidad de corta duración: 50kA duración 1seg
- Protección contra agente exteriores: IP 44, según IEC, UNE

Proceso de pintura standard

- Desengrase en fase de vapor de tricloroetileno o percloroetano a 80°C
- Imprimación fosfatante WASH-PRIMER, PROFER de 6 a 10 micras con sobrecarga de 5minutos a 80°C o 30minutos a 25°C (ambiente)
- Emplastecida y lijada al agua para recogida de faltas
- Acabado: laca 1xTH de 15 a 20micras, con cocción al horno de 20minutos a 140°C, total espesor 25 a 30micras

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Color

- Paneles superiores e inferiores:
 - Laca gliceroptálica fungicida RAL (según cliente)
 - Envolvertes y puertas: laca gliceroptálica fungicida RAL (según cliente)

Especificación de las salidas

Acometida A (Entrada de transformadores)

- 1 interruptor automático tetrapolar, MERLIN-GUERIN de 1250 A poder de corte 60kA, con protección magnetotérmica, ejecución fija, conexión anterior, mando tumbler
- 3 transformadores de intensidad x/5 A, para el amperímetro
- 1 transformador de intensidad x/5 A, para cuadro mejora factor de potencia
- Bornas marcadas y conexiones efectuadas

Sobre la puerta

- 1 etiqueta de identificación de la celda
- 3 amperímetros de 72 x 72, 0-X/5A
- 1 voltímetro de 72 x 72, 0-500 V, con conmutador

Salidas (varios)

- Interruptor automático tetrapolar, MERLIN-GUERIN de 1600 A poder de corte 65kA, con protección magnetotérmica ejecución fija, conexión anterior, mando tumbler
- Bornas marcadas y conexiones efectuadas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Interruptor automático tetrapolar MERLIN GUERIN de 400 A poder de corte 65kA con protección magnetotérmica ejecución fija conexión anterior, mando tumbler
- Interruptores automáticos tetrapolar MERLIN GUERIN de 250 A poder de corte 65kA
- Interruptores automáticos tetrapolar MERLIN GUERIN de 160 A poder de corte 65kA
- Interruptor automático tripolar Merlin GUERIN de 1600 A poder de corte 65kA.
- Interruptor automático tetrapolar Merlin GUERIN de 40 A poder de corte 35KA.
- Interruptor automático tetrapolar motorizado Merlin GUERIN de 630 A poder de corte 45KA.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.3-. Armario fuerza motores general.

Características

1. Los armarios serán metálicos, totalmente cerrados y autoestables, con un grado de protección mínimo de IP44 según CEI - DIN 40050. Estarán constituidos por paneles verticales unidos lateralmente entre si, formando un conjunto único y rígido de frente común.

Estos paneles alojarán los interruptores de entrada y del equipo de medida, o bien en los arrancadores o alimentadores de salida, según proceda en cada caso.

2. El conjunto será construido con chapa de acero laminado en frío, de espesor no inferior a 2mm. excepto en aquellos elementos cuya rigidez esté asegurada por armaduras de refuerzo interior.

3. Los armarios estarán diseñados de tal forma que, tanto la estructura de los mismos como las barras principales (horizontales) y el resto de elementos instalados, sean capaces de soportar sin deterioro las sollicitaciones térmicas y dinámicas producidas por una intensidad de cortocircuito de 50kA eficaces.

4. Los armarios deberán ser fácilmente ampliables por ambos extremos, para lo cual dispondrán en cada uno de ellos de la aberturas adecuadas para el paso futuro de las barras principales. Estas aberturas dispondrán en dichos extremos de los taladros de fijación correspondientes. Deberán tener una reserva de espacio libre de un 25% mínimo, para posibles ampliaciones.

5. En cada armario se preverá, en la parte posterior inferior y de un extremo a otro del mismo, una barra general de tierra de cobre electrolítico de sección no inferior a 40x5mm². En cada extremo de dicha barra se dispondrá de un terminal del tipo de compresión para cable de cobre de 50 mm².

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Todas las partes metálicas no portadores de corriente, deberán estar puestas a tierra, conectándolas a la barra general de tierra antes citada. Asimismo, las puertas deberán llevar una conexión a tierra, mediante trenza o cable flexible de sección no inferior a 6 mm².

6. Todas las partes en tensión que sean accesibles, incluso con las puertas abiertas o con las unidades entraídas, deberán estar protegidas contra el contacto directo mediante cubiertas, pantallas aislantes o similares, para garantizar el grado de protección IP 20 según CEI 144.

7. Cada armario llevará en el frente placas indicadoras con la designación propia de cada panel y de cada unidad de fuerza.

Las placas o rótulos de identificación serán de plástico laminado negro, con las letras grabadas en blanco, e irán sujetas con tornillos de acero inoxidable o de plástico negro. No serán admitidos aquellos que vayan fijados mediante pegamento o adhesivos.

8. Los armarios se suministrarán totalmente cableados en taller hasta las regletas de bornas terminales, a las cuales se realizarán las conexiones exteriores. Las bornas, perfectamente identificadas y de la sección adecuada, estarán dispuestas de forma que resulte fácil el conexionado, revisión y sustitución.

No llevará ningún conductor al lado externo de las bornas (reservado para conexionado exterior). Además, nunca se llevará más de un hilo a un mismo lado de la borna y si esto fuera necesario se dispondrán bornas puenteables.

Todos los puentes o derivaciones que sea necesario realizar por algún motivo en el cableado interno, se harán mediante bornas auxiliares que no llevarán conexionado de cables exteriores.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Todos los contactos auxiliares estarán cableados hasta las regletas de bornas terminales, sean o no utilizados.

9. Los cableados de mando, señalización y control se realizarán con cables de tensión de aislamiento 2500V a 50Hz durante 1 minuto, con aislamiento PVC, especiales para cableados de cuadros. Las secciones, de acuerdo con la carga correspondiente, no serán inferiores a 1,5 mm².

10. Todos los cables exteriores tanto de alimentación, interconexión, potencia como de control podrán entrar en los armarios, tanto por la parte inferior como por la superior.

Las conexiones de los circuitos de potencia se harán mediante terminales tipo de presión por tornillo y deberán dimensionarse de acuerdo con el tamaño nominal del contactor, independientemente de que la intensidad del motor a controlar sea sensiblemente inferior.

11. Todas las barras activas, horizontales y verticales, deberán ser de cobre electrolítico de alta conductividad.

Sus características serán las apropiadas a la potencia del armario.

12. El interruptor automático para motor de cada arrancador será trifásico, para una tensión de servicio máxima de 660V, 50Hz y un calibre igual o superior al tamaño del contactor, independientemente de que el valor de la intensidad del motor controlado sea inferior.

Además, dispondrán de dos contactos auxiliares (1 NA + 1 NC).

13. Los contactores serán trifásicos, para una tensión de servicio máxima de 660V y 50Hz y deberán funcionar correctamente en todos los casos, con las tolerancias

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

de la tensión de alimentación especificadas por la Norma CEI 158-1. Estas tolerancias son las siguientes:

- a) Conexión: entre el 85% y el 110% de la tensión nominal de control
- b) Desconexión: entre el 65% y el 35% de la tensión nominal de control

Todos los contactos auxiliares libres (no utilizados) de los contactores serán cableados hasta la regleta de bornas.

14. Todos los motores mayores o iguales a 22kW llevaran protección electrónica contra sobrecarga térmica, fallo de fase.

El resto de las salidas de motores serán protegidas mediante relés electrónicos de sobrecarga, regulables, compensados y diferenciales, con calibración de acuerdo a las características de los motores a proteger. El rearme de los mismos será manual desde el interior mediante un pulsador situado en el relé térmico.

15. La tensión de control para el mando de los equipos será suministrada por medio de uno o dos transformadores de control protegido mediante automáticos tanto en el primario como en el secundario.

El transformador de control irá ubicado preferentemente en el panel de entrada de la alimentación y estará ampliamente dimensionado para que la máxima caída de tensión en las condiciones más desfavorables no exceda en ningún caso de un 5% de la tensión nominal secundaria.

16. Material:

Interruptores: MERLIN GUERIN, UNELEC o METRON

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Contactores, pulsadores,

lámparas y reles auxiliares: Telemecánica, SPRECHER o AGUT

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.4.Cable eléctrico

Características generales

- Marca: GRUPO GENERAL CABLE ó equivalente
- Tipo: VULCANPREX PLAS
- Designación: RHV 12/20 kV
- Sección: 150 mm²
- Tensión de prueba: 30kV
- Conductores: Cuerdas de aluminio
- Características del cable: según UNE 20003 y UNE 21085
- Formación del conductor: según UNE 21022
- Resistencia del conductor: según UNE 21022

Características aislamiento

- Tipo de aislamiento: Polietileno reticulado XLPE/PRC
- Temperatura máxima en servicio: 90 °C
- Temperatura máxima cortocircuito: 250 °C

Característica mecánica del aislamiento

- Sin envejecimiento
 - Resistencia a la rotura: 1.250 N/cm² min
 - Alargamiento a la rotura: 200% min

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Después envejecimiento estura de aire
 - Temperatura tratamiento 135°C
 - Duración tratamiento 168 horas
 - Variación del valor inicial de la resistencia a la rotura: ± 25 máx
 - Variación del valor inicial del alargamiento: ± 25 máx

Características físico-químicas del aislamiento

- Termoplasticidad: Termoestable
- Alargamiento en caliente bajo carga: máx.175% durante 15min a 200°C
- Absorción de agua: 0,8mg/cm² máx

Características eléctricas del aislamiento

- Constante a 20°C: min 10.000MW km
- Resistividad transversal a 20°C: ® ¥
- Pérdidas dieléctricas a temperatura servicio: máx 80x10⁻⁴
- Resistividad térmica: 350°C cm/W

Característica física del cable

- Espesor radial de aislamiento: 5,5mm
- Diámetro sobre aislamiento: 27,2mm
- Diámetro exterior aprox.: 32mm
- Peso aproximado: 1.160 kg/km

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Radio mínimo de curvatura: 470mm

Características eléctricas del cable

- Capacidad: 0,262m F/km
- Reactancia: 0,102W/km
- Intensidad admisible en régimen permanente: 315 A para cable enterrado y a 20°C
- Caída de tensión entre fases
 - Con $\cos = 0,8$ 0,46 V/A km
 - Con $\cos = 1$ 0,45 V/A km

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.5. Cable cobre desnudo 50, 35mm

Características

- Material: cobre
- Carga de rotura: 250 a 300 N/mm²
- Alargamiento a la rotura: 25 a 30%
- Tratamiento: recocido
- N° de alambres: de 7 a 19
- Densidad: 8,89 kg/dm³
- Punto de fusión: 1083°C

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.6. Pica tierras

Características

- Material: acero cobrizado molecularmente unidos
- Longitud: 2000mm
- Diámetro: 16mm
- Normas: UNESA 6501 E
- Suplementos: grapas fijación cable fabricadas en cobre con tornillo de fijación de latón

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.7. Cable eléctrico B.T.

Características

- Marca: Grupo General Cable ó equivalente
- Tipo: VULCAN PREX rígido
- Designación: RV 0,6/1kV
- Sección: mínima 1,5mm²
- Tensión de aislamiento: 0,6/1kV
- Conductores: cuerdas de cobre recocido
- Características del cable: según UNE 20003 y UNE 21085
- Formación del conductor: según UNE 21022
- Resistencia del conductor: según UNE 21022
- Tipo de aislamiento: polietileno reticulado XLPE/PRC
- Temperatura máxima en servicio: 90°C
- Temperatura máxima de cortacircuito: 250°C
- Resistencia al agrietamiento: termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas: termoestable
- Constante de aislamiento: mínimo 10000 M W km a 20°C
- Resistividad térmica: 350°C cm/W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.8. Cable eléctrico B.T. apantallado

Características

- Marca: Grupo General Cable ó equivalente
- Tipo: Vulcan PREX rígido apantallado
- Designación: RCHV 0,6/1kV
- Sección: mínima 1,5 mm²
- Tensión de aislamiento: 0,6/1kV
- Conductores: cuerdas de cobre recocido
- Características del cable: según UNE 20003 y UNE 21085
- Formación del conductor: según UNE 21022
- Tipo de aislamiento: polietileno reticulado XLPE/PRC
- Temperatura máxima en servicio: 90°C
- Temperatura máxima de cortacircuito: 250°C
- Resistencia al agrietamiento: termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas: termoestable
- Constante de aislamiento: mínimo 10.000 M W km a 20°C
- Resistividad térmica: 350°C cm/W
- Pantalla: hilo de cobre de 0,2mm

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.9. Cable eléctrico B.T. Multipolar

Características

- Marca: Grupo General Cable ó equivalente
- Tipo: VULCAN PREX rígido multipolar
- Designación: RVFV 0,6/1kV
- Sección: mínima 1,5mm²
- Tensión de aislamiento: 0,6/1kV
- Tensión de prueba: 3500V
- Conductores: cuerdas de cobre recocido
- Características del cable: según UNE 20003 y UNE 21085
- Formación del conductor: según UNE 21022
- Tipo de aislamiento: polietileno reticulado XLPE/PVC
- Temperatura máxima en servicio: 90°C
- Temperatura máxima de cortacircuito: 250°C
- Resistencia al agrietamiento: termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas: termoestable
- Constante de aislamiento: mínimo 10000 M W km a 20°C
- Resistividad térmica: 350°C cm/W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.10. Cable eléctrico B.T. Unipolar

Características

- Marca: Grupo General Cable ó equivalente
- Tipo: rígido y cuerda
- Designación: 07Z1-u/v
- Sección: mínima 1,5 a 10mm²
- Tensión de aislamiento: 750 V
- Conductores: cuerdas de cobre recocido
- Características del cable: según UNE 21030 y UNE 21123
- Formación del conductor: según UNE 21022
- Tipo de aislamiento: policloruro de vinilo (PVC)
- Temperatura máxima en servicio: 70°C
- Temperatura máxima en cortocircuito: 160°C
- Resistencia al agrietamiento: termoestable
- Resistencia a bajas temperaturas: termoestable
- Constante de aislamiento: mínimo 367 M W km a 20°C
- Resistividad térmica: 600°C cm/W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.11. Bandeja rejilla metálica

Características

- Bandeja metálica de varilla de acero al carbono o acero inoxidable AISI-304/316, electrosoldadas, de diámetro:

ALA 35:	4,5mmf
60x60: †	
100x60: †	4,5mmf
150x60: †	
Resto ALA -60:	5mmf
ALA-100:	5mmf

Con bordes de seguridad y tratamiento de:

- Zincado bicromatado de 8 micras de espesor según UNE 35-552-73
- Galvanizado en caliente de espesor > 70 micras según UNE 37-510-88
- En acero inoxidable: posivado
- Cargas: según dimensiones:
 - en tramos de 1m de 40 a 100kg m.L.
 - en tramos de 1,5m de 30 a 80kg m.L.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.12. Bandeja rejilla PVC

Características

- Sistema de bandeja para cables en PVC rígido
- Temperatura servicio: - 20°C a + 60°C
- Rigidez dieléctrica: UNE 21316-74 $\geq 240\text{kV/cm}$
- Comportamiento al fuego: clasificación II F4, según NF F 16.101-1988
- Reacción del fuego: clasificación M1 (no inflamable) UNE 23.727-90
- Ensayo hilo incandescente: autoextinguible a 960°C extinción inmediata sin goteo del material inflamado o de partículas incandescentes según UNE 20.672-83
- Ensayo de inflamación: grado UL 94-VO, según ANSI/UL 94-1990
- Coeficiente de dilatación lineal: 0,07 mm/°C.m
- Protección contra los daños mecánicos: UNE 20.324-93 GRADO IP XX9
- Anticorrosión: Resistencia ambientes húmedos, salinos y químicamente agresivos
- Aislamiento: Gran rigidez dieléctrica

No precisa puesta a tierra

- Comportamiento en intemperie: excelente
- Índice de oxígeno (L.O.I.): L.O.I. ³ 52, según NFT 51-071-1985

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.13. Caja de distribución de poliéster

Características

- Cuerpo y tapa en material autoextinguible, de gran resistencia mecánica, clasificadas de "doble aislamiento"
- Protección IP 557 según norma UNE 20324
- Protección total contra los contactos en las partes bajo tensión
- Protección contra los chorros de agua
- Entradas equipadas con conos eléctricos, pudiéndose equipar con prensaestopas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.14. Caja de distribución de aluminio

Características

- Cuerpo y tapa de aluminio fundido por inyección
- Pintura vitrificada al horno
- Grado de protección: IP 557 según norma UNE 20324
- Protección total contra los contactos en las partes bajo tensión
- Protección contra los chorros de agua
- Utilización para tubo de acero Pg
- Cierre de caja y tapa sobre junta de goma de alta calidad
- Apriete por medio de tornillo

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.15. Tubo de acero PG

Características

- Acero de calidad ST-35
- Soldado con tolerancia DIN 1.629
- Dimensiones según DIN 49.020
- Roscado según DIN 40430
- Grado de protección de 7 a 9 UNE 20.324
- Galvanizado exterior electrolítico
- Cumple las normas de R.B.T.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.16. Tubo de PVC corrugado

Características

- Resistencia al
- aplastamiento: ASTM D 2412-68 (tubo NW-100 deformación D/2) 850kg/m
- Resistencia al vacío: 760 mmHg
- Resistencia al choque: DIN 1187
- Resiste a 0C desde 2m de altura 1kg
- Resistividad eléctrica superficial: 3.106 M W
- Resistividad eléctrica transversal: 02 M W/cm/cm²
- Constante dielectrica a: 104Hz 0,018
- Tensión de perforación: 50 kV/mm

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.17. Tubo de PVC, Pg

Características

- Material: resina de policloruro de Vinilo exentas de plastificante
- Inalterabilidad a los ambientes húmedos y corrosivos, resistente al contacto de grasas y aceites
- Rigidez dieléctrica: 25kV eficaces durante 1 minuto
- Resistencia de aislamiento: entre 4,5 a 5-10MW
- Resistencia al calor: mantenidos en un ambiente a 70°C durante 1 hora
- Resistencia al fuego: el material se considera autoextinguible
- Grado de protección: 3 ó 5
- Normas: R.B.T.
UNE 20.324
DIN 40020
- Nivel de aislamiento: $\leq 4000V$
- Resistencia a aplastamiento: ≥ 850 de N/m lineal
- Peso aproximado: 450gr
- Color: negro

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.18. Cajas estancas dos pulsadores – marcha y paro

Características

- Material en aleación ligera de aluminio
- Protección: IP 65 según IEC 529
- Tapa frontal con junta de neopreno
- Mando dos pulsadores de marcha y uno de paro
- Sujeción tapa mediante tornillo a rosca
- Tensión máxima de servicio: 500 V
- Entradas y salidas de cables pueden efectuarse por la parte superior o inferior
- Tornillo para la puesta a tierra
- Normas fabricación: IEC 337-1; NFC 63-140; VDE 0660 parte 2
- Tratamiento de protección: "TC"
- Resistencia vibraciones: 15g (de 40 a 500Hz) según IEC 68-2-G
- Intensidad nominal térmica: 10A según IEC 337-1

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.19. Luminaria empotrable

Características

- Marca: METAL MAZDA ó equivalente
- Modelo: HALCON
- Tipo: luminaria empotrable con difusor de celosía laminar con puente en forma de V proporcionando un mínimo deslumbramiento, longitudinal y transversalmente
- Difusor: chapa esmaltada en color blanco, fijándose mediante dos muelles de saeta introducidos en el fondo del chasis, balastro de alta calidad y bajas pérdidas
- Nivelación: mediante una pestaña o aleta perimetral de 26,5mm que realiza a la vez la función de tapajuntas
- Equipos arranque: incorporado
- Instalación: empotrada
- Protección: IP-30
- Clase: 1
- Lámpara: fluorescente blanco brillante
- Potencia: 2x36W
- Dimensiones: 1267x307x142mm

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.20. Luminaria estanca

Características

- Marca: METAL MAZDA ó equivalente
- Modelo: PARK-236-N
- Tipo: luminaria industrial de chasis en poliéster, reforzado con fibra de vidrio.
- Difusor: metacrilato, provisto de cierres articulados impermeables con junta de neopreno, especialmente perfilada e incorporada ofreciendo una perfecta estanqueidad.
- Reflector: metálico
- Equipos arranque: incorporado
- Instalación: adosada
- Protección: estanca IP65
- Clase: 1
- Rendimiento: 78%
- Lámpara: fluorescente blanco brillante
- Potencia: 2x36W
- Dimensiones: 1280x120x116mm
- Peso: 7,1kg

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.21. Luminaria adosable

Características

- Marca: METAL MAZDA ó equivalente
- Modelo: EUROPA
- Tipo: Luminaria industrial en chapa de acero pintado en color blanco epoxipoliéster
- Fijación: pieza de anclaje en chapa galvanizada
- Equipo de arranque: de A.F. incorporado y cableado
- Protección: IP 20 - clase 1
- Clase: Regleta
- Instalación: adosada
- Lámpara: fluorescente de 36W
- Potencia: 1x36W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.22. Aparato autónomo de emergencia

Características

- Marca: LEGRAN – URA o equivalente
- Alimentación: 220 V, 50Hz
- Tiempo de carga: menos de 24 horas
- Acumuladores estancos: Ni-Cd
- Lámparas de emergencia: fluorescente
- Potencia lámpara: 9 W-PL
- Limitador de descarga:
- Fusible de protección: 0,2 A
- Cuatro entradas desfondables para prensaestopas Pg 11
- Base de PVC
autoextinguible: 960°C
- Difusor y reflector de policarbonato
autoextinguible: 850°C
- Protección: IP-223
- Normas de fabricación: UNE 20392/75
- Lúmenes: 300lm
- Autonomía: 1 hora
- Superficie: 47m²
- Montaje: empotrado

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.23. Celda de línea

Características de la celda SSM16

Celda Merlin Gerin de seccionamiento gama SM6, modelo SSM16, de dimensiones: 375mm. de anchura, 940mm. de profundidad, 1.600mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24kV y 16kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.24. Celda de protección general

Características de la celda DM1D

Celda Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1D, de dimensiones: 750mm. de anchura, 1.220mm. de profundidad, 1.600mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes, de 16kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24kV, intensidad de 400A, poder de corte de 16kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220V c.a., 50Hz.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Preparada para salida lateral inferior por barrón a derechas.
- 3 Transformadores toroidales para la medida de corriente mediante Sepam.
- Relé Sepam T20 destinado a la protección general o a transformador.

Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:

- Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
- Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente, imagen térmica (49rms).
- Medida de las distintas corrientes de fase.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io).
- El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).
- El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.
- Enclavamiento por cerradura tipo E11 impidiendo maniobrar en carga el seccionador de la celda DM1-D e impidiendo acceder a la celda de transformador sin abrir el circuito.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.25.Cinta de señalización

Características

- Material: PVC
- Espesor: 0,3mm
- Ancho: de 20 a 30cm
- Señalización: rayo y peligro de muerte

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.26. Columnas proyector alumbrado exterior

Columnas

Columnas troncocónicas con placa, fabricada en chapa de acero de 3mm de espesor, sección circular, con base y portezuela abisagrada provista de cerradura.

- Conicidad: 13% \pm 2,5%
- Tipo de acero: A-37b s/n UNE 36080 (3R)
- Recubrimiento: galvanizado en caliente por inmersión, s/n, AAM-3A1-2

Dimensiones

- Altura: 10m
- Diámetro en punta: 60mm
- Diámetro en casquillo: 50mm
- Puerta:
 - Altura: 335mm
 - Anchura: 180mm
- Con soporte para proyectores: estancos
- Distancia desde puerta al suelo: 320mm

Proyector

Características

- Marca: METAL MAZDA o equivalente
- Modelo: CORMORAN-TEC

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Tipo: luminaria aparatos (proyectores)
- Equipo arranque
dos niveles: incorporado para sodil alta presión
- Difusor extensivo:
- Material: aluminio inyectado pintado en poliester
- Protección: IP-56 UNE 20324-78
- Lámpara: vapor de sodio alta presión
- Potencia: 400 W
- Tensión: 220 V
- Cierre: de cristal plano templado
- Reflector: de aluminio brillantado y anodizado
- Fijación: horquilla de aluminio galvanizado
- Cristal: "securit" de cierre con junta de silicona

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7.2.27. Luminaria mural alumbrado exterior

Características

- Marca: CARANDINI ó equivalente
- Modelo: Sidelite
- Tipo: 1
- Equipo de arranque: incorporado
- Cierre: Policarbonato inyectado
- Acabado: Marrón
- Protección: IP-66
- Reflector: Aluminio
- Lámpara: vapor de sodio alta presión
- Tensión: 220V
- Potencia: 70W

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

DOCUMENTO III

ANEXO VIII

PRESUPUESTO DE EXPLOTACIÓN

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

8. Presupuesto de explotación

1. Costes de explotación.....	5
1.1. Salarios.....	5
1.2. Consumo eléctrico.....	5
1.3. Consumo de producto químico.....	6
1.4. Teléfono, fax y oficina.....	6
1.5. Analíticas.....	6
1.6. Amortización.....	7
1.6.1. Inversión para 22.000hab. Equivalentes.....	7
1.6.2. Tiempo de amortización.....	7
1.7. Resumen costes totales anuales.....	7
1.8. Precio total costes de explotación.....	8
2. Precio venta del agua depurada.....	8
3. Viabilidad.....	8
3.1. Valor Actual Neto (VAN).....	9
3.2. Tasa Interna de Rentabilidad (TIR).....	10
3.3. Periodo de Retorno.....	11
4. Conclusión.....	11

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.-Costes de explotación

1.1.-Salarios

Personal	Unidades	Sueldo bruto	Seguridad social	Coste final de personal
Encargado de sección	4	€ 105.270,56	€ 31.581,17	€ 102.70,56
Oficial 1º administrativo	1	€ 22.317,06	€ 6.695,12	€ 2.317,06
Titulado grado medio	1	€ 33.001,97	€ 9.900,59	€ 33.001,97
Oficial 1º	1	€ 23.983,10	€ 7.194,93	€ 23.983,10
Analista	1	€ 23.148,89	€ 6.944,67	€ 23.148,89
Gastos de personal E.D.A.R.	207.721,58	€/año		
Gastos de personal Terciario	20.772,16	€/año		

Hay que destacar, en este caso, para el mantenimiento, explotación y supervisión del tratamiento terciario se ha optado por estimar que los gastos de personal son el 10% del total de los gastos de personal de toda la E.D.A.R.

1.2.-Consumo eléctrico

Precio (€/kWh=0,12)	Uds. funcionando	KW/h	Total (kW/h)	Gasto (€/h)	Qdiseño (m³/h)	Precio (€/m³ agua)	
Proceso físico-químico							
	Bombas dosificadoras físico-químico	2,00	0,37	0,74	0,09	309,37	2,87E-004
	Variador de frecuencia	2,00	0,75	1,50	0,18	309,37	5,82E-004
	Agitadores proceso físico-químico						
	Coagulación	1,00	4,00	4,00	0,48	309,37	1,55E-003
	Floculación	4,00	0,37	1,48	0,18	309,37	5,74E-004
	Preparador de polielectrolito	1,00	0,18	0,18	0,02	309,37	6,98E-005
Proceso decantación lamelar							
	Bombas extracción de fangos	3,00	1,20	3,60	0,43	309,37	1,40E-003
Proceso filtración							
	Bombas impulsión limpieza filtro	2,00	95,28	190,56	22,87	309,37	7,39E-002
	Soplantes limpieza filtros	1,00	55,00	55,00	6,60	309,37	2,13E-002
Proceso desinfección lámparas UV							
	Lámparas wedeko serie LBX200e	2,00	3,40	6,80	0,82	309,37	2,64E-003

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Precio (€/kWh=0,12)	Uds. funcionando	KW/h	Total (kW/h)	Gasto (€/h)	Qdiseño (m³/h)	Precio (€/m³ agua)
Proceso cloración						
	1,00	0,75	0,75	0,09	309,37	2,91E-004
	1,00	0,75	0,75	0,09	309,37	2,91E-004
Estación de bombeo						
	1,00	75,00	75,00	9,00	309,37	2,91E-002
	1,00	55,00	55,00	6,60	309,37	2,13E-002
TOTAL apartado 1.2			395,36	22,63	309,37	7,31E-002

1.3.-Consumo de producto químico

	mg/l	Precio (€/kg)	Gasto (€/h)	Precio (€/m³ agua)
Coagulante (Sulfato de aluminio)	10,00	0,50	1,55	5,00E-003
Floculante (poliacrilamida aniónica)	1,00	3,00	0,93	3,00E-003
Hipoclorito de sodio	4,66	0,40	0,58	1,86E-003
TOTAL apartado 1.3.			3,05	9,86E-003

1.4.-Teléfono, fax y oficina

Se ha estimado, que el valor en euros al año de este apartado sea un 0,05% de los gastos de la E.D.A.R. Por lo que será de:

Gastos teléfono, fax y oficina: 6 €/año

1.5.-Analíticas de laboratorio

	Veces año	Precio (€)	Subtotal año (€/año)	Total año (€año)
DBO5	96	1	96	960
DQO	96	1	96	
SS	96	1	96	
Fosforo	96	1	96	
Nitrógeno	96	1	96	
NO3	96	1	96	
NH4	96	1	96	
Turbidez	96	1	96	
Escherichia coli	96	1	96	
Nematodos intestinales	96	1	96	

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.6. Amortización

1.6.1.-Inversión para 22000 habitantes equivalentes

	Importe en euros
Obra civil	220.800,27
Equipos electromecánicos	488.546,14
Instalaciones eléctricas	139.892,33
Automatismos y control	289.317,14
Seguridad y salud	13.548,56
Explotación etapa pruebas de funcionamiento	55.465,54
TOTAL apartado 1.6.1	

	Total (€)
Total presupuesto ejecución material	1.207.569,98

1.6.2.-Tiempo a Amortización

	€/año
Amortización	103.368,14

En este caso, los apartados de obra civil, seguridad y salud y explotación etapa pruebas de funcionamiento se quiere amortizar a 25 años mientras que los apartados de equipos electromecánicos, instalaciones eléctricas y automatismos y control se amortizarán a 12 años.

1.7.-Resumen costes totales anuales

	€/año
Salarios	20.772,16
Consumo energético	201.685,25
Consumo de reactivos químicos	26.366,05
Teléfono, fax y material de oficina	6,00
Análisis	960,00
Amortización	103.368,14
Total	353.157,59

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.8. Precio total costes explotación

	Total año (€/año)	€/h	€/m³
Coste total	353.157,59	40,87	0,13

2-. Precio venta del agua depurada

En primer lugar se va a estudiar el agua depurada que se tendría que dar en los 12 primeros años para amortizar la planta. Según consejos de la Jefa de Planta de la E.D.A.R. de La Pobra de Fumals, hemos multiplicado el valor del coste de depurar el agua por 1,2. Siendo el precio de venta:

	€/m³	€/h	€/año
Precio de venta	0,16	49,05	423.789,11

3-. Viabilidad

En primer lugar se acepta una vida útil de la planta de 25 años.

Para estudiar la viabilidad se van a calcular los beneficios, los flujos de caja. A partir de lo anterior se calculara el valor actual neto, la Tasa interna de rentabilidad y el Periodo de retomo.

Para esto se sabe lo siguiente:

Beneficios:

Beneficio bruto = Ingresos – Gastos totales

Beneficio neto = Beneficio bruto – Impuestos

Impuestos = 25% del Beneficio bruto

Cash flow, flujo de caja

FC = Beneficio neto + amortización

Valor actual neto

$$VAN = -Inversión + \sum_{n=0}^N \frac{FC}{(1 + i_r)^n}$$

Periodo de retomo, Pay back

PR = Inversión / Beneficio promedio anual

Tasa interna de rentabilidad

La tasa de actualización i_r que hace 0 el VAN.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3.1.- Valor actual neto (VAN)

Con una tasa de actualización del $i = 7\%$

Y un IPC del 2,5%

También contamos con que el precio del agua depurada es de 0,16€/m³

Año	1	2	3	4	5
Amortización	103.368,14	105.952,34	108.601,15	111.316,18	114.099,08
Coste total	353.157,59	361.986,53	371.036,19	380.312,10	389.819,90
Ingresos	423.789,11	434.383,83	445.243,43	456.374,51	467.783,88
B. Bruto	70.631,52	72.397,31	74.207,24	76.062,42	77.963,98
B. Neto	45.910,49	54.297,98	55.655,43	57.046,81	58.472,98
Suma beneficios	45.910,49	100.208,47	155.863,89	212.910,71	271.383,69
FC	149.278,62	153.010,59	156.835,85	160.756,75	164.775,67
FC/(1+i) ⁿ	139.512,73	133.645,37	128.024,77	106.433,59	99.470,65
Sum FC/(1+i) ⁿ	139.512,73	273.158,10	401.182,88	507.616,47	607.087,12
VAN	-1.333.722,65	-1.060.564,54	-932.539,77	-826.106,17	-726.635,53

Año	6	7	8	9	10
Amortización	116.951,56	119.875,35	122.872,23	125.944,04	129.092,64
Coste total	399.565,40	409.554,53	419.793,39	430.288,23	441.045,43
Ingresos	479.478,47	491.465,44	503.752,07	516.345,87	529.254,52
B. Bruto	79.913,08	81.910,91	83.958,68	86.057,65	88.209,09
B. Neto	59.934,81	61.433,18	62.969,01	64.543,23	66.156,82
Suma beneficios	331.318,50	392.751,68	455.720,69	520.263,93	586.420,74
FC	168.895,06	173.117,44	177.445,37	181.881,51	186.428,54
FC/(1+i) ⁿ	112.541,91	107.808,84	103.274,82	98.931,49	94.770,82
Sum FC/(1+i) ⁿ	719.629,03	827.437,87	930.712,69	1.029.644,18	1.124.415,00
VAN	-614.093,62	-506.284,78	-403.009,96	-304.078,47	-209.307,65

Año	11	12	13	14	15
Amortización	132.319,95	135.627,95	0,00	0,00	0,00
Coste total	452.071,57	463.373,36	335.939,04	344.337,52	352.945,96
Ingresos	542.485,88	556.048,03	569.949,23	584.197,96	598.802,91
B. Bruto	90.414,31	92.674,67	234.010,19	239.860,44	245.856,96
B. Neto	67.810,74	69.506,00	175.507,64	179.895,33	184.392,72
Suma beneficios	654.231,48	723.737,48	899.245,12	1.079.140,45	1.263.533,17
FC	191.089,26	195.866,49	175.507,64	179.895,33	184.392,72
FC/(1+i) ⁿ	90.785,13	86.967,06	72.829,43	69.766,51	66.832,41
Sum FC/(1+i) ⁿ	1.215.200,13	1.302.167,19	1.374.996,62	1.444.763,13	1.511.595,54
VAN	-118.522,52	-31.555,46	41.273,98	111.040,49	177.872,89

Año	16	17	18	19	20
Amortización	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coste total	361.769,61	370.813,85	380.084,19	389.586,30	399.325,95
Ingresos	613.772,98	629.117,31	644.845,24	660.966,37	677.490,53
B. Bruto	252.003,38	258.303,46	264.761,05	271.380,08	278.164,58
B. Neto	189.002,53	193.727,60	198.570,79	203.535,06	208.623,43
Suma beneficios	1.452.535,71	1.646.263,30	1.844.834,09	2.048.369,15	2.256.992,58
FC	189.002,53	193.727,60	198.570,79	203.535,06	208.623,43
FC/(1+i) ⁿ	64.021,70	61.329,20	58.749,93	56.279,14	53.912,26
Sum FC/(1+i) ⁿ	1.575.617,24	1.636.946,43	1.695.696,36	1.751.975,50	1.805.887,76
VAN	241.894,59	303.223,79	361.973,72	418.252,86	472.165,12

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Año	21	22	23	24	25
Amortización	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coste total	409.309,10	419.541,83	430.030,38	440.781,14	451.800,66
Ingresos	694.427,80	711.788,49	729.583,20	747.822,78	766.518,35
B. Bruto	285.118,69	292.246,66	299.552,83	307.041,65	314.717,69
B. Neto	213.839,02	219.185,00	224.664,62	230.281,24	236.038,27
Suma beneficios	2.470.831,60	2.690.016,60	2.914.681,22	3.144.962,45	3.381.000,72
FC	213.839,02	219.185,00	224.664,62	230.281,24	236.038,27
FC/(1+ir) ⁿ	51.644,92	49.472,94	47.392,30	45.399,17	43.489,86
Sum FC/(1+ir) ⁿ	1.857.532,69	1.907.005,62	1.954.397,93	1.999.797,09	2.043.286,95
VAN	523.810,04	573.282,98	620.675,28	666.074,45	709.564,30

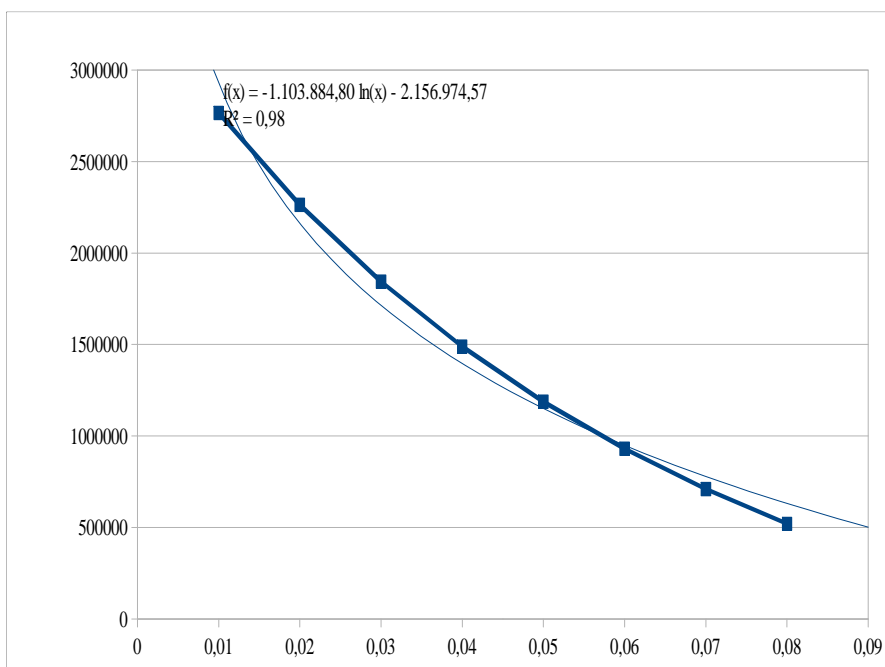
Por lo que el VAN, tendrá un valor de 709.564,30, a los 25 años.

3.2.- Tasa Interna de Rentabilidad (TIR)

Para calcular este valor se calcula el VAN para diferentes tasas internas de rentabilidad y se estudia para que valor de la tasa se hace cero el VAN.

Ir	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
VAN ₂₅	2.765.358,85	2.264.040,67	1.843.194,89	1.488.035,06	1.186.734,90	929.797,23	709.564,30	519.836,64

Se presenta un gráfico con estos valores y se obtiene la ecuación. Se despeja la tasa con un valor de VAN = 0.



Iguando la ecuación obtenida a cero obtenemos el TIR:

$$\text{TIR} = 0,1417 = 14,17\%$$

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3.3. Período de retorno

Se calcula el período de retorno dinámico (teniendo en cuenta la tasa de actualización) y el estático (sin tenerla en cuenta) cogiendo como válido el período de retorno dinámico.

PR.estático	9,87
PR.dinámico	10,89

4. Conclusión

De los valores obtenidos puede sacarse las conclusiones siguientes:

Podemos apreciar que con un precio del agua 1,2 veces el precio de depuración, el valor del VAN a los 25 años, que es la vida útil del tratamiento terciario, es muy elevado. Apreciando además que a los 13 años el VAN pasa a ser positivo lo que significa que recuperamos la inversión inicial.

El Período de retorno dinámico es mucho menor que la vida útil del tratamiento terciario, por lo que tendrá bastante tiempo para generar beneficios.

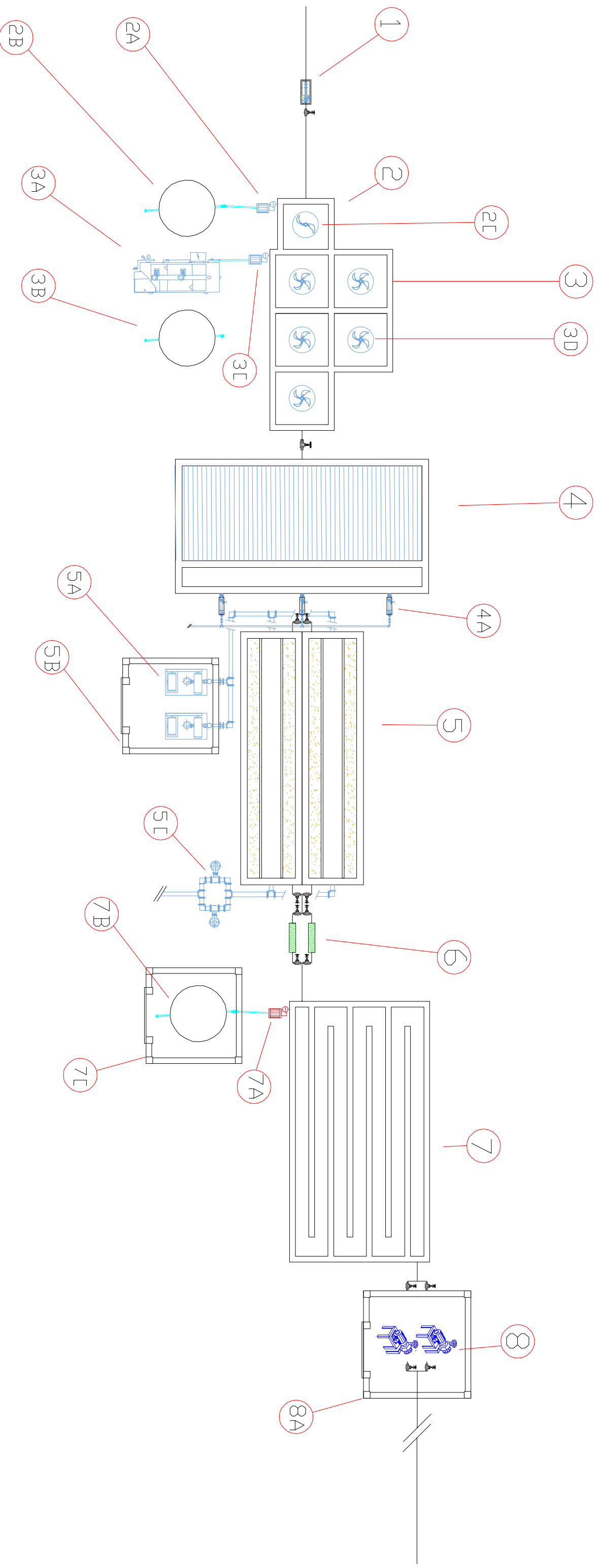
El TIR está muy por encima de la tasa de actualización, esto quiere decir que la instalación será muy rentable.

Cabe destacar también, que el precio de venta para el cual el VAN₂₅ se hace 0 a los 25 años, recuperando la inversión durante el tiempo de vida útil de la instalación es de 1,01€.

DOCUMENTO IV

PLANOS

1-. Caudalímetro de entrada 2-. Cámara de floculación 2A-. Bomba dosificadora sulfato de aluminio 2B-. Depósito sulfato de aluminio 2C-. Agitador cámara coagulación 3-. Cámara de floculación 3A-. Cubas preparación polielectrolito 3B-. Depósito polielectrolito 3C-. Bomba dosificadora polielectrolito 3D-. Agitadores cámara floculación 4-. Decantador lamelar 4A-. Bombas extracción de fangos 5-. Filtros de arena 5A-. Soplanges 5B-. Caseta soplanges 5C-. Bombas limpieza filtros e impulsión 6-. Lámparas desinfección UV 7-. Canal cloración 8-. Bombas de impulsión 8A-. Estación de bombeo 9-. Depósito almacenamiento



Autor: <i>Javier Alcaide Pérez</i>	Proyecto: Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas	Contenido: Equipos	Fecha: 30/09/2016 Escala: 1:200
---------------------------------------	--	------------------------------	--

DOCUMENTO V

PLIEGO DE CONDICIONES

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5. PLIEGO DE CONDICIONES.....	8
5.1. Objetivo.....	8
5.2. Ámbito de aplicación.....	8
5.3. Disposiciones generales.....	10
5.3.1. Contraindicaciones y omisiones del proyecto.....	10
5.3.2. Autoridad del Ingeniero Director	10
5.3.3. Subcontratos.....	10
5.3.4. Condiciones de tipo general de los materiales, sus aparatos y su procedencia.....	11
5.3.5. Plazo de comienzo y ejecución.....	11
5.3.5.1. Sanciones por retrasos de las obras.....	12
5.3.6. Obras de reforma y mejora.....	12
5.3.6.1. Trabajos defectuosos.....	12
5.3.7. Recepción provisional de las obras.....	14
5.3.8. Medición definitiva de los trabajos.....	15
5.3.9. Plazo de garantía.....	15
5.3.10. Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	15
5.3.11. Recepción definitiva.....	15
5.3.12. Obligaciones de la Contrata.....	16
5.3.13. Responsabilidades de la Contrata.....	18
5.3.14. Seguridad e higiene en el trabajo.....	18
5.4. Condiciones Técnicas que han de cumplir los materiales.....	19
5.4.1. Aguas.....	20
5.4.2. Arenas.....	21
5.4.3. Grava para hormigones.....	21
5.4.4. Cementos utilizables.....	22
5.4.5. Mortero de cemento Portland.....	23
5.4.6. Hormigones.....	24
5.4.7. Acero para armar.....	25
5.4.8. Materiales no consignados en este pliego.....	25
5.4.9. Aluminio.....	25
5.4.10. Sellantes.....	26

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.5. Condiciones Técnicas que ha de cumplir la ejecución.....	26
5.5.1. Condiciones generales de la ejecución.....	27
5.5.1.1. Replanteo.....	27
5.5.1.2. Movimiento de tierra-agotamiento.....	27
5.5.1.3. Pocería y saneamiento.....	28
5.5.1.4. Estructura	29
5.5.1.5. Carpintería de armar, de taller y metálica.....	30
5.5.1.6. Fontanería y apartados asociados.....	31
5.5.1.7. Electricidad	31
5.5.1.8. Evacuación de gases, humos y ventilación.....	32
5.5.1.9. Ayudas.....	32
5.5.2. Especificaciones sobre control de calidad.....	33
5.5.3. Medición, valoración y abono de las unidades de obra.....	35
5.5.3.1. Movimiento de tierra.....	36
5.5.3.2. Saneamiento	37
5.5.3.3. Cimentación y estructura.....	38
5.5.3.4. Aislantes e impermeabilizantes	39
5.5.3.5. Soldado y alicatado.....	40
5.5.3.6. Carpintería metálica.....	40
5.5.3.7. Valoración y abono de las obras.....	41
5.6. Pliego de Condiciones de equipos y maquinaria.....	44
5.6.1. Órganos de cierre y regulación de caudal en tuberías y canales.....	44
5.6.1.1. Generalidades.....	44
5.6.1.2. Compuertas	44
5.6.1.3. Válvulas.....	44
5.6.2. Bombas, soplantes y compresores.....	45
5.6.2.1. Bombas.....	45
5.6.2.2. Soplantes y compresores.....	47
5.6.3. Tuberías.....	48
5.6.3.1. Prueba de presión interior.....	51
5.6.3.2. Prueba de estanqueidad.....	52
5.6.3.3. Protección tuberías especiales.....	53

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.3.4. Ventosas de tuberías	53
5.6.3.5. Caudalímetros y contadores	54
5.6.3.6. Válvulas de retención	54
5.6.4. Control del proceso	54
5.6.4.1. Sala de control.....	54
5.6.4.2. Instrumentación	55
5.6.4.3. Lazos de medida.....	55
5.6.5. Control de instalaciones y equipos.....	57
5.6.5.1. Tubos de acero.....	57
5.6.5.2. Tubos de plástico.....	57
5.6.5.3. Juntas de caucho natural y sintético.....	58
5.6.5.4. Revestimiento de tubos	58
5.6.5.5. Protección de superficies metálicas	59
5.6.5.6. Válvulas.....	60
5.6.5.7. Motores	60
5.6.5.8. Bombas.....	62
5.6.5.9. Compresores	63
5.6.5.10. Pruebas y ensayos de otros equipos e instalaciones.....	64
5.6.6. Pruebas de estanqueidad	64
5.6.6.1. Tuberías	64
5.6.6.2. Obras de hormigón	65
5.6.6.3. Caudalímetros y contadores	65
5.6.6.4. Válvulas de retención	65
5.6.7. Prueba general de funcionamiento.....	66

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLAS

- TABLA 1. Porcentajes sustancias perjudiciales en la arena o árido fino.....	20
- TABLA 2. Porcentajes de gravas o áridos.....	21
- TABLA 3. Dosificaciones más comunes para morteros.....	22

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1. Objetivo

El presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares constituye el conjunto de normas que juntamente con las establecidas en los planos del Proyecto define todos los requisitos técnicos de las obras que son objeto del mismo.

En general se ha procedido a definir lo más exhaustivamente posible los conceptos de cada unidad de obra que comprende. Tiene por objeto en primer lugar, establecer las condiciones que debe cumplir la maquinaria a instalar en el Tratamiento Terciario de la E.D.A.R. a instalar.

Es importante puntualizar que las características técnicas de los equipos de proceso que ya han sido dimensionados en el Anexo de Dimensionamiento no se volverán a exponer en este apartado.

5.2. Ámbito de aplicación

Las instrucciones del presente Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares se aplicarán a todas las obras necesarias que se definen en el proyecto: “Tratamiento Terciario de una E.D.A.R. para la reutilización del agua en el riego de zonas verdes urbanas”.

Además de las especificaciones en el presente pliego, serán de aplicación las disposiciones, normas y reglamentos, cuyas prescripciones, en cuanto puedan afectar a las obras objeto de este pliego, quedan incorporadas a él formando parte integrante de él mismo. En caso de discrepancia entre alguna de estas normas se adoptará la decisión del Ingeniero Director de la Obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Serán de aplicación de modo explicito las siguientes normas y disposiciones:

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE).
- Legislación sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-08.
- Recomendaciones Internacionales Unificadas para el Cálculo y la Ejecución de las Obras de Hormigón Armado (C.E.B.).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de abastecimiento de agua (M.O.P. de Julio de 1947).
- Condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación. Decreto 3275/82 del 12 de Noviembre.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión e instrucciones reglamentarias. Real Decreto 842/2002 del 2 de Agosto.
- Normas sismorresistentes: parte general y edificación (NCSE-02).
- Recomendaciones y Normas de la Organización Internacional de Normalización (I.S.O.).
- Normas del Código Técnico de Edificación (CTE).

Si alguna de las Prescripciones o Normas a las que se refieren los párrafos anteriores coincidieran de modo distinto en algún concepto, se entenderá como válida la más restrictiva.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.3. Disposiciones generales

5.3.1. Contraindicaciones y omisiones del proyecto

Los trabajos omitidos en el Pliego de Condiciones y omitidos en los Planos o viceversa, deberán ser ejecutados como si estuviesen en los dos documentos.

En caso de contraindicación entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último.

Las omisiones en los Planos y en los Pliegos de Condiciones y las descripciones erróneas de la obra que sean indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en los citados documentos, no sólo eximirán al contratista de la obligación de ejecutar estos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, al contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran estado completos y correctamente especificados en los Planos y los Pliegos de Condiciones.

5.3.2. Autoridad del Ingeniero Director

El Ingeniero Director de las obras resolverá cualquier cuestión que surja referente a la calidad de los materiales empleados en las diferentes unidades de obras contratadas, interpretación de planos y especificaciones y, en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos encargados.

5.3.3. Subcontratos

Ninguna parte de las obras podrá ser subcontratada sin consentimiento previo del Ingeniero Director de las mismas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Las solicitudes para poder ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un testimonio que acredite que la organización que ha de encargarse de los trabajos que han de ser objeto de subcontratos esta capacitada y equipada para su ejecución. La aceptación del subcontrato no relevará al contratista de su responsabilidad contractual.

5.3.4. Condiciones de tipo general de los materiales, sus aparatos y su procedencia.

El contratista tienen libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clase en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúna las condiciones exigidas en el contrato, que estén preferentemente preparados para el objeto que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por el Ingeniero Director.

Se exceptúa el caso en el que los Pliegos de Condiciones Particulares dispongan de un origen preciso y determinado, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento, salvo orden por escrito en contrario del Ingeniero Director,

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra. Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de cumplir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones, por lo que el Ingeniero podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el contratista pueda hacer reclamación alguna.

5.3.5. Plazo de comienzo y ejecución

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los 15 días siguientes

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

a la fecha de adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio de la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

Las obras deberán quedar total u absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano obra o dificultades en la entrega de los materiales.

5.3.5.1. Sanciones por retrasos de las obras.

Si el constructor, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese concluidas completamente las obras y en disposición de inmediata disposición o puesta en servicio, dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente, la propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de toda clase que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del contrato privado entre Propiedad y Contrata.

5.3.6. Obras de reforma y mejora

Si por decisión de la Dirección Técnica se introdujesen mejoras, presupuestos adicionales o reformas, el constructor que obligado a ejecutarlas, con la baja correspondiente conseguida en el acto de la adjudicación, siempre que la adjudicación no sea superior al 10% del presupuesto de la obra.

5.3.6.1. Trabajos defectuosos

El contratista, como es natural, debe emplear los materiales que cumplan las condiciones generales exigidas en el Pliego de Condiciónes Generales y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, el contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que han contratado y de las faltas y defectos que en estos puedan existir, por su mala ejecución o por su mala calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por el Ingeniero Director o sus auxiliares, no se la haya llamado la atención particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Así mismo será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Ingeniero Director o su representante en la obra, de acuerdo con el proyecto adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando estas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Facultativa, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones imponer a la contrata en concepto de indemnización.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.3.7. Recepción provisional de las obras.

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, para la cual será necesaria la asistencia de un representante de la Propiedad, de los Ingenieros Directores de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmando los tres asistentes legales antes indicados.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha la garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere oportunas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuara un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente que se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para que se proceda a la recepción provisional la entrega de la Contrata a la Dirección Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.3.8. Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por parte de la Dirección de la obra a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante nombrado por él de oficio.

5.3.9. Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras terminadas será de UN AÑO, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que de resolverse favorablemente, relevará al constructor de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que el Constructor no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

5.3.10. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación recibidos durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será Juez Imparcial, la Dirección Técnica de la obra, sin que contra su recurso quepa ulterior recurso.

5.3.11. Recepción definitiva

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades que la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

de uso y conservación, se darán recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

5.3.12. Obligaciones de la Contrata

Toda obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se indiquen por el Ingeniero Director o ayudantes delegados. El orden de los trabajos serán fijados por ellos, señalándose los plazos prudenciales para buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso... así como una caseta en la obra donde figuren, en las debidas condiciones, los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un “libro de ordenes”, para cuando lo juzgue necesario la Dirección, dictar las que hayan de extenderse, y firmarse el “enterado” de las mismas por el jefe de obra. El hecho de que en dicho libro no figuren las ordenes que preceptivamente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el “Pliego de Condiciones” de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Por la Contrata se precisarán todos los medios que se precisen y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose siempre el

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

propietario, siempre por si mismo o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar si el Contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra e igualmente en lo referente a las cargas en materia social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas sobre la marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución hasta quedar, asu juicio, en las mejores condiciones, o alternatively, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna, en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que se asiste para comprobar y examinar dicha liquidación.
- Ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no este explícitamente estipulado en este pliego.
- El contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin la autorización escrita por la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado.
- El Contratista se obliga, a si mismo, a tomar a su carga a cuanto personal necesario a juicio de la dirección facultativa.
- El Contratista, no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y de la Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

a otra persona o entidad.

5.3.13. Responsabilidades de la Contrata

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, debiendo atenderse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral...
- El cumplimiento de las Ordenanzas y Disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarle.

5.3.14. Seguridad e higiene en el trabajo

El Contratista está obligado a redactar un estudio completo en Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumpla las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de todas las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta dirección Facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la industria de la construcción, lo mismo que lo relacionado con los intervinientes en el trabajo como con las personas ajenas a la obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En caso de acciones ocurridas a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, en Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en este caso, el único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Facultativa, por responsabilidad en ningún concepto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por descuido o inexperiencia sobrevinieran, tanto en la propia obra como en las edificaciones contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en todos los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

5.4. Condiciones Técnicas que han de cumplir los materiales

Los materiales deberán de cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego, citándose como referencia:

- Normas MV.
- Normas UNE.
- Normas DIN.
- Normas ASTM.
- Normas NTE.
- Instrucción EHE-08 (REAL DECRETO 1247/2008, del 18 Julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)).
- Normas AEONOR.
- PIET-70.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avalen sus cualidades, emitidos por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del Contratista debe existir la obligación de comunicar a los suministradores las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que el empleo previamente de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad. El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas. Siendo estas condiciones independientes, con respecto al nivel del control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad. Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuere la fase en que se encontrase la ejecución de la obra, corriendo el constructor con todos los gastos que ello ocasionase.

En el supuesto que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Constructor pueda plantear reclamación alguna.

5.4.1. Aguas

En general podrán ser utilizadas, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas mencionadas como aceptables para la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades del hormigón, deberán rechazarse todas las que tengan un pH inferior a 5. Las que posean un total de sustancias disueltas superior a 15 gramos por litro (15000ppm); aquellas cuyo contenido en sulfatos, expresados en SO₄, rebase 14 gramos por litro (14ppm); las que contengan ión cloro en proporción superior a 6 gramos por

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

litro (6000ppm); las aguas en las que se aprecian hidratos de carbono y finalmente las que contengan sustancias orgánicas solubles en éter en calidad igual o superior a 15 gramos por litro (15000ppm).

La toma de muestras y los análisis anteriormente prescritos, deberán realizarse en la forma indicada en los ensayos UNE: 7236, 7234, 7130, 7131, 7178, 7132 y 72335.

Aquellas que se empleen para la confección de hormigón en estructura cumplirán las condiciones que se exige en la Instrucción EHE-08.

5.4.2. Arenas

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueda presentar la arena o árido fino no excederán de los límites indicados en la tabla 5.1, como se detalla a continuación.

TABLA 5.1 Porcentajes sustancias perjudiciales en la arena o árido fino

Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
Terrones de arcilla	1,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2.	0,50
Compuesto de azufre, expresado en SO y referido al árido seco.	4,00

5.4.3. Grava para hormigones

La cantidad de sustancias perjudiciales que pueden presentar las gravas o áridos gruesos no excederán de los límites que se indican en la tabla 5.2 a continuación:

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

TABLA 5.2. Porcentajes en gravas o áridos.

Cantidad máxima en % del peso total de la muestra	
Terrones de arcilla	0,25
Partículas blancas	5,00
Material retenido por el tamiz 0,063 UNE 7050 y que flota en un líquido de peso específico 2.	1,00
Compuesto de azufre, expresado en SO y referido al árido seco.	-

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los alcalinos que contenga el cemento. Su determinación se realizará con arreglo al método de ensayo UNE-7173. En el caso de utilizar las escorias siderúrgicas como árido grueso, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Tanto las arenas como la grava empleada en la confección del hormigón para la realización de las estructuras deberán cumplir las condiciones que se exigen en las instrucciones EHE-08.

5.4.4. Cementos utilizables

Los cementos utilizables podrán ser cualquiera de los que se definen en el siguiente Pliego de Condiciones para la recepción de Conglomerados Hidráulicos, con tal de que sea de una categoría no inferior a la de 250 y satisfaga las condiciones que en dicho Pliego se prescriben. Además el cemento deberá ser capaz de proporcionar al hormigón las cualidades que a este se le exigen en el artículo 10º de la Instrucción EHE-08.

El empleo de cemento aluminoso deberá ser objeto en cada caso, de justificación especial, fijándose por la Dirección Facultativa los controles a los que deberá ser sometido.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En los documentos de origen figurarán el tipo, clase y categoría a la que pertenece el conglomerante. Conviene que en dicho documento se incluyan, asimismo, los resultados de los ensayos que previene el citado Pliego, obtenidos en un Laboratorio Oficial.

5.4.5. Mortero de cemento Portland

La preparación de los morteros de cemento Portland puede hacerse a mano o máquina. Si el mortero va a prepararse a mano, mezclarán previamente, la arena con el cemento en seco y añadiendo lentamente el agua necesaria. En el mortero batido a máquina se echará toda la mezcla junta, permaneciendo en movimiento, por lo menos 40 segundos. Se prohíbe tajantemente el rebatido de los morteros.

Los morteros de uso más corrientes en albañilería son del tipo 1:3, 1:4 y 1:6, y cuyas dosificaciones son como se indica en la tabla 5.3 a continuación:

TABLA 5.3 Dosificaciones más comunes para morteros.

Mortero de cemento	Kg./cemento	M³/arena	L./agua
Tipo 1:3	440	0,975	260
Tipo 1:4	350	1,030	260
Tipo 1:6	250	1,100	255

No obstante la determinación de las cantidades o proporciones en que se deben entrar los distintos componentes para formar los morteros, será fijada en cada unidad de obra por la Dirección de Obra, no pudiendo ser variadas en ningún caso por el Constructor. A este efecto deberá existir en la báscula y los cajones y medidas para la arena, con los que se puedan comprobar en cualquier instante las proporciones de áridos, conglomerantes y aguas empleados en su confección.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.4.6. Hormigones

Los hormigones se ajustarán totalmente a las dosificaciones que se fijen en el correspondiente presupuesto y su cantidad será la necesaria para que no queden coqueas en la masa del hormigón sin perjuicio de su resistencia.

Durante la ejecución de la obra se sacarán probetas de la misma masa del hormigón que se acuerde de acuerdo con las condiciones de control de calidad previsto, observándose en su confección análogas características de apisonado y curado que en la obra. Dichas probetas se romperán a los veintiocho días de su fabricación, siendo validos los resultados de este último plazo a los efectos de aceptación de la resistencia.

Si las cargas de rotura medidas fueran inferiores a las previstas podrá ser rechazada la parte de obra correspondiente, salvo que las probetas sacadas directamente de la misma obra den una resistencia superior a la de las probetas de ensayo. Si la obra viene a ser considerada defectuosa, vendrá obligado el contratista a demoler la parte de la obra que se le indique por parte de la Dirección Facultativa, rechazándola a su costa y sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución. Todos estos gastos de ejecución, ensayo y rotura de probetas serán por cuenta del Contratista.

Durante el fraguado y el primer periodo de endurecimiento del hormigón se precisa mantener su humedad, mediante el curado, que se realizará durante un periodo de siete días, durante los cuales se mantendrán húmedas las superficies del hormigón, regándolas directamente o después de abrirlas con un material como arpillera... que mantenga la humedad y evite evaporación rápida.

Los hormigones que se empleen en esta obra tendrán las características que indican en el cuadro adjunto y cumplirán las condiciones que se exigen en la Instrucción EHE-08.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.4.7. Acero para armar

El acero, para las estructuras de piezas de hormigón, será de primera calidad, fibroso, sin grietas, flexibles en frío y en modo alguno agrio o quebradizo. Sus características y métodos de ensayo vendrán dados por la norma UNE-36088. Tanto las barras y alambres como las piezas férricas, no presentarán en ningún punto de su sección restricciones superiores al 2.5%.

Aquellos que sean empleados en elementos estructurales de hormigón armado deberán cumplir las condiciones que se detallan en la Instrucción EHE-08.

5.4.8. Materiales no consignados en este pliego.

Cualquier material que no se hubiese consignado en el presente Pliego y fuese necesario utilizar, reunirá las condiciones que requieran para su función a juicio de la Dirección Técnica de la Obra y de conformidad con el Pliego de Condiciones del proyecto. Se consideran además de aplicación las normas: MP-160, NA-61 y PCHA-61 del I.E.T.C.O. así como toda la Normativa Tecnológica de la Obra, aunque no sea de obligado cumplimiento, siempre que haya sido aprobada por el orden ministerial. Así mismo serán de preferente aceptación aquellos que estén en posesión del Documento de Idoneidad Técnica.

5.4.9. Aluminio

Los perfiles de aluminio que se utilicen para la ejecución de las diferentes unidades constructivas serán de fabricación por extrusión y estarán sometidos a procesos de anodizado. El contratista deberá presentar Certificado de Garantía, en el que se haga constar por el fabricante el cumplimiento de estas condiciones así como el espesor de la capa anódica y el procedimiento de coloración.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.4.10. Sellantes

Los distintos productos para el sellado o relleno de juntas deberán poseer las propiedades siguientes:

- Garantía de envejecimiento.
- Impermeabilización.
- Perfecta adherencia a distintos materiales.
- Impermeabilidad ante el contacto permanente con el agua a presión.
- Capacidad de deformación reversible.
- Fluencia limitada.
- Resistencia a la abrasión.
- Estabilidad mecánica ante las temperaturas extremas.

A tal efecto, el Contratista presentará Certificado de Garantía del Fabricante en el que se haga constar el cumplimiento de su producto de los puntos expuestos. La posesión de Documentos de Idoneidad Técnica será razón preferencial para su aceptación.

5.5. Condiciones Técnicas que ha de cumplir la ejecución

El proceso constructivo de las distintas unidades que conforman el proyecto se adaptará a las especificaciones de la Normativa vigente aplicándose con preferencia las siguientes:

- Normas MV.
- Normas Tecnológicas NTE.
- EHE-08.
- Normas CTE.

Por parte del Contratista deberá ponerse especial cuidado en la vigilancia y

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

control de la correcta ejecución de las distintas unidades del Proyecto, con el fin de que la calidad se atenga a las especificaciones que sobre ellas se prevenga en las distintas Normas que sirven de apoyo y guía del proceso constructivo. La aceptación o no de las partes ejecutadas será independiente de que estas hayan sido o no certificadas, puesto que en todo caso las certificaciones deben ser consideradas como “a buena cuenta”.

5.5.1. Condiciones generales de la ejecución

5.5.1.1. Replanteo

Los replanteos, trazados, nivelaciones y demás obras previstas, se efectuarán por el Contratista de acuerdo con los datos del proyecto, planos, medidas, datos u órdenes que se faciliten, realizando el mismo, con el máximo cuidado, de forma que no se admitirán errores mayores de 1/500 de las dimensiones genéricas, así como de los márgenes de error indicados en las condiciones generales de ejecución del resto de las unidades de obra. La Dirección Facultativa controlará todos estos trabajos a través del Ingeniero Director, Ingeniero Técnico o persona indicados a tal efecto, si bien, la Contrata será totalmente responsable de la mala ejecución del replanteo, nivelación...

La Contrata proporcionará personal y medios auxiliares necesarios para estos operarios, siendo responsable por las modificaciones o errores que resulten por la desaparición de estacas, señales o elementos esenciales establecidos.

5.5.1.2. Movimiento de tierra-agotamiento

Los vaciados, terraplenados, zanjas, pozos... se ejecutarán con las dimensiones, pendientes y características que se fijan así como los materiales señalados en la medición.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

En caso de que fuera necesario apuntalar, entibar o realizar cualquier medida de precaución o protección de las obras, el Contratista vendrá obligado a realizarlas de acuerdo con las necesidades del momento y con las órdenes de la Dirección Facultativa.

La profundidad de la cimentación, será la necesaria hasta encontrar terreno firme, sea más o menos que la calculada en el proyecto, abonándose por unidad de obra resultante. No se procederá al mezclado sin orden expresa la Dirección.

Diariamente se comprobarán los entibados, para evitar posibles tumbos, en cuyo caso y de producirse desgracias personales o materiales, será de exclusiva responsabilidad de la Contrata.

Si se presentasen agotamientos, se adoptarán las medidas convenientes para su ejecución por administración, salvo pacto contrario.

5.5.1.3. Pocería y saneamiento

Las obras de pozos... se harán con los materiales marcados en medición y con las dimensiones y pendientes fijadas en cada caso, previos los replanteos que correspondan.

El ancho de la zanja para alojar los tubos de saneamiento será el necesario para poder ejecutar los trabajos de ejecución sin entorpecimientos. Estos se apoyarán sobre el material adecuado que recogerá la unidad correspondiente en medición y se rellenaran con tierras con tongadas de 20cm.

El pozo de saneamiento se bruñirá al interior con las aristas redondeadas y con pendiente hacia el tubo de salida. Antes de su ejecución se replantearán en situación y nivelación de acuerdo con la pendiente indicada.

Todos los materiales se protegerán perfectamente durante el transporte,

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

colocación y uso de los mismos.

5.5.1.4. Estructura

La estructura cumplirá con todas las normas en vigor, en cuanto a valoración de cargas, esfuerzos, coeficiente de seguridad, colocación de elementos estructurales y ensayos y control de las mismas según se especifica en las hojas adjuntas. Cumplirán las condiciones que se exigen en las Instrucciones EHE-08, MV-102, MV-104, MV-105, MV-106, MV-107 y AE-06.

No obstante se incluyen una serie de condiciones de ejecución que habrán de verificarse en la elaboración, colocación y construcción definitiva de la misma.

Los hierros tanto de redondos como de perfiles laminados serán del diámetro, clase y tamaño especificados en los planos de estructura.

Se replanteará perfectamente toda la estructura de acuerdo con los planos, tanto en planta como en altura y tamaños, antes de proceder a la colocación de encofrados, apeos y demás útiles de ayuda.

Todos los hierros de la estructura, su despiece y colocación se comprobarán antes de estar colocados en su sitio, tanto en encofrados como en apeos, no procediendo a su hormigonado hasta que se haya verificado por la Dirección Facultativa. Se comprobarán en todos los casos las nivelaciones y verticalidades de todos los elementos tanto de encofrado como de estructura.

En las obras de hormigón armado se regarán todos los encofrados antes de hormigonar, debiéndose interrumpir este en caso de temperaturas inferiores a 5°. Durante los 7 primeros días como mínimo será obligatorio el regado diario y no se desencrofará antes de los 7 días en caso de pilares y muros, y de 15 días en caso de vigas, losas y forjados reticulados, no permitiéndose hasta entonces la puesta en carga

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

de ninguno de los elementos de esta estructura.

En los forjados de tipo cerámico o de viguetas, se procederá al macizado de todas las uniones del mismo con vigas y muros en una dimensión no inferior a unos 50cm del eje del apoyo, así como a la colocación de los hierros de atado y de refuerzo para cada vigueta de acuerdo con los planos de estructura y detalles, incorporándose también el mallazo de reparto.

Las entregas de las viguetas tanto de forjados como de cargaderos serán como mínimo de 15cm.

5.5.1.5. Carpintería de armar, de taller y metálica

Todos los elementos de carpintería de armar que se empleen han de tener las dimensiones y escuadrías necesarias para cumplir las condiciones de resistencia que hayan de soportar.

La carpintería de taller y metálica comprenderá las diversas clases de tipos de puertas, ventanas... que se faciliten en la memoria. Las espigas, acopladuras... cumplirán las normas precisas en grueso, dimensiones y demás aspectos. Los contracerros en madera serán de un mínimo de 4x7 ó 4x11, según pertenezcan a tabique o tabicón, llevando los cabeceros cogote no inferior a 7cm.

No se admitirán nudos soltadizos, resquebrajaduras y uniones encoladas, así como golpes de obra... exigiéndose el lijado de fábrica en caso de madera y minado en metálica y la total terminación del lijado, pintura o barnizado para su certificación como unidad ejecutada.

Los herrajes de colgar y seguridad tendrán las dimensiones y características apropiadas a las superficies y peso de las hojas según las normas a aplicar.

Los zócalos, jambas y tapajuntas serán de las dimensiones y características

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

adecuadas, según los planos de detalle exigiendo las mismas condiciones que para el resto de la carpintería del taller.

5.5.1.6. Fontanería y apartados asociados

Los aparatos asociados serán los que figuren en los planos y las mediciones exigiéndose la marca y calidad definidas, no permitiéndose los aparatos defectuosos fabricación, burbujas, poros o grietas.

Se colocarán perfectamente nivelados, sujetos al suelo.

No se admitirán los alicatados que se estropeen por culpa de la colocación de los aparatos o de los accesorios, siendo cuenta del Contratista la reposición de aquellos.

5.5.1.7. Electricidad

Los mecanismos de electricidad serán los que figuren en los planos y en las mediciones, exigiéndose la marca, color y calidad definidos en aquellos, no permitiéndose aparatos defectuosos, decolorados, con fisuras... toda la instalación cumplirá el Reglamento de Baja Tensión y los distintos conductores tendrán la secciones mínimas que en él se prescriben.

Los mecanismos se instalarán nivelados y a las distancias que indique la Dirección Facultativa.

La instalación definitiva se instalarán acorde a los planos de la empresa montadora, en los que incluirán todos los por menores de la instalación, exigiendo esta premisa como condición previa.

La instalación irá empotrada bajo un tubo de policloruro de vinilo y de todas las

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

normas de Baja y Alta tensión del Ministerio de Industria, en todo lo concerniente a tomas de tierra, disyuntores automáticos, simultaneidad... así como las particularidades de la compañía suministradora.

Así las canalizaciones se instalarán separadas 30cm como mínimo de la de agua y 5cm como mínimo de las de teléfono o antenas. En cualquier caso todos los materiales de la instalación se protegerán durante el transporte, uso y colocación de los mismos.

La instalación de toma a tierra será de uso exclusivo para la puesta a tierra de toda la instalación eléctrica. La tensión de contacto será inferior a 24V en cualquier masa y con una resistencia del terreno menor 20 Ohmios.

5.5.1.8. Evacuación de gases, humos y ventilación

La evacuación de gases y humos se proyecta por conductos distintos y con acometidas desde el aparato a la canalización correspondiente.

Los conductos previstos serán de total estanqueidad, verticalidad y sus materiales estarán protegidos en los casos necesarios. Las canalizaciones estarán separadas de las instalaciones paralelas de gas un mínimo de 5cm.

Las ventilaciones artificiales estarán ejecutadas por conductos homologados, con protección de los materiales en contacto con las demás unidades de obra y en los pasos de forjado...

5.5.1.9. Ayudas

El contratista que obligado a realizar los trabajos de ayudas contratados porcentualmente o especificados en el presupuesto de la contrata, justificando a través de partes los costes que han supuesto las mismas en caso de alcanzar las cifras

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

presupuestadas, las diferencias se descontarán de las certificaciones o de la liquidación final.

En caso de superarse las previsiones en el contrato, el contratista no tendrá derecho a reclamar cantidad adicional alguna.

Se consideran ayudas las siguientes:

- Apertura de cierre y de rozas.
- Pasos en muros y forjados.
- Andamiaje necesario, comprendiendo su montaje, desmontaje y desplazamiento.
- Mano de obra y maquinaria mecánica para la descarga y desplazamiento de los materiales pesados de la obra.
- Instalaciones de puntos de luz, fuerza y agua, necesarios para la ejecución de las instalaciones.

Por el contrario no se cuentan como ayudas de albañilería de aquellos trabajos que puedan ser medibles como unidades de obra y que recogemos a continuación:

- Excavaciones y rellenos.
- Construcción de barricadas.
- Pozos, aljibes...
- Alineaciones de ventilación o conductos en obras de fábricas.
- Repuestos para inspección.

5.5.2. Especificaciones sobre control de calidad

Por parte de la Propiedad y con la aprobación de la Dirección Facultativa, se encargará en un Laboratorio de Control de Calidad, con homologación reconocida,

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

ejecución del Control de Calidad de aceptación. Independientemente el constructor deberá llevar a su cargo y bajo su responsabilidad el Control de Calidad de la producción.

El constructor deberá facilitar a su cargo, al Laboratorio de Control designado por la Propiedad, las muestras de los distintos materiales necesarios, para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que se estimase ordenar por la Dirección Facultativa. Con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculos alguno en la buena marcha de la obra, las distintas muestras de material se entregarán con antelación suficiente y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en periodo constructivo, bien terminadas, el Constructor facilitará al Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

En los cuadros que lo acompañan se adjuntan, se detalla una relación de materiales con especificaciones de los controles a realizar y su intensidad de muestreo en su grado mínimo. El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los mismos conducirá al rechazo de los mismos en la situación en que se encuentra, ya sea en el almacén, acoplado en la obra o colocado, siendo el caso, el Constructor tendrá derecho a realizar a su cargo, un contraensayo, que designará el Director de la Obra y de acuerdo con las instrucciones que se dicten al efecto del mismo. En base a los resultados de este contraensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Constructor plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo de origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones y en el que por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo al consentimiento de la Propiedad, el Director de la Obra podrá actuar sobre la

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el Constructor aceptar dicha devaluación, si la considera más aceptable que preceder a la sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material.

5.5.3. Medición, valoración y abono de las unidades de obra

Se indica a continuación el criterio de adoptado para la realización de las mediciones de las distintas unidades de obra, así como la valoración de las mismas.

El Constructor deberá aportar el estudio de sus precios unitarios a los criterios de medición que aquí se expresan, entendiéndose que las condiciones ofertadas se corresponden totalmente con ellas.

En caso de indefinición de alguna unidad de obra, el constructor deberá acompañar a su oferta con la aclaraciones precisas que permitan valorar el alcance de la cobertura del precio de la cantidad ofertada, es para la unidad de obra correspondiente, totalmente acabada y de acuerdo con las especificaciones.

Si por omisión apareciese alguna unidad cuya forma de medición y abono no hubiese quedado especificada o en los casos de aparición de precios contradictorios, deberá recurrirse al Pliego de Condiciones de Carácter General, debiéndose aceptar en todo caso por el Constructor, de forma inapelable, la propuesta redactada a tal efecto por el Director de la Obra.

A continuación se especifican los criterios de medición y valoración de las diferentes unidades de obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.5.3.1. Movimiento de tierra

- **Excavaciones**

Se medirán y abonarán por su volumen deducido de las líneas teóricas de los planos y ordenes de la Dirección de Obra.

El precio comprende el coste de todas las operaciones necesarias para excavación, incluso el transporte al vertedero o a depósito de los productos sobrantes, el refino de las superficies de excavación, la tala y descuaje de toda la clase de vegetación, las entibaciones y otros medios auxiliares, la construcción de desagües para evitar la entrada de aguas superficiales y la extracción de las mismas, el desvío o taponamiento de los manantiales y los agotamientos necesarios.

No serán abonables los trabajos y materiales que hayan de emplearse para evitar posibles desprendimientos, ni los excesos de excavación que por conveniencia o por otras causas ajenas a la Dirección de Obra, ejecute el Constructor.

No serán de abono los desprendimientos, salvo en aquellos casos que se pueda comprobar que fueron debidos a una causa mayor. Nunca lo serán los debidos a negligencias del Constructor o a no haber cumplido las órdenes de la Dirección de Obra.

Los precios fijados para la excavación serán válidos para cualquier profundidad y en cualquier clase de terreno.

- **Rellenos**

Se medirán y abonarán por metros cúbicos, ya compactados, sobre planos o perfiles transversales al efecto.

El precio comprende todas las operaciones necesarias para la realización de la unidad, así como el aporte de los materiales acordes con las especificaciones, medios

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

auxiliares... para obtener la unidad de obra terminada totalmente, cumpliendo las exigencias marcadas en el proyecto.

En el caso de que se ocasionen excesos de relleno motivados por sobreexcavaciones sobre las líneas teóricas o marcadas por la Dirección de Obra, estará el Constructor obligado a realizar a estos en exceso a su costa, pero cumpliendo las especificaciones de calidad, todo ello siempre que no exista causa de fuerza mayor que lo justifique.

Los precios fijados para el relleno de distintas profundidades se aplicarán en cada caso a toda la altura del mismo.

5.5.3.2. Saneamiento

- **Pozos de registros**

El precio comprende los materiales, la mano de obra, medios auxiliares, excavación de tierras, rellenos... necesarios para dejar completamente terminada la unidad tal y como se encuentra definida en los documentos del proyecto.

- **Tuberías en general**

Se medirán y abonarán por ml realmente ejecutado sobre Ud. totalmente terminada, sin incremento alguno por enchufes o empalmes, piezas especiales... que quedará incluido en el metro lineal especificado.

El precio comprende los materiales, mano de obra, medios auxiliares, evacuación de tierras, rellenos... necesarios para dejar completamente terminada la unidad. Incluye asimismo, la base de asiento según las especificaciones del proyecto u órdenes de la Dirección de Obra, realización de corchetes de ladrillo, fijaciones...

5.5.3.3. Cimentación y estructura

- **Hormigones**

Se medirán y abonarán por m³ resultantes de aplicar a los distintos elementos, hormigonadas las dimensiones acotadas en los planos y ordenadas por la Dirección de Obra.

Quedan incluidos los precios de los materiales, mano de obra, medios auxiliares, encofrados y desencofrados, fabricación, transporte, vertido y compactación, curado, realización de juntas y cuantas operaciones sean precisas para dejar completamente terminada la unidad de acuerdo con las especificaciones del Proyecto.

En particular quedan asimismo incluidas las adiciones, tales como plastificantes, acelerantes, retardantes... que sean incorporados al hormigón que acusen irregularidades de los encofrados o presenten defectos que a juicio de la Dirección Facultativa exijan tal actuación.

No han sido considerados encofrados para los distintos elementos de la cimentación, debiendo el Contratista incluirlos en su precio si estimase este encofrado necesario.

- **Armadura**

Las armaduras se medirán y abonarán por su peso teórico, obtenido de aplicar el precio lineal de los diferentes diámetros de longitudes acotados en los planos.

Quedan incluidos en el precio los excesos por tolerancia de laminación, empalmes no previstos y pérdidas por demerito de puntas de barra, lo cual deberá ser tenido en cuenta por el Constructor en la formación del precio correspondiente, ya que no serán abonados estos conceptos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El precio asignado incluye los materiales, mano de obra y medios auxiliares, para la realización de las operaciones de corte, doblado y la colocación de las armaduras en obra, incluso los separadores y demás medios para mantener los recubrimientos de acuerdo con las especificaciones de Proyecto.

No serán de abono los empalmes que por conveniencia del Constructor sean realizados tras la aprobación de la Dirección de Obra y que no figuren en los planos.

- **Forjados**

Se medirán y abonarán por metros cuadrados realmente ejecutados y medidos por la cara superior del forjado, descontando los huecos que por sus dimensiones libres en estructura sin descontar anchos de vigas y pilares. Quedan incluidos en el precio asignado al metro cuadrado, los macizados en las zonas próximas a vigas de estructura, los zunchos de bordes e interiores incorporados en el espesor del forjado e incluso la armadura transversal de reparto de la capa de compresión y la de negativos sobre apoyos.

El precio comprende además los medios auxiliares, mano de obra, materiales, así como las cimbras encofrados... necesarios.

5.5.3.4. Aislantes e impermeabilizantes

Se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie tratada o revestida. El precio incluye todos los materiales, mano de obra, medios auxiliares y operaciones precisas para dejar totalmente terminada la unidad.

No se abonarán los solapes que deberán contabilizarse dentro del precio asignado.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.5.3.5. Soldado y alicatado

- **Pavimento asfáltico**

Se medirá y abonará en metros cuadrados de superficie ejecutada y medida en proyección horizontal. El precio incluye los materiales, medios auxiliares, mano de obra y operaciones necesarias para dejar totalmente terminada la unidad, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, es decir, tanto la capa de imprimación como la realización del pavimento, incluso sus juntas.

- **Soldados en general**

Se medirán y abonarán por metro cuadrado de superficie de pavimento realmente ejecutada.

El precio ofrece el mortero de asiento, lechada, parte proporcional de juntas de latón, las capas de nivelación y en general toda la mano de obra, materiales, medios auxiliares y operaciones precisas para dejar totalmente terminada la unidad, de acuerdo con las prescripciones del proyecto.

5.5.3.6. Carpintería metálica

- **Emparrillados metálicos y barandillas**

Se medirán y abonarán en metros cuadrados de superficie totalmente ejecutada.

El precio incluye los materiales, la mano de obra, medios auxiliares, operaciones y parte proporcional de elementos de anclaje y dejar para dejar totalmente terminada la unidad y su protección a base de dos manos de antioxidante y dos de esmaltes.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- **Acero laminado**

La definición y formas de medición de este precio es análogo al señalado anteriormente.

- **Tubos y otros perfiles metálicos**

Se medirán y abonarán por ml medidos sobre su eje, contando entregas y solapes.

El precio incluye los materiales, la mano de obra, operaciones, medios auxiliares, soldaduras, parte proporcional de elementos de fijación y piezas especiales y en general todo lo preciso para completa terminación de la unidad de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

5.5.3.7. Valoración y abono de las obras

- **Alcance de los precios**

El precio de cada unidad de obra afecta a obra civil y/o instalación, equipo, máquina... abarca:

- Todos los gastos de extracción, aprovisionamiento, transporte, montaje, pruebas en vacío y carga, muestras, ensayos, control de calidad, acabado de materiales, equipos de obras necesarios, así como las obras de albañilería, electricidad, fontanería y de cualquier otra índole que sean necesarios.
- Todos los gastos que dé lugar el personal que directa o indirectamente intervenga en su ejecución y todos los gastos relativos a medios auxiliares, ayudas, seguros, gastos generales, gravámenes fiscales o de otra clase e indemnizaciones o abonos por cualquier concepto, entendiendo que la

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

cantidad de obra quedará total y perfectamente terminada y con la calidad que se exige en el proyecto, y que, en todo caso tiene el carácter de mínima.

No se podrá reclamar, adicionalmente a una unidad de obra, otras en concepto de elementos o trabajos previos y/o complementarios, a menos que tales unidades figuren medidas en el presupuesto.

- **Relaciones laborales**

Por la Dirección Técnica de la Obra se formarán mensualmente las relaciones valoradas de los trabajos ejecutados, contados preferentemente “al origen”.

Descontado de la relación de cada mes el total de los meses anteriores, se obtendrá el volumen total de la obra ejecutada.

El Constructor podrá presenciar la toma de datos para extender dichas relaciones valoradas, disponiendo de un plazo de seis días naturales para formular las reclamaciones oportunas; transcurridos los cuales sin objeción alguna, se le reputará total y absolutamente conforme a ellas.

Para el cómputo de este plazo se tomará como fecha la de la medición valorada correspondiente.

Estas relaciones valoradas, por lo que a la Propiedad y Dirección Facultativa se refiere, sólo tendrán carácter provisional, no entrañando aceptación definitiva ni aprobación absoluta.

- **Obras que tiene derecho a percibir el constructor**

El constructor tiene derecho a percibir el importe a Precio de Presupuesto o Contradictorios, en su caso, en todas las unidades que realmente ejecute, sean inferiores

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

iguales o superiores a las consignadas en el Proyecto salvo pacto en contrario siempre que respondan a éste o lo hayan sido expresamente ordenadas por escrito por la Dirección Técnica, según a estado establecido en el artículo correspondiente.

- **Pago de las obras**

El pago de las obras se verificará por la Propiedad contra la certificación aprobada, expedida por la Dirección Facultativa de ellas.

Los pagos dimanantes de liquidaciones tendrán el carácter de anticipos “a buena cuenta”, es decir, que son absolutamente independientes de la liquidación final y definitiva de las obra, quedando pues sujetas a rectificación, verificación o anulación si procedieran.

En ningún caso salvo en el de rescisión, cuando así convenga a la Propiedad, serán a tener en cuenta, a efectos de liquidación, los materiales acopiados a pie de obra y cualesquiera otros elementos que en ella estén interviniendo.

Serán de cuenta del Constructor cuantos gastos de todo orden se originen a la Administración, a la Dirección Técnica o a sus Delegados para la toma de datos y redacción de las mediciones u operaciones necesarias para abonar total o parcialmente las obras.

Terminadas las obras, se procederá a hacer la liquidación general que constará de las mediciones y valoraciones de todas las unidades que constituyen la totalidad de la obra.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6. Pliego de Condiciones de equipos y maquinaria

5.6.1. Órganos de cierre y regulación de caudal en tuberías y canales

5.6.1.1. Generalidades

Las válvulas y compuertas accionadas por servomotores eléctricos o neumáticos llevarán un equipo de accionamiento manual para apertura y cierre de las mismas.

Estarán dotadas de dispositivos limitadores y de seguridad. Si alguna válvula o compuerta gobernada automáticamente no llevará equipo de accionamiento manual, por causas justificadas y aprobadas por la Dirección de la Obra, el Contratista suministrará y montará dos unidades de aislamiento y una derivación dotada de una tercera para la totalidad del caudal. Todos los órganos de cierre y regulación llevarán señalización externa de su posición.

5.6.1.2. Compuertas

El Contratista indicará en su oferta los materiales de engranaje, guías y husillos. El acero del tablero será como mínimo del tipo A-410 según UNE-36080.

El espesor mínimo del tablero será de 5mm, los vástagos y los husillos tendrán el diámetro necesario para que en las condiciones más desfavorables de accionamiento, la flecha no exceda de 1/1000 de la longitud.

La estanqueidad, salvo indicación contraria, se realizará mediante bronce contra bronce.

5.6.1.3. Válvulas

Las válvulas metálicas todo-nada podrán ser de compuerta o mariposa. El cuerpo

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

de las válvulas metálicas será de acero fundido y los órganos de cierre y ejes de acero inoxidable.

5.6.2. Bombas, soplantes y compresores

5.6.2.1. Bombas

En las instalaciones de bombeo en que solo se requiera un sola bomba, existirá otra de reserva que entrara automáticamente en funcionamiento en caso de avería de la primera.

Si el servicio requiere varias bombas en paralelo, la reserva quedará limitada al 50% por exceso de las existentes y como mínimo alcanzará una unidad.

Las bombas cuyo caudal tenga que ser variable en función de alguna medida de control, conseguirán la verificación mediante cambios continuos de su velocidad. Serán preferibles los variadores de tipo estático (estáticos o dinámicos) a los mecánicos.

- **Bombas centrifugas**

Todas las bombas centrifugas se diseñaran de forma que el punto nominal de funcionamiento se correspondiente a un caudal un 10% superior al correspondiente en los cálculos, con la misma presión.

El ofertante incluirá la especificación técnica de cada bomba indicando fabricante, velocidad, número de etapas y curvas característica, incluyendo la curva de NPSH. Los materiales de los distintos elementos cumplirán las condiciones siguientes:

- Carcasa: Fundición nodular u otro material que proponga el licitador justificándolo debidamente.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Eje: acero inoxidable.
- Rodetes: Bronce o acero inoxidable.
- Cierre: mecánico salvo en aquellos que trasieguen arenas o líquidos cargados con partículas abrasivas.

Las bombas serán montadas de tal forma que sus acoplamientos de entrada y salida del líquido impulsado no soporten tensiones producidas por las tuberías acopladas. Si una bomba requiere, como parte de su mantenimiento preventivo la limpieza e inspección periódica del interior de la cáscara, esta deberá poder hacerse sin recurrir al desmontaje del motor de accionamiento ni de la propia cáscara.

Todas las tuberías de impulsión dispondrán de conexiones con válvula auxiliar y racord de 3/4" para posibilitar la medida de la presión con manómetro.

Todas las bombas centrifugas se instalarán con la aspiración bajo la carga hidrostática adecuada a fin de evitar el descebado y las vibraciones. Se evitará asimismo y por ese motivo curvas cerradas y diseños complejos en la aspiración, que debe ser lo más simple y directa posible.

Cualquier bomba instalada dispondrá de las válvulas de aislamiento correspondientes además de las antirretorno que precise.

• **Otro tipo de bombas**

El ofertante incluirá en su oferta la especificación técnica de cada bomba indicando fabricante, materiales de las partes principales y cuantas características ayuden a definir completamente la maquinaria.

De aquellas piezas de la bomba (tubo elástico en las peristálticas, membrana o

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

embolo en las alternativas) cuya duración normal asegurada por el fabricante debe ser un dato fundamental en el proceso de selección. Se indicará la duración garantizada. En general, se adoptarán para las bombas citadas los mismos criterios de instalación que para las bombas centrífugas.

5.6.2.2. Soplantes y compresores

El ofertante incluirá en la oferta la especificación técnica de cada máquina indicando el fabricante, materiales, sistemas de refrigeración y cuantas características ayuden a definirla completamente.

El nivel de ruido deberá ser lo más bajo posible, a la vez que se dispondrán los sistemas de filtrado de aire que aseguren un óptimo funcionamiento de las máquinas.

Las instalaciones y tuberías cuya temperatura sobrepase las temperaturas admitidas, se dispondrán de tal forma que eviten accidentes o quemaduras por contacto involuntario de los operarios.

Las máquinas instaladas comprimiendo gas contra una red común, dispondrán de las oportunas válvulas de aislamiento y antirretorno de la mejor calidad. Se asegurarán mediante soportes adecuados y elementos estáticos correspondientes que las máquinas no soporten tensiones ni transmitan vibraciones a las tuberías.

Se dispondrá para cada máquina la oportuna conexión para termómetro y manómetro, así como el manómetro fijo bien visible desde el exterior, indicador de la presión de la red principal.

En contratista expondrá cuidadosamente tanto en la memoria como en las especificaciones de la máquina y presupuestos, las características detalladas de los equipos, edificios y tuberías e instalaciones, que han sido objetos de los párrafos anteriores, procurando desglosar al máximo las partidas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El organismo competente exigirá en cualquier caso al adjudicatario la instalación de los elementos auxiliares que aseguren el cumplimiento de las normas antes señaladas, dentro del precio del conjunto dentro de la instalación ofertada.

Cuando la utilización del fluido impulsado requiera condiciones que obliguen a su secado se especificará claramente si éste se efectuará mediante maquina frigorífica o de absorción.

5.6.3. Tuberías

Los apoyos, soportes, cuñas y altura de apilado de verán ser tales que no produzcan daños en las tuberías y sus revestimientos o deformaciones permanentes. Las tuberías y accesorios cuyas deformaciones pudieran verse directa o negativamente por la temperatura, insolación o heladas deberán almacenarse debidamente. El fondo de zanja deberá quedar perfilado de acuerdo con la pendiente de la tubería.

Durante la ejecución de los trabajos se cuidará que el fondo de la excavación no esponje o sufra hinchamiento y si ello no fuera posible, se recompactará con medios adecuados hasta la densidad original.

Si la capacidad portante del fondo es baja, que como tal se entenderá aquella cuya carga admisible sea inferior a 0.5 kg/cm^2 , deberá mejorarse el terreno mediante sustitución o modificación. La sustitución consistirá en la retirada del material indeseable y su sustitución por el material seleccionado tal como arena, grava o zahorra. La profundidad de sustitución será la adecuada para corregir la carga admisible hasta los 0.5 kg/cm^2 . El material de sustitución tendrá un diámetro máximo de partícula de 33mm.

La modificación o consolidación del terreno se efectuará mediante la adición de material seleccionado al suelo original y compactación. Se podrán emplear arenas, zahorras y otros materiales inertes con un tamaño máximo de 33mm y asimismo

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

adiciones de cementos o productos químicos.

Asimismo se mantendrá el fondo de la excavación adecuadamente drenado y libre de agua para asegurar la instalación satisfactoria de la conducción y la compactación de las camas de apoyo.

La realización de la cama de apoyo tiene como misión asegurar una distribución uniforme de las presiones de contacto que no afecten a la integridad de la condición.

Para tuberías con protección exterior, el material de la cama de apoyo y la ejecución de esta deberá ser tal que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

Si la tubería estuviese colocada en zonas de agua circulante deberá apoyarse de un sistema que evite el lavado y transporte del material constituyente de la cuna.

Los materiales granulares para asiento y protección de tuberías no contendrán más del 0.3% de sulfato, expresado como trióxido de azufre. Las dimensiones de las camas del material granular serán las indicadas en los planos.

Las conducciones podrán reforzarse con recubrimiento de hormigón si tuvieran que soportar cargas superiores a las de diseño de la propia tubería, evitar erosiones o desgastes o añadir peso para evitar su flotabilidad bajo nivel freático. Las características del hormigón y dimensiones de las secciones reforzadas vendrán indicadas en los planos.

Las tuberías, sus accesorios y material de juntas y cuando sean aplicables los revestimientos de protección interior y exterior, se inspeccionarán antes del descenso a la zanja para su instalación. Dicho descenso se realizará con equipos de elevación adecuados como cables, eslingas, balancines y elementos de suspensión que no puedan dañar a la conducción ni sus revestimientos. Las partes de las tuberías correspondientes a las juntas se mantendrán juntas y protegidas.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

El empuje para el enchufe coaxial de los diferentes tramos deberá ser controlado, pudiendo utilizarse gatos hidráulicos o mecánicos, palancas manuales y otros dispositivos, cuidando que durante la fase de empuje no se produzcan daños.

En las juntas soldadas, en alineación recta de los tubos, el solape o enchufe de las boquillas no será inferior a 50mm. En alineaciones curvas se podrá formar un ángulo en la junta que permita el enchufe normal de los tubos y como máximo que permita una correcta soldadura sin necesidad de añadir elementos suplementarios para el cierre de la junta. La soldadura se efectuara preferentemente por la parte interior, de forma que no quede ningún poro, para conseguir una perfecta estanqueidad.

Terminadas las soldaduras y comprobadas éstas se ejecutarán los manquitos exteriores e interiores enrasados estos últimos con el hormigón de los tubos. Previamente a la ejecución de los manguitos se pintarán los hormigones de los tubos y la chapa de las boquillas con productos adherentes y en el mortero de los manquitos se adicionarán productos expansivos.

Las juntas y conexiones de todo tipo deberán ser realizadas de forma adecuada y por personal experimentado.

Cada tubo deberá centrarse perfectamente con los tubos adyacentes, en el caso de zanjas con pendientes superiores al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente. En el caso de que, a juicio de la Administración, no sea posible colocar en sentido ascendente, se tomarán las precauciones previstas para evitar el deslizamiento de los tubos. Una vez montados los tubos y las piezas, se procederá a la sujeción y apoyo de los codos, cambios de dirección, reducciones, piezas de derivación y en general todos aquellos elementos que estén sometidos a acciones que puedan originar desviaciones perjudiciales.

Estos apoyos o sujeciones serán de hormigón, establecidos sobre terrenos de resistencia suficiente y con el desarrollo para evitar que puedan ser movidos por los esfuerzos soportados. Para estas sujeciones y apoyos se prohíbe totalmente el empleo de

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

cuñas de piedra o de madera que puedan desplazarse. Serán preceptivas las dos pruebas siguientes de las tuberías instaladas en zanjas:

5.6.3.1. Prueba de presión interior

A medida que avanza el montaje de la tubería se procederá a pruebas parciales de presión interna por tramos de longitud fijada por la Dirección de Obra.

Se empezará por rellenar lentamente de agua el tramo objeto de la prueba, dejando abiertos todos los elementos que puedan dar salida al aire, los cuales se irán cerrando después y sucesivamente de abajo arriba una vez que se haya comprobado que no existe aire en la conducción. A ser posible se dará entrada al agua por la parte baja, con lo cual se facilita la expulsión por la parte alta. Si esto no fuera posible, el llenado se hará más lentamente para evitar que quede aire en la tubería. En el punto más alto se colocará un grifo de purga para expulsión de aire y para comprobar que todo el interior del tramo se encuentra comunicado en la forma debida.

La bomba para la presión hidráulica puede ser manual o mecánica, pero en éste último caso deberá ser provisto de llaves de descarga o elementos adecuados para poder regular el aumento de presión. Se colocará en el punto más bajo de la tubería que se va a ensayar y estará provisto de dos manómetros, de los cuales uno de ellos será proporcionado por la Administración o previamente comprobado por la misma.

Los puntos extremos del tramo que se quiere comprobar se cerrarán convenientemente con piezas especiales que se apuntalarán para evitar el deslizamiento de las mismas o fugas de aguas y que deben ser fácilmente desmontables para continuar el montaje de la tubería. Se comprobará que las llaves intermedias en el tramo de prueba, de existir, se encuentren abiertas.

Los cambios de dirección, los accesorios... deberán estar anclados y fabricados con la resistencia debida.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

La presión interior de prueba de las tuberías en zanjas será la que establezca la Normativa Técnica General para cada tipo de tubería. La presión se hará subir lentamente de forma que el incremento de la presión de la misma no supere 1kg/cm² por minuto.

Una vez obtenida la presión, se pasará 30 minutos y se considerará satisfactoria cuando durante este tiempo el manómetro no acuse un descenso superior al establecido en cada caso. Si el descenso es superior al establecido se corregirán los defectos observados, repasando las juntas que pierdan agua, cambiando si es preciso algún tubo. La tubería, previamente a la prueba de presión se tendrá llena de agua al menos 24 horas.

5.6.3.2. Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior deberá realizarse la prueba de estanqueidad.

La presión se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la forma de presión de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de 2 horas y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la formula:

$$V = K * L * D$$

En la cual:

V = Pérdida total en la prueba, en litros.

L = Longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.

K = Coeficiente dependiente del material.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

D = Diámetro interior, en metros.

De todas formas, cualquiera que sean las pérdidas fijadas, si estas son sobrepasadas, el Contratista a sus expensas reparará todas las juntas y tubos defectuosos. Asimismo viene obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable aun cuando el total sea inferior al admisible.

El contratista no cerrará las zanjas hasta que el Director de la Obra dé su conformidad, no solo con respecto a las pruebas sino también en cuanto a la forma y disposición de cada uno de los anclajes necesarios en la red.

En el relleno de las zanjas se procederá a la compactación y se colocarán piezas especiales en los puntos que sean necesarias. Todas las piezas especiales que sean de acero irán protegidas frente a la corrosión.

Los manguitos de tuberías metálicas que unen válvulas de mariposa dentro de las arquetas, tendrán el mismo tratamiento que estas piezas especiales.

5.6.3.3. Protección tuberías especiales

Para la protección anticorrosiva de las tuberías se tendrán en cuenta los factores y recomendaciones indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales del M.O.P.T. para tuberías de abastecimiento de aguas.

5.6.3.4. Ventosas de tuberías

Serán de doble cuerpo y triple función. Se colocaran en los puntos más altos de la tubería, adosadas a las válvulas de corte, del lado en el que la tubería descienda.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.3.5. Caudalímetros y contadores

Para el montaje de las instalaciones será preceptivo que cumplan las características que figuran en la ficha técnica. En los caudalímetros se cuenta incluida la instalación de un contador registrador y acumulador, alimentado por batería in-situ.

5.6.3.6. Válvulas de retención

Las válvulas de retención a instalar dispondrán de asiento blando y mecanismo de retardo (cierre lento). El cuerpo de las válvulas será de acero fundido y los órganos de cierre y ejes de acero inoxidable.

5.6.4. Control del proceso

Se proyectará y se instalará una instrumentación de medida, protección y regulación adecuada para el funcionamiento correcto y seguro de las instalaciones. Esta instrumentación se colocará localmente en los diferentes equipos y remotamente en la sala de control. El trazado de los paneles de la sala de control y la disposición de los diversos instrumentos quedará sometido a la aprobación de la Administración. Todos los instrumentos serán de tipo robusto, con tapas a prueba de polvo y humedad.

5.6.4.1. Sala de control

Esta se adicionará a la ya existente sala de control que controla el tratamiento primario y el secundario, y deberá prepararse para las siguientes funciones:

- Comprobación de la marcha normal de la instalación con la ayuda normal de los instrumentos, tales como caudalímetros, sensores de nivel...

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Señalización de las discrepancias con las condiciones normales de marcha por medio de señales acústicas y ópticas.
- Mando remoto de las válvulas de regulación por medio de dispositivos automáticos o manuales.
- Arranque y parada de todos los motores eléctricos excepto los que dependan de cuadros auxiliares.
- Señalización de la marcha de motores y alarmas de parada de dichos motores.

El panel de control contará con los instrumentos necesarios para el cumplimiento de sus funciones y en su parte superior llevará un diagrama sinóptico del proceso, en el que se indiquen la posición de todos de todos los instrumentos de medida... En los cuadros para alarma se dispondrá de un 10% de reserva. El panel estará construido en chapa de acero y su acceso por la parte superior estará cerrado mediante puerta con llave.

5.6.4.2. Instrumentación

La instrumentación será suficiente para el control de todos los lazos de medida, regulación, registro y alarmas, con arreglo a los criterios siguientes:

5.6.4.3. Lazos de medida

- Parámetro a medir y lugar de medición.
- Elemento captador; si la indicación es local, en el panel local, remota en cuadro de control o simultáneamente en cualquiera de las posibles combinaciones de posibilidades.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Forma de transmisión de la señal y los elementos convertidores de la misma.
- Alarmas visuales y sonoras.

Si la medida debe registrarse

- Lo indicado en el primer apartado.
- Tipo de registro y situación del aparato registrado.

Si la medida debe ser integrada

- Lo indicado en el primer apartado.
- Tipo de integrador y situación.

Si la medida debe producir acciones en elementos de la instalación tendentes a corregir las desviaciones en los valores del parámetro detectadas por el lazo de medida.

- Lo indicado en el primer apartado.
- Tipo de regulador, situación y elemento o elementos de la instalación sobre la que actúa.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.5. Control de instalaciones y equipos

5.6.5.1. Tubos de acero

- **Materiales**

El fabricante deberá presentar copia de análisis de calidad del acero utilizado.

- **Ejecución**

La comprobación de dimensiones, espesor y rectitud de los tubos se realizará en base a las tolerancias que se especifican en el apartado 5.6 del citado Pliego.

Se controlarán como mínimo el 5% de las soldaduras efectuadas en obra mediante radiografías, no aceptándose soldaduras de calidad inferior a tres según la Norma UNE 14011.

5.6.5.2. Tubos de plástico

- **Materiales**

Los ensayos a realizar sobre el material empleado en los tubos de PVC serán:

- Peso específico según UNE 53020.
- Temperatura de reblandecimiento según UNE 53118.
- Alargamiento a la rotura según UNE 53112.
- Absorción de agua según UNE 53112.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Los ensayos a realizar sobre material empleado en los tubos de PE serán:

- Peso específico según UNE 53118.
- Temperatura de reblandecimiento según UNE 53118.
- Índice de fluidez según UNE 53118.
- Alargamiento a la rotura según UNE 53142.

A juicio del Director de Obras estos ensayos pueden sustituirse por los ensayos de calidad correspondientes por el fabricante.

▪ **Ejecución**

Se realizarán las pruebas previstas en el apartado 3.1 del Pliego de Tuberías del M.O.P.

5.6.5.3. Juntas de caucho natural y sintético

Por cada lote de 200 unidades se realizarán los ensayos previstos en el apartado 2.29 del Pliego de Tuberías M.O.P.

5.6.5.4. Revestimiento de tubos

El proyecto de construcción definirá los ensayos a realizar sobre los materiales empleados en el revestimiento de tubos, con arreglo a las características definidas en el apartado 2.32 del Pliego de Tuberías del M.O.P.

5.6.5.5. Protección de superficies metálicas

▪ En taller

Se procederá a la limpieza y galvanizado de las superficies metálicas en un momento determinado. Se realizará una inspección visual de la limpieza de superficies a fin de comprobar el grado exigido, así como el proceso seguido, abrasivo utilizado... y el tiempo que transcurre entre la limpieza y la aplicación de la protección.

En los equipos o elementos galvanizados, el Contratista facilitará documentación del proceso a seguir, comunicando con antelación la fecha y lugar donde se realizará el galvanizado para su inspección.

▪ Montaje

En los elementos galvanizados se realizarán como mínimo los siguientes ensayos:

- Ensayo de adherencia.
- Peso del recubrimiento (método no destructivo) según UNE 37501.
- En los elementos y equipos protegidos mediante pinturas se comprobarán espesores según Normas INTA 16 02 24 y se realizarán los ensayos de las pinturas según la Norma INTA que les sean de aplicación.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.5.6. Válvulas

▪ En taller

El Contratista deberá facilitar los certificados de calidad de los materiales empleados en la fabricación de los distintos órganos de las válvulas.

Se ensayarán un 10% de las unidades a instalar. Previa aprobación por la Dirección de Obra del Banco de Pruebas, se mantendrá cada válvula un minuto y medio a la presión nominal, tanto para el cuerpo de la válvula, como para el órgano de cierre.

▪ Montaje

Se realizarán controles para comprobar el correcto montaje según los planos de detalles aprobados y el correcto accionamiento del órgano de cierre.

5.6.5.7. Motores

▪ En taller

Los ensayos mínimos a realizar serán los siguientes:

- Ensayo de cortocircuitos.
- Ensayo de vacío.
- Ensayo de calentamiento.
- Rendimientos a 2/4; 3/4 y 4/4 de plena carga.
- Factor de potencia, en su caso, a 2/4; 3/4 y 4/4 de plena carga.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Pérdidas globales.
- Par máximo.
- Par inicial.

▪ **Montaje**

Se realizarán los siguientes controles:

- Comprobación de anclajes a las bancadas de cimentación.
- Alineaciones.
- Acoplamientos.

▪ **Pruebas de funcionamiento**

Se realizarán los siguientes controles:

- Sentido de giro.
- Vibraciones.
- Calentamiento.
- Consumo.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.5.8. Bombas

▪ **En taller**

El Contratista deberá facilitar los certificados de calidad de los materiales empleados en la fabricación.

Los ensayos mínimos a efectuar serán los siguientes:

- Curva de altura-caudales.
- Para el punto de funcionamiento y altura manométrica nominales: caudal, revoluciones, potencia en el eje, rendimiento y temperatura.

▪ **Montaje**

Se realizarán los siguientes controles:

- Alineaciones de aspiración e impulsión.
- Comprobación de anclaje a la bancada.
- Acoplamientos.

▪ **Pruebas de funcionamiento**

Se realizarán los siguientes controles:

- Sentido de giro.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Caudales.
- Revoluciones.

5.6.5.9. Compresores

▪ En taller

Los ensayos mínimos a realizar serán:

- Determinación del caudal.
- Revoluciones del motor.
- Presión.
- Temperatura de salida del aire.
- Temperatura ambiente.
- Humedad ambiente.

▪ Montaje

- Comprobación de anclaje a bancada.
- Acoplamientos y alineaciones.

▪ Pruebas de funcionamiento

- Caudales y presiones.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

- Temperatura de aspiración.
- Consumos.

5.6.5.10. Pruebas y ensayos de otros equipos e instalaciones

Las pruebas de ensayos e instalaciones de instalaciones y equipos no incluidos en este Pliego, serán las que se especifiquen en las Normas, Reglamentos e Instrucciones que les sean de aplicación.

5.6.6. Pruebas de estanqueidad

5.6.6.1. Tuberías

Se realizarán preceptivamente las dos pruebas siguientes de las tuberías instaladas:

- Pruebas de presión interior.
- Prueba de estanqueidad.

Las pruebas se realizarán según se especifica en el capítulo 11 del Pliego de Construcciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua del M.O.P.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5.6.6.2. Obras de hormigón

Los tanques de hormigón se probarán hidráulicamente mediante llenado individual y se mantendrán un mínimo de 7 días. Las pérdidas admisibles no deberán superar el 3% del volumen del tanque por día.

5.6.6.3. Caudalímetros y contadores

- **En taller**

El contratista deberá facilitar los certificados de calidad de los materiales empleados en la fabricación de los distintos órganos de estos equipos. Se ensayarán un 10% de las unidades a instalar.

- **Montaje**

Se realizarán controles para comprobar el correcto montaje según los planos de detalle aprobados.

5.6.6.4. Válvulas de retención

- **En taller**

El Contratista deberá facilitar los certificados de calidad de los materiales empleados en la fabricación de los distintos órganos de las válvulas de retención. Se ensayarán un 10% de las unidades a instalar. Previa aprobación de la Dirección de Obras del banco de pruebas, se mantendrá cada válvula de retención durante un minuto y medio a la presión nominal, tanto para el cuerpo de la válvula como para el órgano de cierre.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

▪ **Montaje**

Se realizarán controles para comprobar el correcto montaje según los planos de proyecto aprobados y el correcto accionamiento del órgano de cierre.

5.6.7. Prueba general de funcionamiento

La duración del periodo de prueba general de funcionamiento será, en principio, de siete días. La prueba consistirá en la comprobación de cotas de lámina de agua de la línea piezométrica y del correcto funcionamiento de todas las instalaciones y equipos de forma continuada.

DOCUMENTO VI

ESTADO DE MEDICIONES

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

6. Estado de mediciones

1. Estado de mediciones para adecuación del terreno y obra civil.....	5
1.1. Movimiento de tierras superficial total.....	5
1.2. Urbanización.....	5
1.3.. Obra civil de elementos funcionales.....	5
1.3.1.- Físico-químico / decantación.....	5
1.3.2. Filtro de arena.....	6
1.3.3. Desinfección - UV.....	7
1.3.4. Canal cloración.....	7
1.3.5.Estación de bombeo.....	7
1.3.6. Depósito de almacenamiento.....	8
2. Equipos electromecánicos.....	8
2.1. Coagulación – floculación.....	8
2.2. Decantador lamelar.....	10
2.3. Filtros de arena.....	10
2.4. Desinfección – UV.....	11
2.5. Canal cloración.....	11
2.6. Estación de bombeo.....	11
2.7. Depósito de almacenamiento.....	12
3. Conducciones de proceso.....	12
3.1. Conducción decantador secundario-depósito coagulación.....	12
3.2. Conducción cámara floculación-decantador lamelar.....	12
3.3. Conducción decantador lamelar-filtro de arena.....	13
3.4. Conducción filtro de arena-canal cloración.....	13
3.5. Conducción canal cloración-estación bombeo.....	14
3.6. Conducción estación bombeo-depósito almacenamiento.....	14
4. Equipos eléctricos.....	15
4.1. Acometida en media tensión.....	15
4.2. Cuadros.....	15
4.3. Alumbrado exterior.....	19
4.4. Red de tierras.....	19
4.5. Canalizaciones y cableado.....	20

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

5. Automatismos y control.....	22
5.1. Instrumentación.....	22
5.2. Automatización.....	22
6. Seguridad y salud.....	26
7. Explotación etapa pruebas de funcionamiento.....	26

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

1.-Estado de mediciones para adecuación del terreno y obra civil

Concepto	Ud	Cantidad
1.1-Movimiento de tierras superficie total		
m ² Desbroce del terreno Parcela 100x70	1	7000,00
m ³ Excavación, nivelación y carga al camión Excavación en la parcela para procesos	1	12,00
m ³ Transporte a vertedero Transporte a vertedero a cualquier distancia, de productos sobrantes de la excavación, incluso canon de vertido	1	1853,78
1.2-Urbanización		
m ³ Sub-base zahorra natural Tratamiento terciario	1	700,00
m ³ Base zahorra artificial Tratamiento terciario	1	1400,00
m Valla metálica cerramiento Perímetro parte terciario menos un lado	1	240,00
Ud Acometida a edificios Edificio de control	1	1,00
1.3- Obra civil en elementos funcionales		
1.3.1- Físico-químico / decantación		
m ³ Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	1	410,95
m ³ de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97%. del PN.	1	76,45
m ³ Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	1	334,50
m ³ de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	1	94,60
m ³ m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	1	147,04

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
m ² encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	1	252,00
kg de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm ² de limite elástico, en armaduras, y. cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	1	8528,03
m de formación de junta de dilatación, en piezas hormigonadas "in situ", con perfil elastomérico de alma circular, de 300 mm. de ancho, colocado en el interior.	1	19,36
m Barandilla metálica, incluyendo perfiles tubulares soldados, elementos de anclaje, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético, colocada. 90cm. De altura	1	61,50
m ² Suministro y colocación de trames galvanizado para pasillos, formado por malla de 30x30 y pletina de 25mm. Totalmente montado.	1	26,00
1.3.2- Filtros de arena		
m ³ Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	2	135,35
m ³ de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97%. del PN.	2	72,49
m ³ Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2	62,86
m ³ de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	2	18,98
m ³ m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	2	108,70
m ² encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	2	144,38
m ² de encofrado recto para elementos horizontales, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado	2	31,25
kg de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm ² de limite elástico, en armaduras, y. cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	2	6373,29
m Barandilla metálica, incluyendo perfiles tubulares soldados, elementos de anclaje, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético, colocada. 90cm. De altura	1	101,52
m ² Suministro y colocación de trames galvanizado para pasillos, formado por malla de 30x30 y pletina de 25mm. Totalmente montado.	1	94,86

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
1.3.3- Desinfección-UV		
m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	1 28,00
m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97%. del PN.	1 15,00
m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	1 13,00
m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	1 4,00
1.3.4- Canal de cloración		
m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	1 603,28
m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97%. del PN.	1 323,19
m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	1 280,09
m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	1 21,77
m ³	m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	1 136,08
m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	1 301,00
kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm ² de límite elástico, en armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	1 19622,22
1.3.5- Estación de bombeo		
m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	1 43,88
m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97%. del PN.	1 23,51

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
m ³ Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	1	20,37
m ³ de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	1	4,32
m ³ m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	1	50,4
m ² encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	1	70
kg de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm2 de limite elástico, en armaduras, y. cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	1	1427,24
1.3.6-Depósito almacenamiento		
m ³ m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	1	339,11
m ² encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	1	305,38
kg de acero corrugado B-400 S, de 4.100Kg/cm2 de limite elástico, en armaduras, y. cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	1	9603,00
2- Equipos electromecánicos		
2.1-Coagulación-Floculación		
Ud Agitadores Coagulación Marca: Inoxmim, Modelo: VMR 2-200/600-600, agitador vertical, 200rpm, con reten convencional, Semieje + eje Ø60, Longitud 2400mm2 x hélice tipo marina Ø600 3p, anclaje al depósito por brida cuadrada de 400x400 material Aisi 316L	1	1,00
Floculación ejes largos Marca: Inoxmim, Modelo: IBC 0,37-23/1200, agitador vertical, 23rpm Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 1300mm, 1 x hélice tipo GFLOC Ø1200 2p, por brida cuadrada de 400x400, Material Aisi 304L	3	3,00
Floculación ejes cortos Marca: Inoxmim, Modelo: IBC 0,37-23/1200, agitador vertical, 23rpm Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 2500mm, 1 x hélice tipo GFLOC Ø1200 2p, por brida cuadrada de 400x400, Material Aisi 304L	2	2,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
Ud Bombas dosificadoras Tanque Coagulación Marca: Aiguapres, Modelo: TAM4108116, Tipo: Dosificadora de membrana 116 ciclos minuto, peso: 13.3kg, Presión máxima: 10 bar, Temperatura máxima: 90° C, Caudal máximo: 90/45 l/h, cabezal y válvulas de acero inoxidable, membrana de NBR + PTFE, Motor AISI-316	2	1,00
1er. Tanque Floculación Marca: Aiguapres, Modelo: TAM4108116, Tipo: Dosificadora de membrana 116 ciclos minuto, peso: 13.3kg, Presión máxima: 10 bar, Temperatura máxima: 90° C, Caudal máximo: 90/45 l/h, cabezal y válvulas de acero inoxidable, membrana de NBR + PTFE, Motor AISI-316	2	1,00
Ud Variador de frecuencia bombas dosificadoras Coagulación Marca: Control Tecnologías, Modelo: UNIDRIVE UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, Corriente nominal: 2.1 A, Tensión de conexión a red: 3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz, Tipo de ventilación: Aire forzado incorporado. Clase de protección: IP-40, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm	2	1,00
Floculación Marca: Control Tecnologías, Modelo: UNIDRIVE UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, Corriente nominal: 2.1 A, Tensión de conexión a red: 3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz, Tipo de ventilación: Aire forzado incorporado. Clase de protección: IP-40, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm	2	1,00
Ud Depósito producto químico Coagulante Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina estervinílica y fibra de vidrio.	1	1,00
Floculante Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina estervinílica y fibra de vidrio.	1	1,00
Ud Sistema preparador polielectrolito diluido Conjunto depósitos 3 Depósitos, sin tapa y en acero inoxidable 304, Capacidad: 850L, 3 válvulas de vaciado drenaje, válvula de corte, manómetro presostato, filtro, válvula reductora de presión, rotámetro de control de caudal,	2	1,00
Dosificador poli en polvo Tipo TG 60P 26/45R, con Motovariador reductor 0,18 KW 220/380 V III 50 Hz regulable manualmente, tolva de 60 litros sin tapa, material en contacto con polielectrolito inoxidable 304.	2	1,00
Electroagitadores Motor 0,37 KW, 1500r.p.m. 220/380 III 50Hz, reductor salida a 150r.p.m, amarreeje long. 600mm dia.20mm inoxidable 304hélice día.200mm inox. 304	4	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Armario automatismo control y potencia Alimentación: 220/380 V III 50Hz, Construcción: chapa acero, Entrada de cables: prensa estopas Armario: 600x500x200mm, Pintura: gris, Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial IVx25x 300mA, 3 Interruptores automáticos calibrado intensidad motor con Contactos auxiliares INA + INC3, Contactores con contactos auxiliares, 3 Interruptores fusibles 1 Transformador manos 380/220 V - 315 VA</p>	2	1,00
<p>Uds Dilución polielectrolito Equipo completo de dilución en línea para reducir la concentración original del 0,5 % a otra más baja (0,2%) compuesto de medidores de caudal de agua fresca y mezcladores en línea. Totalmente instalado y probado. Marca: TIMSA</p>	2	1,00
2.2-Decantador lamelar		
<p>Ud Lamelas decantador Pack lamelas PVC Marca: ECOTEC, Material: PVC, Altura prevista de los bloques (mm): 2000, Separación entre lamelas (mm): 20, Peso (Kg/m3): 75, Inclinación: 60°, Tª máxima de utilización (°C): 55, Superficie proyectada por m² de superficie de base: 5m²/ m²-h</p>	61	1,00
<p>Ud Bombas extracción de fangos Marca: Ideal, Modelo: ARSH 32-16/0,75 RVM, Tipo: Centrífuga horizontal monobloc, Caudal: 17.8m³/h, Altura manométrica: 5,7m.c.a., Tipo de fluido: Agua con fango (6%), Rendimiento: 37.2%, Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s, Cuerpo de la bomba: H°F° GG-25, Impulsor: GS400, Tipo de motor: IE1 (B5), Potencia motor: 1.2kW, Rpm:1450</p>	4	1,00
<p>Ud Sensores Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel. Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda; inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)</p>	2	1,00
2.3-Filtro de arena		
<p>m³ Medio filtrante filtro arena Antracita (1800 kg/m³)</p>	1	43,37
Arena (1564 kg/m³)	1	21,68
Grava	1	4,65
<p>Ud Sensores Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel. Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda; inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)</p>	2	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
Ud Bombas y soplantes Soplante aire, limpieza filtro Marca: Pedro Gil, Modelo: GRUPO PG-30-F1 RNT-33.30, Tipo: Émbolos rotativos, Caudal: 1856Nm³/h, Presión impulsión: 1.6atm, Temperatura máxima: 78°C, Vel. Máxima soplante: 3800Rpm, Aislamiento: Case F, Protección: IP55 B3, Motor: 3000/MIN 55kW, EJE60 TOPIE3, Potencia del motor: 55kW Tensión: 400/690V	2	1,00
Bomba impulsión agua, limpieza filtro Marca: MUNSCH, Modelo: NP-250-200-400-F, Tipo: Centrífuga con cascará de caracol, Caudal: 790m³/h, Altura manométrica: 35m.c.a., Tipo de fluido: Agua, Rendimiento: 79.1%, Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s, Los materiales principales son: PP, PVDF y PE-UHMW. Potencia motor: 95.28kW, Tensión: 230/400 V/III, Tipo de motor: IEC	2	1,00
2.4-Desinfección-UV		
Ud Lámparas desinfección UV Marca: Wedeko, Modelo: Serie LBX200e, Caudal: 187m³/h, Montaje: En Z, Lámparas: ECORAY@ELR 30-1, Limpieza: Automática, Sistema de dosificación: OpIDose ECOTOUCH, Duración mínima lámparas: 14000h, Consumo máx. Total: 3.40kW, Presión máxima de trabajo: 10bar, Tensión: 400/230V, Material reactor: SS 316L	2	1,00
2.5-Canal de cloración		
Ud Depósito producto químico Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina estervinilica y fibra de vidrio.	1	1,00
Ud Bombas etapa cloración Marca: TECNIUM, Tipo: Centrífuga horizontal, Fluido a bombear: Hipoclorito de sodio comercial Temperatura: Ambiente, Caudal máximo: 10m³/h, Contra presión máxima: 8kg/cm², Cuerpo dosificador: PVDF, Motor: Eléctrico, Potencia motor: 0.75kW, Velocidad: 1500rpm, Tensión/Fases/Frecuencia: 230/400V / III / 50Hz	2	1,00
Ud Variador de frecuencia Marca: Control Tecnologías, Modelo: Unidrive UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, Corriente nominal: 2.1 A, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm, Frecuencia salida: 0...1000Hz, Tensión de conexión a red: 3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz	1	1,00
Ud Sensores Sonda medidora cloro libre	1	1,00
2.6-Estación de bombeo		
Ud Bombas impulsión Marca: IDEAL, Modelo: RNI 150-40, Tipo: Horizontal normalizada, Caudal: 371,25m³/h, Altura manométrica: 51m.c.a., Velocidad: 1450rpm, Rendimiento: 85.4%, Tipo de rodete: Vortex 360mm, Material: Ele (Acero inox. AISI 420), Cuerpo bomba, Tapa cuerpo, rodete, aro cierre (Hierro fundido; GG25), Tornillería (Acero cadmiado), Tipo de motor: Standard IEC Potencia motor: 75kW Tensión: 400/690 V	3	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
Ud Alternadores Marca: Grundfos, Modelo: CUE 3X380-500V, Tipo: Convertidor de frecuencia externa, Peso: 45kg, Potencia nominal: 55kW, Frecuencia: 50Hz, Tensión nominal: 3x380/400V, Rendimiento a plena carga: 98%	1	1,00
2.7-Depósito almacenamiento		
Ud Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	1	1,00
Ud Sensores Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel, Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda; inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)	2	1,00
3-Conducciones de proceso		
3.1-Conducción de cantador lamelar-depósito coagulación		
m Conducción, Ø = 0,25m, acero galvanizado Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	1	10,00
Ud Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	1	1,00
Ud Caudalímetro Marca: Endress Hauser, Modelo: Promag 10L3H, Tipo: Electromagnético, Constante de tiempo: 1s, Caudal máximo: 750m³/h, Alimentación: Display: 85-250VAC, Recubrimiento interior: PTFE Protección: IP67 NEMA4X	1	1,00
Ud Accesorios Codos 90°, acero galvanizado, Ø = 0,25m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN 1626, Espesores: s/ espesores de tubo DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente, Diámetros: 250	2	1,00
3.2-Conducción cámara floculación-decantador lamelar		
m Conducción, Ø = 0,25m, acero galvanizado Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	1	1,50
Ud Válvulas Electroválvulas retención reguladora de caudal, Ø = 0,25m Marca: Tomas Beltran, Tipo: Cierre mecánico, Diámetro nominal: DN250, Accionamiento: NeumáticoCuerpo: hierro fundido GG-25, Charnela: fundición nodular GGG-40, Ejes: acero inoxidable AISI-420	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
3.3-Conducción de cantador lamelar-filtro de arena		
m	Conducción, Ø = 0,25m, acero galvanizado Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	1 3,50
Ud	Accesorios Codos 90°, acero galvanizado, Ø = 0,25m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN1626, Espesores: s/ espesores de tubo DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente, Diámetros: 250	4 1,00
	T estándar, acero galvanizado, Ø = 0,25m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN 1626, Espesores: DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente. Diámetros: 250	1 1,00
Ud	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	2 1,00
3.4-Conducción filtro de arena-canal cloración		
m	Conducción, Ø = 0,25m Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	1 4,50
m	Conducción, Ø = 0,2m Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	1 4,00
Ud	Accesorios Codos 90°, acero galvanizado, Ø = 0,20m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN1626, Espesores: s/ espesores de tubo DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente, Diámetros: 200	12 1,00
	T estándar reducida, acero galvanizado, Ø = 0,25-0,20m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN 1626, Espesores: DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente.	2 1,00
	Codos 90°, acero galvanizado, Ø = 0,25m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN1626, Espesores: s/ espesores de tubo DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente, Diámetros: 250	2 1,00
	T estándar, acero galvanizado, Ø = 0,25m Calidad: St-37, Dimensiones: DIN 1626, Espesores: DIN 2458, Protección: galvanizado en caliente. Diámetros: 250	1 1,00
Ud	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	4 1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
3.5-Conducción canal cloración-estación bombeo		
m Conducción, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE EN-1916/2003, (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Espesor: 60mm, Peso unidad: 444kg, Diámetros: DN250 Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	1	3,00
Ud Accesorios Codos 90°, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Diámetros: DN250, Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	2	1,00
T estándar, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Diámetros: DN250, Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	1	1,00
Ud Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	2	1,00
3.6-Conducción estación bombeo-de pósito almacenamiento		
m Conducción, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE EN-1916/2003, (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Espesor: 60mm, Peso unidad: 444kg, Diámetros: DN250 Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	1	694,00
Ud Accesorios Codos 90°, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Diámetros: DN250, Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	2	1,00
T estándar, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Diámetros: DN250, Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	1	1,00
Codo 45°, hormigón armado, Ø = 0,25m Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE 127916 (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Diámetros: DN250, Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	2	1,00
Ud Válvulas Válvulas retención de bola, Ø = 0,25m Marca: Tomas Beltran, Tipo: Antirretorno, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: AutomáticoCuerpo: hierro fundido GG-25Bola: fundición nodular GGG-40	2	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
4. Equipos eléctricos		
4.1.- Acometida en media tensión		
<p>Uds Apoyo entroque aéreo-subteraneo Entroque para paso de red aérea a red subterránea en media tensión (20 kV), formado por: apoyo metálico galvanizado de 12 m. de altura total y 2.000 kg. de esfuerzo en punta, armado e izado; cruceta metálica galvanizada B36, bastidor metálico galvanizado para seccionador XS; cadena de aisladores horizontales de 3 elementos E-70; 1 juego de cortacircuitos fusible-seccionador de expulsión de intemperie para 17,5-24 kV., 1 juego de pararrayos (autoválvulas) de óxidos metálicos para 21 kV, para protección de sobretensiones de origen atmosférico, 3 terminales exteriores de intemperie para cable de 12/20 kV., tubo de acero galvanizado de 6" de diámetro, para protección mecánica de los cables, provisto de capuchón de protección en su parte superior; puesta a tierra de los pararrayos y de las pantallas de los cables y anillo equipotencial para corrientes de paso y contacto compuesto por cable de Cu desnudo de 50 mm²., electrodos de toma de tierra cobrizados de 1,5 m., basamento de hormigón con malla metálica y protección antiescalo, realizado en terreno accesible a camiones, incluso apertura de pozo en terreno de consistencia media, hormigonado y transportes (no se incluye la tramitación y permiso de los propietarios de los terrenos afectados por el paso de la línea). Totalmente instalado.</p>	1	1,00
4.2.- Cuadros		
<p>Uds Cuadro general de distribución formado por armario metálico de dimensiones 2000x900x400 mm protección IP55, con interruptor automático general+protección diferencial de 400 A, incluyendo protecciones mediante interruptores automáticos para las líneas que abastecen a los distintos cuadros, protecciones diferencial y magnetotérmicas para los alumbrados exterior e industrial de la nave. Totalmente instalado y probado.</p>	1	1,00
<p>Uds Cuadro de control y maniobra formado por dos armarios metálicos de 2000x900x400 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 400 A incluyendo 25 salidas para arranque de motores de hasta 5'5 kW, 1 salida para arranque directo de hasta 15 kW y 2 salidas para arranque directo de hasta 90 kW., 2 interruptores automáticos de 6 A y otro de 10 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), voltímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático.</p>	1	1,00
<p>Uds Cuadro de control y maniobra: formado por un armario metálico de 2000x900x400 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 40 A incluyendo 16 salidas para arranque de motores de hasta 5'5 kW, , 2 interruptores automáticos de 10 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), voltímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático.</p>	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds Armario de chapa de acero: de 2 mm de espesor de dimensiones aproximada 2200 x 1600 x 400 mm pintado con pintura antioxidante y dos manos de acabado, conteniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Interruptor automático magnetotérmico de 125 A 45 kA con relé de mínima tensión y protección diferencial - Voltímetro escala 0-500 V con conmutador - 3 Transformadores de intensidad con amperímetro - Escala: 125/5A - Salidas para motor, con interruptor automático magnético III, interruptor diferencial de 300 mA contactor y relé térmico electrónico . 18 Ud hasta 4 KW . 1 Ud hasta 5,5 KW . 2 Ud hasta 11 KW - Salidas con interruptor automático magnetotérmico . 4 de 25 A . Comutadores de tres posiciones .. Cantidad: 21 ud . Interruptor automático de mando hasta 4 A .. Cantidad: 28 ud . Pulsadores marcha-paro .. Cantidad: 42 ud . Lámpara de señalización tipo led .. Cantidad: 42 ud . Transformador de mando de 1500 VA a 400/230 V.c.a. .. Cantidad: 1 ud . Relé auxiliar de tres inversores con base .. Cantidad: 42 ud . Relé electrónico temporizado .. Escala de tiempos variables .. Cantidad: 1 ud . Resistencia de caldeo con termostato .. Cantidad: 2 ud . Alumbrado interior del cuadro .. Cantidad: 2 ud - Conjunto de embarrado, cableado, conexionado y pequeño material 	1	1,00
<p>Uds Cuadro de control y maniobra: formado por un armario metálico de 1600x800x425 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 100 A incluyendo 2 salidas para arranque de motores de hasta 5'5 kW, 1 salida para arranque directo de hasta 15 kW y 3 interruptores automáticos de 6 A y otro de 80 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), voltímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático</p>	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds C.C.M. formado por:</p> <p>* Columna de alimentación IP40, de dimensiones aproximadas 2.200x600x600mm, conteniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Interruptor automático tipo MCL 107 N de 100 A, 4P, 65 KA con protección magnetotérmico y diferencial - 1 Panel lateral y otro de separación - Juegos de barras horizontales 3P+N+PE de 800A - 1 Transformador de mando 1500 VA con protección magnetotérmica - 3 Amperímetros escala x/5A - 3 Transformadores de intensidad x/5A - 1 Voltímetro escala 0-500 V - 1 Conmutador voltimétrico - 4 Interruptores automáticos hasta 10 A, 2P - 1 Interruptor automático hasta 10 A, 4P - 1 Interruptor automático hasta 25 A, 4P - 1 Calefacción de columna con termostato y protección magnetotérmica <p>* Columna IP40, 2.200 x 1.000 x 600 mm. conteniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Panel lateral y otro de separación - Juegos de barras horizontales 3P+N+PE de 800A - 7 Interruptores diferenciales de 300 mA - 6 Interruptores automáticos para motores hasta 11 KW tipo C60 LMA - 1 Interruptor automático para motores hasta 30 KW tipo NC 100 LMA - 6 unidades extraíbles para 4 KW, directo, tipo CA 3-9 - 1 unidad extraíble para 15 KW, directo, tipo CA 3-30 - 1 Espacio de reserva equipada con parte fija - 14 Contactores auxiliares de tres inversores - 7 Conmutadores L-O-R, con pulsadores marcha-paro - 11 Lámparas de señalización - 1 Calefacción en columnas con termostatos y protecciones 	1	1,00
<p>Uds Armario general de alumbrado:</p> <p>Material: chapa de acero de 2mm de espesor Dimensiones aproximadas: 2.000x1.000x300mm Complementos:</p> <p>Pintura: Antioxidante: dos manos Acabado: dos manos Aparellaje: Interruptor general magnetotermico, tetrapolar: Cantidad: 1 ud Intensidad nominal: 160 A Transformador intensidad: Cantidad: 3 ud Relacion: x/5 A Amperímetros electromagneticos: Cantidad: 3 ud Escala: 160 A Voltimetro electromagnetico: Cantidad: 1 ud Escala: 0-500 V Conmutador de voltimetro Cantidad: 1 ud Interruptor magnetotermico tetrapolar de las siguientes intensidades: - 4 ud de 40 A - 10 ud de 30 A - 4 ud de 25 A - 2 ud de 20 A - 6 ud de 16 A Reloj horario Cantidad: 1 ud Contactor tetrapolar: Cantidad: 3 ud Intensidad: 20 A Celula fotoelectronica: Cantidad: 1 ud Conmutador de tres posiciones: Cantidad: 3 ud Fusibles de mando: Cantidad: 4 ud Pulsadores marcha-paro: Cantidad: 6 ud Interruptores magnetotermicos bipolares para alumbrado exterior: Cantidad: 6 ud Intensidad nominal: 10 A Cableado y conexiones</p>	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds Cuadro local de alumbrado, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, tetrapolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 25 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 6 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 6 ud - Intensidad nominal: 10 A <p>A filtro de arena y cloración</p>	2	1,00
<p>Uds Cuadro local de alumbrado edificio fisico-químico, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 40 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 5 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 4 ud - Intensidad nominal: 16 A <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 1 ud - Intensidad nominal: 10 A 	1	1,00
<p>Uds Cuadro local de alumbrado filtros, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 25 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 4 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 1 ud - Intensidad nominal: 16 A <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 3 ud - Intensidad nominal: 10 A 	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
4.3. Alumbrado exterior		
Uds Luminaria de exterior serie viento 600-IVH de INDALUX o similar de 150 W de VSAP, formada por una carcasa en aleación ligera inyectada, pintada en color gris RAL 7.035 brillo, con sistema óptico formado por reflector de aluminio hidroconformado y anodizado y cierre de vidrio templado de geometría lenticular, sellados con silicona. Sistema optico con aislamiento IP66, y aislamiento eléctrico clase II. Incluyendo bandeja portaequipos, tapa de aislamiento y cazoleta portalámparas en material plástico de alta resistencia. Totalmente instalada en columna o brazo, incluyendo parte proporcional de cableado desde el cuadro eléctrico, lámpara y demás elementos necesarios para su correcto funcionamiento.	15	1,00
Uds Columna troncocónica: de sección circular de 8 m de altura en acero galvanizado, de 4 mm de espesor y 170 kg de peso, con puerta enrasada, disponiendo de toma de tierra y varilla soldada para la sujeción de la caja de conexión, incluyendo caja de conexión, toma de tierra y diferencial.	10	1,00
Uds Brazo: de 0'7 m formado por base en aluminio fundido y tubo de aluminio extruido y curvado con posibilidad de inclinación de 0° a 20° en el plano vertical, incluyendo caja de conexión, diferencial, totalmente instalado.	5	1,00
4.4. Red de tierras		
Uds Piqueta de cobre: de puesta a tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm. y longitud 200 cm., incluso hincado y conexiones, según NTE/IEP-5.	9	1,00
Uds Aprietacables para fijación de cable de tierra a la ferralla de la cimentación.	5	1,00
m Conducción de puesta a tierra: enterrada a una profundidad mínima de 80 cm., instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, incluso excavación y relleno, según NTE/IEP-4, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica.	1	300,00
Uds Arqueta de conexión de puesta: a tierra 38x50x25 cm, formada por muro aparejado de ladrillo macizo de 12 cm, de espesor, con juntas de mortero M-40a (1:6) de 1 cm, de espesor enfoscado interior con mortero de cemento M-160a (1:3) solera de hormigón en masa H-100 y tapa de hormigón armado H-175 con parrilla formada por redondos de diámetro 8 mm, cada 10 cm, y refuerzo perimetral formado por perfil de acero laminado L 60,6, soldado a la malla con cerco de perfil L 70.7 y pastillas de anclaje en cada uno de sus ángulos, tubo de fibrocemento ligero de diámetro 60 mm, y punto de puesta a tierra, incluso conexiones, sin incluir excavación, relleno y transporte de tierras sobrantes a vertedero, según NTE/IP-55	3	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
m Línea principal de puesta a tierra: instalada con conductor de cobredesnudo de 16mm ² de sección, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de diámetro 23 mm., incluso parte proporcional de cajas de derivación, ayudas de albañilería y conexión al punto de puesta a tierra, según NTE/IEB-61, desde la primera derivación hasta la arqueta de conexión.	1	30,00
m Derivación de puesta a tierra: instalada con conductor de cobre desnudo de 16 mm ² de sección, empotrado y aislado con tubo dePVC flexible de diámetro 23 mm., incluso parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, medido desde el cuadro general de distribución hasta la línea principal de puesta a tierra	1	80,00
4.5. Canalizaciones y cableado		
m Bandeja perforada de PVC: de dimensiones 60x300mm, con cubierta, preparada para alojar conductores electricos, con un incrementosobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	1	193,00
m Bandeja lisa de PVC: de dimensiones 60x200mm, con cubierta, preparada para alojar conductores electricos, con un incremento sobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	1	47,00
m Bandeja perforada de PVC: de dimensiones 60x200mm, con cubierta, preparada para alojar conductores electricos, con un incremento sobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	1	66,00
Uds Base enchufe: 2 polos + tierra lateral de superficie estancos, con mecanismo completo de 10/16 A. 250 V., con tapa, con caja estanca color gris.	10	1,00
m Canalización para conducción de cables, para instalación vista: formada por tubo liso rígido de PVC abocardado, de diámetro exterior 32 mm., suministrado en piezas de 5 m., grado de protección 7, con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	1	70,00
m Conducción eléctrica subterránea de dos línea de baja tensión: formadas por cuatro conductores unipolares con aislamiento de polietileno y conductor de aluminio RV 0.6/1 Kv., de 3x240+1x150 mm ² y 3x240+1x150mm ² de sección, incluso tendido en el fondo de la zanja, excavación de tierras para la formación de la misma, con sección 90x60 cm., capa de arena apisonada de 25 cm. de espesor, testigo cerámico, cinta atención cable y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir solera ni pavimento de acera.	1	250,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
m Cable rígido de cobre: de 4x2.5mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	1124,00
m Cable rígido de cobre: de 4x4mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	121,00
m Cable rígido de cobre: de 4x6mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	60,00
m Cable rígido de cobre: de 4x10mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	10,00
m Cable rígido de cobre: de 4x16mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	44,00
m Cable rígido de cobre: de 1x25mm ² , de tensión nominal 0.6/1kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	520,00
m Cable rígido de cobre: de 1x35mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV, con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	248,00
m Cable rígido de cobre: de 1x70mm ² , de tensión nominal 0.6/1kv. Tipo RV, con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	1	28,00
Uds Batería de condensadores: de 240 KVAr formado por escalones de 30+30+3x60 integrado en armario metálico de 2000x800x425mm, incluyendo transformador de intensidad, display digital y microprocesador interno. Totalmente instalada y probada.	1	1,00
Uds Pequeño material montaje	1	1,00
Uds Caja estanca: IP-65 de PVC para mando local, con pulsadores de marcha y paro tipo seta, incluidos soportes.	48	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
Uds Base de enchufe empotrada: de 220/240 V./220, con puesta a tierra, instalada con cable de cobre de 4mm ² de sección, empotrado y aislado bajo tubo flexible de diámetro 16 mm., incluso mecanismos de primera calidad y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, según NTE/IEB-50	18	1,00
Uds Base de enchufe empotrada: de 220/240 V./220, con puesta a tierra, instalada con cable de cobre de 6mm ² de sección, empotrado y aislado bajo tubo flexible de diámetro 23mm., incluso mecanismos de primera calidad y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, según NTE/IEB-50.	20	1,00
5-. Automatismos y control		
5.1-. Instrumentación		
Uds Equipo medida de caudal en tubería: principio electromagnético, compuesto por: - Instalación: tubería ø 300 mm. - Alimentación: 220 V, 50 Hz - Proceso: caudal a líneas (Resto de características según Esp. Tec.)	1	1,00
5.2-. Automatización y control		
Uds Cuadro de automatización: Cuadro eléctrico formado por armario metálico con puerta plena, dotado de las protecciones necesarias para la alimentación a los PLC con espacio suficiente, incluyendo reserva del 25%, para automatización del biológico, deshidratación y desodorización, compuesto por: Unidad CPU Telemecanique Modicon TSX Premium o similar; FdA 120/230 V AC; FdA conmutada de altas prestaciones para 24 V DC, 10 A; Tarjeta expansora de memoria PCMCIA RAM 224Kb con pila de seguridad; 9 tarjetas de 64 entradas digitales, 6 tarjeta de 32 salidas digitales, 5 tarjeta de 16 entradas analógicas y 6 tarjeta de 8 salidas analógicas; 1 bastidor de fijación, cableado de conexión de señales digitales y analógicas, y bases digitales y analógicas para entrada y concentración de señales de campo; incluso conexionado a red ethernet local de la EDAR. Totalmente instalado y probado	1	1,00
Uds Sistema de Alimentación ininterrumpida 1000 VA Alimentación ininterrumpida para el PC donde estará instalado el SCADA de 1000 VA con autonomía extendida mínima de 30 minutos.	110	1,00
Uds PLC, compuesto por: Modulo de alimentación TSX PSY2600, módulo de PLC con ethernet incorporado 1634M, módulo para el control de comunicaciones de entrada y salida, con 8 entradas analógicas AEY810, módulo con 8 entradas analógicas AEY800 y módulos con cuatro salidas analógicas.	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds Mesa de control: formada por dos módulos de 1.400x800x740mm cada uno y un ángulo de 30°, construida con perfil de aluminio extrusionado y lacado en color RAL - Cada módulo llevará equipado casquillos para paso de cables en PVC y base de enchufe En el conjunto de la mesa se instalará un bloque de cajones y dos bandejas para recogida de papel de las impresoras</p>	1	1,00
<p>Uds Armario PLC físico-químico: construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 2 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 8 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 2 microinterruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 2 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caldeo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 393 bornas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC SIEMENS S115U, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 1 Bastidor ampliación ER 701-2 para 7 tarjetas periféricas - 2 Fuentes de alimentación PS 951-7/15A - 1 Pila tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfases) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 2 Interfases 306 - 1 Cable interfase 0,5 m. - 7 Módulos de 32 E/D 430-7 - 3 Módulos de 32 S/D 451-7 - 2 Módulos de 8 E/A 460-7 - 4 Módulos de margen 4÷20 mA - 1 Módulo 8 salidas analógicas 4-20 mA 470 - 8 Conectores frontales 490 - 96 Relés auxiliares con dos inversores 	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds Armario PLC Decantador lamelar y filtro de arena: construido en chapa de acero laminada enfrió de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 4 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 24 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 4 microrruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 4 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caldeo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 1097 bornas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC SIEMENS S115U, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 3 Bastidores ampliación ER 701-2 para 7 tarjetas periféricas - 4 Fuentes de alimentación PS 951-7/15A - 2 Pilas tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfases) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 4 Interfases 306 - 3 Cables interfase 0,5 m. - 16 Módulos de 32 E/D 430-7 - 6 Módulos de 32 S/D 451-7 - 3 Módulos de 8 E/A 460-7 - 6 Módulos de margen 4÷20 mA - 2 Módulos 8 salidas analógicas 4-20 mA 470 - 25 Conectores frontales 490 - 192 Relés auxiliares con dos inversores 	1	1,00
<p>Uds Armario PLC desinfeccion UV y cloración: construido en chapa de acero laminada enfrió de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP-43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 1 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 4 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 1 microrruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 1 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caldeo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 225 bornas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC ALLEN BRADLEY, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 procesador PLC-5/20 con 16 K.RAM, 512 E/S 1 puerto RS-232/422 y 2 canales DH+/RIO - 1 chasis para E/S 8 alojamientos - 1 fuente de alimentación E/S 220 V ca. 8 A 1 slot - 3 módulo de 32 E/D entre 10-30 Vcc - 1 módulo de 32 S/D entre 10-30 Vcc - 1 módulo de 8/16 E/A (12 bit) - 32 relés auxiliares tipo universal con 2 contactos libres de tensión 	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
<p>Uds Armario PLC:</p> <p>construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 1 panel de 800 mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 4 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 1 microrruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 1 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caldeo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 93 bornas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC SIEMENS S115U, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 1 Fuente de alimentación PS 951-7/15A - 1 Pila tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfases) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 2 Módulos de comunicación CP524 - 2 Módulos interfases 752 - 2 Módulos de memoria 373-32K - 2 Módulos de 32 E/D 430-7 - 2 Cápsulas de adaptación - 2 Conectores frontales 490 	1	1,00
<p>Uds Ordenador Pentium 800 MHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memoria RAM 128 Mb - Disco duro 420 Gb - Disquetera 3½ pulgadas 1,44 Mb - Pantalla 19 pulgadas SVGA - Software Intouch (RUM time) - Sistema operativo windows NT - CD ROM 32 - Teclado expandido - Modem telefónico - Impresora laserjet SL de H.P. - Ingeniería, documentación y puesta en marcha del ordenador y PLC'S 	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Concepto	Ud	Cantidad
m Cable: - Tipo: RCHV 0,6/1 Kv - Características: apantallado doble - Conductores: 4 ud - Sección unitaria: 1,5mm ² - Material: cobre - (Resto de características según Esp. Tec.)	1	500,00
Uds conjunto de pequeño material, para instalaciones de cableado de control - Suplementos: fijaciones, soportes, brazaderas racores, etc	1	1,00
6-. Seguridad y salud		
Uds Partida alzada a justificar para medidas de seguridad e higiene en las obras de acuerdo con el anejo correspondiente	1	1,00
7-. Explotación etapa pruebas de funcionamiento		
Uds Coste durante la etapa de los 3 meses de pruebas de funcionamiento	1	1,00

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

DOCUMENTO VII

PRESUPUESTO

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7. Presupuesto

1. Obra civil.....	5
1.01. Movimiento de tierras.....	5
1.01.01. Acondicionamiento de la parcela, pavimento y cerramiento.....	5
1.02. Obra civil en elementos funcionales.....	5
1.02.01. Coagulación – Flocculación / Decantador.....	5
1.02.02. Filtros de arena.....	6
1.02.03. Desinfección – UV.....	7
1.02.04. Canal cloración.....	7
1.02.05. Estación de bombeo.....	8
1.02.06. Depósito almacenamiento.....	9
2. Equipos electromecánicos.....	9
2.01. En elementos funcionales.....	9
2.01.01. Coagulación – Flocculación.....	9
2.01.02. Decantador lamelar.....	11
2.01.03. Filtro de arena.....	12
2.01.04. Desinfección – UV.....	13
2.01.05. Canal cloración.....	13
2.01.06. Estación de bombeo.....	14
2.01.07. Depósito de almacenamiento.....	14
2.01.08. Medida del caudal agua de entrada.....	14
2.02. Conducciones y válvulas de proceso.....	14
2.02.01. Decantador secundario – Coagulación-Flocculación.....	14
2.02.02. Coagulación-Flocculación – Decantador lamelar.....	15
2.02.03. Decantador lamelar – Filtro de arena.....	15
2.02.04. Filtro de arena – Canal cloración.....	15
2.02.05. Canal cloración – Estación de bombeo.....	16
2.02.06. Estación de bombeo – Depósito almacenamiento.....	16
2.02.07. Depósito almacenamiento, conducción de sobrante.....	17
3. Instalaciones eléctricas.....	17
3.01. Cuadros.....	17

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

3.02. Alumbrado exterior.....	21
3.03. Red de tierras.....	22
3.04. Canalizaciones y cableados.....	22
4. Automatismo y control.....	25
4.01. Instrumentación.....	25
4.02. Automatización.....	25
5. Seguridad y salud.....	29
6. Explotación etapa pruebas de funcionamiento.....	29
7. Resumen del presupuesto.....	30

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
Capítulo 1: Obra civil			
1.01: Movimiento de tierras			
Apartado 1.01.01: Acondicionamiento de la parcela, pavimento y cerramiento.			
7000m ²	Desbroce y limpieza superficial del terreno incluso desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 50 cm., con carga y transporte de la tierra vegetal resultante a vertedero o lugar de empleo.	1,70	11.900,00 €
1853,78m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a cualquier distancia.	2,19	4.059,78 €
700m ³	Sub-base zahorra natural caliza y compactada al 98% del PM.	8,66	6.062,00 €
1400m ³	Base zahorra artificial caliza y compactada al 98% del PM.	9,00	12.600,00 €
240m	Valla metálica cerramiento, con postes de soporte, de esquinas y de refuerzo.	37,63	9.031,00 €
Total apartado 1.01.....			43.652,78 €
Total subcapítulo 1.01.....			43.652,78 €
 Subcapítulo 1.02: Obra civil en elementos funcionales			
Apartado 1.02.01: Coagulación – Flocculación / Decantador			
410,95m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga, sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	4,75	1.952,01 €
76,45m ³	m ³ de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97% del PN	5,64	431,18 €
334,50m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2,19	732,56 €
94,60m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	57,72	3.936,50 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
147,04m ³	m ³ de hormigón para amar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	77,70	11.425,01 €
252,00m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	14,65	3.691,80 €
8528,03kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm ² de límite elástico, en armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	0,74	6.310,74 €
19,36m	de formación de junta de dilatación, en piezas hormigonadas "in situ", con perfil elastomérico de alma circular, de 300 mm. de ancho, colocado en el interior.	42,45	821,83 €
61,5m	Barandilla de 90 cm. de altura, de acero inoxidable incluso rodapié y colocación.	30,00	1.845,00 €
26m ²	Suministro y colocación de tramex galvanizado para pasillos, formado por malla de 30x30 y pletina de 25 mm. Totalmente montado.	74,23	1.929,98 €
Total apartado 1.02.01.....			33.076,61 €

Apartado 1.02.02: Filtros de arena

270,7m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	4,75	1.285,83 €
144,98m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97% . del PN.	5,64	817,69 €
125,72m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2,19	275,33 €
37,96m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	57,72	2.191,05 €
217,4m ³	m ³ de hormigón para amar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	79,71	17.328,95 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
288,76m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	14,65	4.230,33 €
62,50m ²	de encofrado recto para elementos horizontales, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado	15,86	991,25 €
12746,58kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100Kg/cm ² de límite elástico, en armaduras, i. cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	0,74	9.432,47 €
101,52m	Barandilla metálica, incluyendo perfiles tubulares soldados, elementos de anclaje, imprimación de minio y dos manos de esmalte sintético, colocada. 90cm. De altura	173,60	17.623,87 €
94,86m ²	Suministro y colocación de tramex galvanizado para pasillos, formado por malla de 30x30 y pletina de 25mm. Totalmente montado.	74,23	7.041,46 €
Total apartado 1.02.02.....			61.218,23 €

Apartado 1.02.03: Desinfección – UV

28m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	4,75	133,00 €
15m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97% del PN.	5,64	84,60 €
13m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2,19	28,47 €
4m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	57,72	230,88 €
Total apartado 1.02.03.....			476,95 €

Apartado 1.02.04: Canal cloración

603,28m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	4,75	3.438,72 €
----------------------	--	------	------------

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
323,19m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97% del PN.	5,64	1.822,79 €
336,11m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2,19	736,08 €
21,77m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	57,72	1.256,56 €
136,08m ³	m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	79,71	10.846,94 €
301,00m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	14,65	4.409,65 €
19622,22kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm2 de límite elástico, en armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	0,74	14.520,44 €
Total apartado 1.02.04.....			37.031,18 €

Apartado 1.02.05: Estación de bombeo

43,88m ³	Excavación en terreno de consistencia media en zanjas y pozos por medios mecánicos, incluso carga. sin agotamiento, según NTE/ADZ-4.	4,75	208,43 €
23,51m ³	de relleno y compactación en trasdós de obras de fábrica, con suelo procedente de la excavación, en tongadas de 25 cms. de espesor máximo, con compactación del 97% del PN.	5,64	132,60 €
20,37m ³	Transporte a vertedero incluido canon de vertido y esponjamiento a una cualquier distancia.	2,19	44,61 €
4,32m ³	de hormigón en masa HM-15, para limpieza y nivelación de cimentaciones, colocado, vibrado, curado y acabado.	57,72	249,35 €
50,4m ³	m ³ de hormigón para armar HA-30 / P/ 20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	79,71	4.017,38 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
70m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	14,65	1.025,50 €
1427,24kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100 Kg/cm ² de límite elástico, en armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	0,74	1.056,16 €
Total apartado 1.02.05.....			6.734,03 €
 Apartado 1.02.06: Depósito almacenamiento			
339,11m ³	m ³ de hormigón para amar HA-30 / P/20 / IV+Qb fabricado con cemento tipo CEM I SR, en soleras, colocado, vibrado, curado y acabado.	79,71	27.030,46 €
305,38m ²	encofrado recto en elementos verticales a una cara, incluso desencofrado y limpieza, totalmente colocado.	14,65	4.473,82 €
9603,00kg	de acero corrugado B-400 S, de 4.100Kg/cm ² de límite elástico, en armaduras, y, cortado, elaboración, colocación, etc, según peso teórico.	0,74	7.106,22 €
Total apartado 1.02.05.....			38.610,50 €
Total subcapítulo 1.02.....			177.147,49 €
Total capítulo 1.....			220.800,27 €

Capítulo 2: Equipos electromecánicos

Subcapítulo 2.01: En elementos funcionales

Apartado 2.01.01: Coagulación – Floculación

Agitadores			
1uds	Coagulación Marca: Inoxnim, Modelo: VMR 2-200/600-600, agitador vertical, 200rpm, con reten convencional, Semieje + eje Ø60, Longitud 2400mm ² x hélice tipo marina Ø600 3p, anclaje al depósito por brida cuadrada de 400x400 material Aisi 316L	2.677,95	2.677,95 €
3uds	Floculación ejes largos Marca: Inoxnim, Modelo: IBC 0,37-23/1200, agitador vertical, 23rpm Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 1300mm, 1 x hélice tipo GFLOC Ø1200 2p, por brida cuadrada de 400x400, Material Aisi 304L	2.489,93	7.469,79 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
2uds	Floculación ejes cortos Marca: Inoxim, Modelo: IBC 0,37-23/1200, agitador vertical, 23rpm Acoplamiento + eje Ø73, Longitud 2500mm, 1 x hélice tipo GFLOC Ø1200 2p, por brida cuadrada de 400x400, Material Aisi 304L	2.433,69	4.867,38 €
Bombas dosificadoras			
2uds	Tanque Coagulación Marca: Aiguapres, Modelo: TAM4108116, Tipo: Dosificadora de membrana 116 ciclos minuto, peso: 13.3kg, Presión máxima: 10 bar, Temperatura máxima: 90° C, Caudal máximo: 90/45 l/h, cabezal y válvulas de acero inoxidable, membrana de NBR + PTFE, Motor AISI-316	1.390,00	2.780,00 €
2uds	1er. Tanque Floculación Marca: Aiguapres, Modelo: TAM4108116, Tipo: Dosificadora de membrana 116 ciclos minuto, peso: 13.3kg, Presión máxima: 10 bar, Temperatura máxima: 90° C, Caudal máximo: 90/45 l/h, cabezal y válvulas de acero inoxidable, membrana de NBR + PTFE, Motor AISI-316	1.273,90	2.547,80 €
Variador de frecuencia bombas dosificadoras			
2uds	Coagulación Marca: Control Tecnologías, Modelo: UNIDRIVE UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, Corriente nominal 2.1 A, Tensión de conexión a red: 3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz, Tipo de ventilación: Aire forzado incorporado. Clase de protección: IP-40, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm	2.155,65	4.311,30 €
2uds	Floculación Marca: Control Tecnologías, Modelo: UNIDRIVE UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, Corriente nominal 2.1 A, Tensión de conexión a red: 3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz, Tipo de ventilación: Aire forzado incorporado. Clase de protección: IP-40, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm	2.155,65	4.311,30 €
Depósito producto químico			
1uds	Coagulante Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina estervinílica y fibra de vidrio.	14.650,00	14.650,00 €
1uds	Floculante Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina estervinílica y fibra de vidrio.	14.650,00	14.650,00 €
2uds	Sistema preparador polielectrolito diluido Conjunto depósitos 3 Depósitos, sin tapa y en acero inoxidable 304, Capacidad: 850L, 3 válvulas de vacío drenaje, válvula de corte, manómetro presostato, filtro, válvula reductora de presión, rotámetro de control de caudal,		

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
	<p>Dosificador poli en polvo Tipo TG 60P 26/45R, con Motovariador reductor 0,18 KW 220/380 V III 50 Hz regulable manualmente, tolva de 60 litros sin tapa, material en contacto con polielectrolito inoxidable 304.</p> <p>Electroagitadores Motor 0,37 KW, 1500r.p.m. 220/380 III 50Hz, reductor salida a 150r.p.m, amarreeje long. 600mm dia.20mm inoxidable 304hélice dia.200mm inox. 304</p> <p>Armario automatismo control y potencia Alimentación: 220/380 V III 50Hz, Construcción: chapa acero, Entrada de cables: prensa estopasArmario: 600x500x200mm, Pintura: gris, Interruptor magnetotérmico con bloque diferencial IVx25x 300mA, 3 Interruptores automáticos calibrado intensidad motor con Contactos auxiliares INA + INC3, Contactores con contactos auxiliares, 3 Interruptores fusibles1 Transformador manos 380/220 V - 315 VA</p>	7.423,42	14.846,84 €
2uds	<p>Dilución polielectrolito Equipo completo de dilución en línea para reducir la concentración original del 0,5 % a otra más baja (0,2%) compuesto de medidores de caudal de agua fresca y mezcladores en línea. Totalmente instalado y probado. Marca: TIMSA</p>	1.672,32	3.344,64 €
Total apartado 2.01.01.....			76.457,00 €
Apartado 2.01.02: Decantador lamelar			
108,900m³	<p>Pack Lamelar marca ECOTEC o equivalente en decantación del tratamiento fisicoquímico, incluso parte proporcional de estructura portante, elementos de sujeción y anclaje. Colocado y probado. Marca: ECOTEC, Material: PVC, Altura prevista de los bloques (mm): 2000, Separación entre lamelas (mm): 20, Peso (Kg/m³): 75, Inclinación: 60°, Tª máxima de utilización (°C): 55, Superficie proyectada por m² de superficie de base: 5m³/ m²·h</p>	518,97	56.515,83 €
4uds	<p>Bombas extracción de fangos Marca: Ideal, Modelo: ARSH 32-16/0,75 RVM, Tipo: Centrífuga horizontal monobloc, Caudal: 17.8m³/h, Altura manométrica: 5,7m.c.a., Tipo de fluido: Agua con fango (6%), Rendimiento: 37.2%, Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s, Cuerpo de la bomba: Hªº GG-25, Impulsor: GS400, Tipo de motor: IE1 (B5), Potencia motor: 1.2kW, Rpm:1450</p>	1.147,00	4.588,00 €
2uds	<p>Sensores Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel, Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda: inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)</p>	282,80	565,60 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
4uds	Canal de recogida de las siguientes características: - Altura: 200 mm. - Anchura 200 mm - Espesor: 3 mm. - Material: acero inox. AISI 304 L	157,68	630,72 €
Total apartado 2.01.02.....			62.300,15 €
Apartado 2.01.03: Filtro de arena			
2uds	Equipo falso fondo compuesto por sistema de drenaje inferior, módulos compartimentados de PVC, malla rejilla y marcos de sujeción para el falso fondo.	42.985,73	85.971,46 €
2uds	Suministro del resto de elementos formado por canales de distribución contralavado, vertederos de entrada de agua, viguetas estructurales, ángulos perimetrales, marcos, ángulos suelos, viguetas de soporte, pernos de anclaje, sistema de venteo, junta de neopreno y tapas de desagüe.	24.815,62	49.631,24 €
2uds	Sistema air-mix compuesto por difusores a baja presión, válvulas de mariposa air-mix, tuberías de aire, válvulas, conexiones y accesorios.	14.989,86	29.979,72 €
2uds	Grupo soplante de émbolos rotativos, marca Pedro Gil, S.L. Marca: Pedro Gil. Modelo: GRUPO PG-30-F1 RNT-33.30, Tipo: Émbolos rotativos, Caudal: 1856Nm³/h, Presión impulsión: 1.6atm, Temperatura máxima: 78°C, Vel. Máxima soplante: 3800Rpm, Aislamiento: Case F, Protección: IP55 B3, Motor: 3000/MIN 55kW, EJE60 TOPIE3, Potencia del motor: 55kW Tensión: 400/690V	2.862,69	5.725,38 €
4uds	Grupo de bombeo , marca MUNSCH, limpieza e impulsión. Marca: MUNSCH, Modelo: NP-250-200-400-F, Tipo: Centrífuga con cascará de caracol, Caudal: 790m³/h, Altura manométrica: 35m.c.a., Tipo de fluido: Agua, Rendimiento: 79.1%, Densidad-viscosidad: 1kg/dm³- 1mm²/s, Los materiales principales son: PP, PVDF y PE-UHMW, Potencia motor: 95.28kW, Tensión: 230/400 V/III, Tipo de motor: IEC	5.549,63	22.198,52 €
4uds	Sensores de presión agua Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel, Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda: inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)	230,40	921,60 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
m ³	Medio filtrante filtro arena		
	Antracita (1800 kg/m ³)	0,13	20.607,45 €
	Arena (1564 kg/m ³)	0,03	2.107,58 €
	Total apartado 2.01.03.....		217.142,95 €
Apartado 2.01.04: Desinfección – UV			
2uds	Lámparas de desinfección – UV, Marca: Wedeko, Modelo: Serie LBX200e, Caudal: 187m ³ /h, Montaje:En Z, Lámparas: ECORAY@ELR 30-1, Limpieza: Automática, Sistema de dosificación: OptiDose ECOTOUCH, Duración mínima lámparas: 14000h, Consumo máx. Total: 3.40kW, Presión máxima de trabajo: 10bar, Tensión: 400/230V, Material reactor: SS 316L	30.429,00	60.858,00 €
	Total apartado 2.01.04.....		60.858,00 €
Apartado 2.01.05: Canal cloración			
1uds	Depósito producto químico Marca: TECNIUM, Modelo: cilindro vertical con fondo plano y tapa, capacidad: 10,000L Diámetro: 2.000mm, Altura: 3.378mm, Construido en Barrera química: resina esterevinílica y fibra de vidrio.	14.650,00	14.650,00 €
2uds	Bombas etapa cloración Marca: TECNIUM, Tipo: Centrífuga horizontal, Fluido a bombear: Hipoclorito de sodio Comercial, Temperatura: Ambiente, Caudal máximo: 10m ³ /h, Contra presión máxima: 8kg/cm ² , Cuerpo dosificador: PVDF, Motor: Eléctrico, Potencia motor: 0.75kW, Velocidad: 1500rpm, Tensión/Fases/Frecuencia: 230/400V / III / 50Hz	842,52	1.685,04 €
1uds	Variador de frecuencia Marca: Control Tecnolías, Modelo: Unidrive UNI-1401, Potencia máxima motor: 380v – 0.75kW, , Corriente nominal: 2.1 A, Peso: 4kg, Dimensiones: 95x335x200mm, Frecuencia salida: 0...1000Hz, Tensión de conexión a red:3AC380...480V ± 10%, 48/62Hz	1.970,63	1.970,63 €
1uds	Sensores Sonda medidora cloro libre, marca TECNIUM	914,28	914,28 €
	Total apartado 2.01.05.....		19.219,95 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
Apartado 2.01.06: Estación de bombeo			
3uds	Bombas impulsión Marca: IDEAL, Modelo: RNI 150-40, Tipo: Horizontal normalizada, Caudal: 371,25m³/h, Altura manométrica: 51m.c.a., Velocidad: 1450rpm, Rendimiento: 85.4%, Tipo de rodete: Vortex 360mm, Material: Ele (Acero inox. AISI 420), Cuerpo bomba, Tapa cuerpo, rodete, aro cierre(Hierro fundido; GG25), Tornillería (Acero cadmiado), Tipo de motor: Standard IECPotencia motor: 75kW Tensión: 400/690 V	6.589,35	19.768,05 €
2uds	Alternadores Marca: Grundfos, Modelo: CUE 3X380-500V, Tipo: Convertidor de frecuencia externa, Peso: 45kg, Potencia nominal: 55kW, Frecuencia: 50Hz, Tensión nominal: 3x380/400V, Rendimiento a plena carga: 98%	2.575,78	5.151,56 €
Total apartado 2.01.06.....			24.919,61 €
Apartado 2.01.07: Depósito de almacenamiento			
2uds	Sensores Marca: IFM, Modelo: LR7300, Tipo: Sensor electrónico de nivel, Conexión: Por conector. Longitud varilla: 100-1600mm, Peso: 0.329kg, Presión máxima del depósito: -1...4bar, Materiales en contacto con el fluido: inox (1.4305/303); conexión de la sonda; inox (1.4435/316L); PTFE; FPM (Viton)	230,40	460,80 €
Total apartado 2.01.07.....			460,80 €
Apartado 2.01.08: Medida del caudal agua de entrada			
1uds	Medidor de caudal Marca: Endress Hauser, Modelo: Promag 10L3H, Tipo: Electromagnético, Constante de tiempo: 1s, Caudal máximo: 750m³/h, Alimentación: Display: 85-250VAC, Recubrimiento interior: PTFE, Protección: IP67 NEMA4X	2.171,37	2.171,37 €
Total apartado 2.01.08.....			2.171,37 €
Total subcapítulo 2.01.....			463.529,83 €
Subcapítulo 2.02: Conducciones y válvulas de proceso			
Apartado 2.02.01: Decantador secundario – Coagulación-Floculación			
10m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	49,56	495,60 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo.	995,40	995,40 €
Total apartado 2.02.01.....			1.491,00 €
Apartado 2.02.02: Coagulación-Floculación – Decantador lamelar			
1,5m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	49,56	74,34 €
1uds	Válvulas, regulación de caudal, Ø = 0,25m Electroválvulas retención reguladora de caudal, Ø = 0,25m Marca: Tomas Beltran, Tipo: Cierre mecánico, Diámetro nominal: DN250, Accionamiento: NeumáticoCuerpo: hierro fundido GG-25, Charnela: fundición nodular GGG-40, Ejes: acero inoxidable AISI-420	1.010,37	1.010,37 €
Total apartado 2.02.02.....			1.084,71 €
Apartado 2.02.03: Decantador lamelar – Filtro de arena			
3,5m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	49,56	173,46 €
2uds	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo	995,40	1.990,80 €
Total apartado 2.02.03.....			2.164,26 €
Apartado 2.02.04: Filtro de arena – Canal cloración			
4,5m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	49,56	223,02 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
4m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN200 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	47,59	190,36 €
4uds	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo.	995,40	3.981,60 €
Total apartado 2.02.04.....			4.394,98 €
Apartado 2.02.05: Canal cloración – Estación de bombeo			
3m	tubería de acero galvanizado DIN 2458 , incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: galvanizado en caliente, Presión nominal: PN-10, Calidad: St.37, Dimensiones: DIN 2458, Condiciones de suministro: DIN 1626	49,56	148,68 €
2uds	Válvulas, de compuerta, Ø = 0,25m Marca: BELGICAST, Tipo: Cierre elástico, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: Neumático, Cuerpo: hierro fundido GG-25, Ejes: acero inoxidable AISI-420, Volante de accionamiento: fundición gris, Anillo: E.P.D.M, Junta tórica de accionamiento: nitrilo.	995,40	1.990,80 €
Total apartado 2.02.05.....			2.139,48 €
Apartado 2.02.06: Estación de bombeo – Depósito almacenamiento			
694m	tubería de hormigón armado DN300x2400 UNE EN-1916/2003, incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN250 Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE EN-1916/2003, (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Espesor: 60mm, Peso unidad: 444kg, Diámetros: DN250 Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	16,90	11.728,60 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
2uds	Válvulas Válvulas, de retención de bola, Ø = 0,25m Marca: Tomas Beltran, Tipo: Antirretorno, Diámetro nominal: DN250, Cierre: EPDM/NBR, Accionamiento: AutomáticoCuerpo: hierro fundido GG-25Bola: fundición nodular GGG-40	1.001,74	2.003,48 €
Total apartado 2.02.06.....			13.732,08 €
Apartado 2.02.07: Depósito almacenamiento, conducción de sobrante			
0,5m	tubería de hormigón armado DN300x2400 UNE EN-1916/2003, incluso parte proporcional de uniones y accesorios DN500 Protección: armado con cuantías superiores a ASTM y UNE EN-1916/2003, (reforzado con acero), Presión nominal: 40Mpa, Calidad: Alta, Espesor: 60mm, Peso unidad: 444kg, Diámetros: DN250 Alcalinidad del hormigón: >0,85, Absorción del agua: <6%, Sistema de unión: Macho fresado con posibilidad de junta prelubricada.	19,60	9,80 €
Total apartado 2.02.07.....			9,80 €
Total subcapítulo 2.02.....			25.016,31 €
Total capítulo 2.....			488.546,14 €
Capítulo 3: Instalaciones eléctricas			
Subcapítulo 3.01: Cuadros			
1uds	Cuadro general de distribución formado por armario metálico de dimensiones 2000x900x400 mm protección IP55, con interruptor automático general+protección diferencial de 400 A, incluyendo protecciones mediante interruptores automáticos para las líneas que abastecen a los distintos cuadros, protecciones diferencial y magnetotérmicas para los alumbrados exterior e industrial de la nave. Totalmente instalado y probado.	10.423,30	10.423,30 €
1uds	Cuadro de control y maniobra formado por dos armarios metálicos de 2000x900x400 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 400 A incluyendo 25 salidas para arranque de motores de hasta 5'5 kW, 1 salida para arranque directo de hasta 15 kW y 2 salidas para arranque directo de hasta 90 kW., 2 interruptores automáticos de 6 A y otro de 10 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), voltímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático.	12.231,32	12.231,32 €
1uds	Cuadro de control y maniobra: formado por un armario metálico de 2000x900x400 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 40 A incluyendo 16 salidas para arranque de motores de hasta 5'5 kW, , 2 interruptores automáticos de 10 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), voltímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático.	7.330,96	7.330,96 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	<p>Armario de chapa de acero: de 2 mm de espesor de dimensiones aproximada 2200 x 1600 x 400 mm pintado con pintura antioxidante y dos manos de acabado, conteniendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Interruptor automático magnetotérmico de 125 A 45 kA con relé de mínima tensión y protección diferencial - Voltímetro escala 0-500 V con conmutador - 3 Transformadores de intensidad con amperímetro - Escala: 125/5A - Salidas para motor, con interruptor automático magnético III, interruptor diferencial de 300 mA contactor y relé térmico electrónico . 18 Ud hasta 4 KW . 1 Ud hasta 5,5 KW . 2 Ud hasta 11 KW - Salidas con interruptor automático magnetotérmico . 4 de 25 A . Conmutadores de tres posiciones .. Cantidad: 21 ud . Interruptor automático de mando hasta 4 A .. Cantidad: 28 ud . Pulsadores marcha-paro .. Cantidad: 42 ud . Lámpara de señalización tipo led .. Cantidad: 42 ud . Transformador de mando de 1500 VA a 400/230 V.c.a. .. Cantidad: 1 ud . Relé auxiliar de tres inversores con base .. Cantidad: 42 ud . Relé electrónico temporizado .. Escala de tiempos variables .. Cantidad: 1 ud . Resistencia de caldeo con termostato .. Cantidad: 2 ud . Alumbrado interior del cuadro .. Cantidad: 2 ud - Conjunto de embarrado, cableado, conexionado y pequeño material 	10.906,69	10.906,69 €
1uds	<p>Cuadro de control y maniobra: formado por un armario metálico de 1600x800x425 mm, de chapa de acero plegada, laminada en frío, para alojamiento de los equipos, incluyendo protección en cabecera mediante interruptor automático+diferencial de 100 A incluyendo 2 salidas para arranque de motores de hasta 55 kW, 1 salida para arranque directo de hasta 15 kW y 3 interruptores automáticos de 6 A y otro de 80 A. Se colocarán pilotos de marcha (verde) y fallo térmico (rojo), volímetro general y conmutador de fases, amperímetros y conmutadores horarios para los equipos de mayor consumo. Totalmente instalado y probado. Nota. Cada arrancador estará compuesto por: Fusibles, contactor AC3 220V, relé térmico, relé auxiliar, interruptor automático</p>	3.960,77	3.960,77 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	<p>C.C.M. formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> * Columna de alimentación IP40, de dimensiones aproximadas 2.200x600x600mm. conteniendo: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Interruptor automático tipo MCL 107 N de 100 A, 4P, 65 KA con protección magnetotérmico y diferencial - 1 Panel lateral y otro de separación - Juegos de barras horizontales 3P+N+PE de 800A - 1 Transformador de mando 1500 VA con protección magnetotérmica - 3 Amperímetros escala x/5A - 3 Transformadores de intensidad x/5A - 1 Voltímetro escala 0-500 V - 1 Conmutador voltimétrico - 4 Interruptores automáticos hasta 10 A, 2P - 1 Interruptor automático hasta 10 A, 4P - 1 Interruptor automático hasta 25 A, 4P - 1 Calefacción de columna con termostato y protección magnetotérmica * Columna IP40, 2.200 x 1.000 x 600 mm. conteniendo: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Panel lateral y otro de separación - Juegos de barras horizontales 3P+N+PE de 800A - 7 Interruptores diferenciales de 300 mA - 6 Interruptores automáticos para motores hasta 11 KW tipo C60 LMA - 1 Interruptor automático para motores hasta 30 KW tipo NC 100 LMA - 6 unidades extraíbles para 4 KW, directo, tipo CA 3-9 - 1 unidad extraíble para 15 KW, directo, tipo CA 3-30 - 1 Espacio de reserva equipada con parte fija - 14 Contactores auxiliares de tres inversores - 7 Conmutadores L-O-R, con pulsadores marcha-paro - 11 Lámparas de señalización - 1 Calefacción en columnas con termostatos y protecciones 	6.194,97	6.194,97 €
1uds	<p>Armario general de alumbrado:</p> <p>Material: chapa de acero de 2mm de espesor Dimensiones aproximadas: 2.000x1.000x300mm Complementos: Pintura: Antioxidante: dos manos Acabado: dos manos Aparellaje: Interruptor general magnetotermico, tetrapolar: Cantidad: 1 ud Intensidad nominal: 160 A Transformador intensidad: Cantidad: 3 ud Relacion: x/5 A Amperímetros electromagneticos: Cantidad: 3 ud Escala: 160 A Voltímetro electromagnetico: Cantidad: 1 ud Escala: 0-500 V Conmutador de voltímetro Cantidad: 1 ud</p>		

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
	<p>Interruptor magnetotermico tetrapolar de las siguientes intensidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4 ud de 40 A - 10 ud de 30 A - 4 ud de 25 A - 2 ud de 20 A - 6 ud de 16 A <p>Reloj horario Cantidad: 1 ud</p> <p>Contactor tetrapolar: Cantidad: 3 ud Intensidad: 20 A</p> <p>Celula fotoelectronica: Cantidad: 1 ud</p> <p>Commutador de tres posiciones: Cantidad: 3 ud</p> <p>Fusibles de mando: Cantidad: 4 ud</p> <p>Pulsadores marcha-paro: Cantidad: 6 ud</p> <p>Interruptores magnetotermicos bipolares para alumbrado exterior: Cantidad: 6 ud Intensidad nominal: 10 A</p> <p>Cableado y conexiones</p>	2.276,34	2.276,34 €
2uds	<p>Cuadro local de alumbrado, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, tetrapolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 25 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 6 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 6 ud - Intensidad nominal: 10 A <p>A filtro de arena y cboración</p>	201,51	403,02 €
1uds	<p>Cuadro local de alumbrado edificio fisico-quimico, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 40 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 5 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 4 ud - Intensidad nominal: 16 A <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 1 ud - Intensidad nominal: 10 A 	259,99	259,99 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	<p>Cuadro local de alumbrado edificio decantación-filtro-cloración, formado por:</p> <p>Armario aislante, con puerta:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Módulos: 2 x 12 ud <p>Interruptor general magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Intensidad nominal: 25 A <p>Interruptor diferencial bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 4 ud - Intensidad nominal: 25 A - Sensibilidad: 30 mA <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 1 ud - Intensidad nominal: 16 A <p>Interruptor magnetotermico, bipolar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cantidad: 3 ud - Intensidad nominal: 10 A 	245,91	245,91 €
Total subcapítulo 3.01			54.233,27 €
Subcapítulo 3.02: Alumbrado exterior			
15uds	<p>Luminaria de exterior</p> <p>serie viento 600-IVH de INDALUX o similar de 150 W de VSAP, formada por una carcasa en aleación ligera inyectada, pintada en color gris RAL 7.035 brillo, con Sistema óptico formado por reflector de aluminio hidroconformado y anodizado y cierre de vidrio templado de geometría lenticular, sellados con silicona. Sistema optico con aislamiento IP66, y aislamiento eléctrico clase II. Incluyendo bandeja portaequipos, tapa de aislamiento y cazoleta portalámparas en material plástico de alta resistencia. Totalmente instalada en columna o brazo, incluyendo parte proporcional de cableado desde el cuadro eléctrico, lámpara y demás elementos necesarios para su correcto funcionamiento.</p>	524,81	7.872,15 €
10uds	<p>Columna troncocónica:</p> <p>de sección circular de 8 m de altura en acero galvanizado, de 4 mm de espesor y 170 kg de peso, con puerta enrasada, disponiendo de toma de tierra y varilla soldada para la sujección de la caja de conexión, incluyendo caja de conexión, toma de tierra y diferencial.</p>	525,59	5.255,90 €
5uds	<p>Brazo:</p> <p>de 0'7 m formado por base en aluminio fundido y tubo de aluminio extruido y curvado con posibilidad de inclinación de 0º a 20º en el plano vertical, incluyendo caja de conexión, diferencial, totalmente instalado.</p>	123,72	618,60 €
Total subcapítulo 3.02			13.746,65 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
Subcapítulo 3.03: Red de tierras			
9uds	Piqueta de cobre: de puesta a tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm. y longitud 200 cm., incluso hincado y conexiones, según NTE/IEP-5.	18,23	164,07 €
5uds	Aprietacables para fijación de cable de tierra a la ferralla de la cimentación.	3,78	18,90 €
70m	Conducción de puesta a tierra: enterrada a una profundidad mínima de 80 cm., instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 35 mm ² de sección, incluso excavación y relleno, según NTE/IEP-4, medida desde la arqueta de conexión hasta la última pica.	4,32	302,40 €
3uds	Arqueta de conexión de puesta: a tierra 38x50x25 cm, formada por muro aparejado de ladrillo macizo de 12 cm, de espesor, con juntas de mortero M-40a (1:6) de 1 cm, de espesor enfoscado interior con mortero de cemento M-160a (1:3) solera de hormigón en masa H-100 y tapa de hormigón armado H-175 con parilla formada por redondos de diámetro 8 mm, cada 10 cm, y refuerzo perimetral formado por perfil de acero laminado L 60,6, soldado a la malla con cerco de perfil L 70.7 y pastillas de anclaje en cada uno de sus ángulos, tubo de fibrocemento ligero de diámetro 60 mm, y punto de puesta a tierra, incluso conexiones, sin incluir excavación, relleno y transporte de tierras sobrantes a vertedero, según NTE/IP-55	72,21	216,63 €
30m	Línea principal de puesta a tierra: instalada con conductor de cobre desnudo de 16mm ² de sección, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de diámetro 23 mm., incluso parte proporcional de cajas de derivación, ayudas de albañilería y conexión al punto de puesta a tierra, según NTE/IEB-61, desde la primera derivación hasta la arqueta de conexión.	4,79	143,70 €
80m	Derivación de puesta a tierra: instalada con conductor de cobre desnudo de 16 mm ² de sección, empotrado y aislado con tubo de PVC flexible de diámetro 23 mm., incluso parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, medido desde el cuadro general de distribución hasta la línea principal de puesta a tierra	2,35	188,00 €
Total subcapítulo 3.03.....			1.033,70 €
Subcapítulo 3.04: Canalizaciones y cableados			
193m	Bandeja perforada de PVC: de dimensiones 60x300mm, con cubierta, preparada para alojar conductores eléctricos, con un incremento sobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	43,16	8.329,88 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
47m	Bandeja lisa de PVC: de dimensiones 60x200mm, con cubierta, preparada para alojar conductores electricos, con un incremento sobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	32,33	1.519,51 €
66m	Bandeja perforada de PVC: de dimensiones 60x200mm, con cubierta, preparada para alojar conductores electricos, con un incremento sobre el precio de la bandeja del 40% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	32,33	2.133,78 €
10uds	Base enchufe: 2 polos + tierra lateral de superficie estancos, con mecanismo completo de 10/16 A. 250 V., con tapa, con caja estanca color gris.	13,90	139,00 €
70m	Canalización para conducción de cables, para instalación vista: formada por tubo liso rígido de PVC abocardado, de diámetro exterior 32 mm., suministrado en piezas de 5 m., grado de protección 7, con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, sin incluir cableado.	3,50	245,00 €
250m	Conducción eléctrica subterránea de dos línea de baja tensión: formadas por cuatro conductores unipolares con aislamiento de polietileno y conductor de aluminio RV 0.6/1 Kv., de 3x240+1x150 mm ² y 3x240+1x150mm ² de sección, incluso tendido en el fondo de la zanja, excavación de tierras para la formación de la misma, con sección 90x60 cm., capa de arena apisonada de 25 cm. de espesor, testigo cerámico, cinta atención cable y relleno con tierra apisonada procedente de excavación, sin incluir solera ni pavimento de acera.	73,73	18.432,50 €
1124m	Cable rígido de cobre: de 4x2.5mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	4,39	4.934,36 €
121m	Cable rígido de cobre: de 4x4mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	6,61	799,81 €
60m	Cable rígido de cobre: de 4x6mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	7,93	475,80 €
10m	Cable rígido de cobre: de 4x10mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	11,69	116,90 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
44m	Cable rígido de cobre: de 4x16mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	15,38	676,72 €
520m	Cable rígido de cobre: de 1x25mm ² , de tensión nominal 0.6/1kv. Tipo RV con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	8,35	4.342,00 €
248m	Cable rígido de cobre: de 1x35mm ² , de tensión nominal 0.6/1 kv. Tipo RV, con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	9,78	2.425,44 €
28m	Cable rígido de cobre: de 1x70mm ² , de tensión nominal 0.6/1kv. Tipo RV, con aislamiento de y cubierta de PVC, incluso colocación.	14,53	406,84 €
1uds	Batería: de 240 KVAr formado por escalones de 30+30+3x60 integrado en armario metálico de 2000x800x425mm, incluyendo transformador de intensidad, display digital y microprocesador interno. Totalmente instalada y probada.	7.459,71	7.459,71 €
1uds	Pequeño material montaje	1.592,68	1.592,68 €
48Uds	Caja estanca: IP-65 de PVC para mando local, con pulsadores de marcha y paro tipo seta, incluidos soportes.	301,20	14.457,60 €
18Uds	Base de enchufe empotrada: de 220/240 V./220, con puesta a tierra, instalada con cable de cobre de 4mm ² de sección, empotrado y aislado bajo tubo flexible de diámetro 16 mm., incluso mecanismos de primera calidad y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, según NTE/IEB-50	61,41	1.105,38 €
20Uds	Base de enchufe empotrada: de 220/240 V./220, con puesta a tierra, instalada con cable de cobre de 6mm ² de sección, empotrado y aislado bajo tubo flexible de diámetro 23mm., incluso mecanismos de primera calidad y parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería, según NTE/IEB-50.	64,29	1.285,80 €
Total subcapítulo 3.04.....			70.878,71 €
Total capítulo 3.....			139.892,33 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
Capítulo 4: Automatismo y control			
Subcapítulo 4.01: Instrumentación			
1uds	Equipo medida de caudal en tubería: principio electromagnético, compuesto por: - Instalación: tubería ø 300 mm. - Alimentación: 220 V, 50 Hz - Proceso: caudal a líneas (Resto de características según Esp. Tec.)	1.506,12	1.506,12 €
Total subcapítulo 4.01.....			1.506,12 €
Subcapítulo 4.02: Automatización			
1uds	Cuadro de automatización: Cuadro eléctrico formado por armario metálico con puerta plena, dotado de las protecciones necesarias para la alimentación a los PLC con espacio suficiente, incluyendo reserva del 25%, para automatización del biológico, deshidratación y desodorización, compuesto por: Unidad CPU Telemecanique Modicon TSX Premium o similar; FdA 120/230 V AC; FdA conmutada de altas prestaciones para 24 V DC, 10 A; Tarjeta expansora de memoria PCMCIA RAM 224Kb con pila de seguridad; 9 tarjetas de 64 entradas digitales, 6 tarjeta de 32 salidas digitales, 5 tarjeta de 16 entradas analógicas y 6 tarjeta de 8 salidas analógicas; 1 bastidor de fijación, cableado de conexión de señales digitales y analógicas, y bases digitales y analógicas para entrada y concentración de señales de campo; incluso conexionado a red ethernet local de la EDAR. Totalmente instalado y probado	17.755,25	17.755,25 €
1uds	Sistema de Alimentación ininterrumpida 1000 VA Alimentación ininterrumpida para el PC donde estará instalado el SCADA de 1000 VA con autonomía extendida mínima de 30 minutos.	500,00	500,00 €
1uds	PLC, compuesto por: Módulo de alimentación TSX PSY2600, módulo de PLC con ethernet incorporado 1634M, módulo para el control de comunicaciones de entrada y salida, con 8 entradas analógicas AEY810, módulo con 8 entradas analógicas AEY800 y módulos con cuatro salidas analógicas.	11.790,00	11.790,00 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	<p>Armario PLC físico-químico:</p> <p>construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 2 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 8 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 2 microinterruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 2 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caleo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 393 bombas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC SIEMENS S115U, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 1 Bastidor ampliación ER 701-2 para 7 tarjetas periféricas - 2 Fuentes de alimentación PS 951-7/15A - 1 Pila tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfases) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 2 Interfases 306 - 1 Cable interfase 0,5 m. - 7 Módulos de 32 E/D 430-7 - 3 Módulos de 32 S/D 451-7 - 2 Módulos de 8 E/A 460-7 - 4 Módulos de margen 4-20 mA - 1 Módulo 8 salidas analógicas 4-20 mA 470 - 8 Conectores frontales 490 - 96 Relés auxiliares con dos inversores 	13.666,11	13.666,11 €
1uds	<p>Armario PLC Decantador lamelar y filtro de arena:</p> <p>construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3mm de espesor, pintado en anticorrosivo y desengrasante, RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000mm de alto más zócalo de 200mm, 500mm de fondo y una anchura de 4 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 24 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 4 microinterruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 4 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel 		

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
	<ul style="list-style-type: none"> - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caleo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 1097 bomas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado PLC SIEMENS S115U, compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 3 Bastidores ampliación ER 701-2 para 7 tarjetas periféricas - 4 Fuentes de alimentación PS 951-7/15A - 2 Pilas tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfaces) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 4 Interfaces 306 - 3 Cables interfase 0,5 m. - 16 Módulos de 32 E/D 430-7 - 6 Módulos de 32 S/D 451-7 - 3 Módulos de 8 E/A 460-7 - 6 Módulos de margen 4÷20 mA - 2 Módulos 8 salidas analógicas 4-20 mA 470 - 25 Conectores frontales 490 - 192 Relés auxiliares con dos inversores 	55.417,80	55.417,80 €
1uds	Armario PLC desinfección UV y cloración: construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL desengrasante, con color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y protección IP-43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 1 panel de 800mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material: <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 4 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 1 microinterruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 1 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caleo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 225 bomas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado PLC ALLEN BRADLEY, compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> - 1 procesador PLC-5/20 con 16 K.RAM, 512 E/S 1 puerto RS-232/422 y 2 canales DH+/RIO - 1 chasis para E/S 8 abajamientos - 1 fuente de alimentación E/S 220 V ca. 8 A 1 slot - 3 módulo de 32 E/D entre 10-30 Vcc - 1 módulo de 32 S/D entre 10-30 Vcc - 1 módulo de 8/16 E/A (12 bit) - 32 relés auxiliares tipo universal con 2 contactos libres de tensión 	8.431,02	8.431,02 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
1uds	<p>Armario PLC sinóptico: construido en chapa de acero laminada en frío de 2/3 mm de espesor, pintado en RAL color a determinar, secado al horno, previo tratamiento anticorrosivo y desengrasante, con protección IP 43 de medidas aproximadas, 2.000 mm de alto más zócalo de 200 mm, 500 mm de fondo y una anchura de 1 panel de 800 mm con ventana de metacrilato en la puerta, conteniendo en su interior el siguiente material:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor automático IV de 20 A, tipo C32H 20096 de M.G. - 2 interruptor automático de 20 A, tipo C32H 20076 de M.G. - 6 interruptor automático de 10 A, tipo C32H 20074 de M.G. - 4 interruptor automático de 2 A, tipo C32H 20051 de M.G. - 1 microinterruptor de puerta para el alumbrado interior por cada panel - 1 lámpara de 40 W tipo Linestra por cada panel - 1 ventilador ref. 3144-0155-02-20 de HAWA - 1 filtro de salida de aire ref. 3140-0155-00-02 de HAWA - 1 transformador de tensión 380/230 V ca. de 750 VA con protección diferencial en secundario - 1 fuente de alimentación 230/24 V cc. estabilizada 5 A - 1 termostato de ambiente de LEGRAND - 1 resistencia de caleo - 1 enchufe tipo Shucko con TT. lateral - 93 bombas - Canaletas y cableado interior - Totalmente montado y probado <p>PLC SIEMENS S115U, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 Bastidor central CR 700-2 para 7 tarjetas periféricas - 1 Fuente de alimentación PS 951-7/15A - 1 Pila tampón (2 unidades) - 1 Unidad central CPU 943 (2 interfaces) - 1 Módulo de memoria EP 32K - 2 Módulos de comunicación CP524 - 2 Módulos interfaces 752 - 2 Módulos de memoria 373-32K - 2 Módulos de 32 E/D 430-7 - 2 Cápsulas de adaptación - 2 Conectores frontales 490 	10.402,30	10.402,30 €
1uds	<p>Ordenador Pentium 800 MHz:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memoria RAM 128 Mb - Disco duro 420 Gb - Disquetera 3½ pulgadas 1,44 Mb - Pantalla 19 pulgadas SVGA - Software Intouch (RUM time) - Sistema operativo windows NT - CD ROM 32 - Teclado expandido - Modem telefónico - Impresora laserjet SL de H.P. - Ingeniería, documentación y puesta en marcha del ordenador y PLC'S 	29.623,88	29.623,88 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Importe
500m	Cable: - Tipo: RCHV 0,6/1 Kv - Características: apantallado doble - Conductores: 4 ud - Sección unitaria: 1,5mm ² - Material: cobre - (Resto de características según Esp. Tec.)	3,51	1.755,00 €
1uds	conjunto de pequeño material, para instalaciones de cableado de control - Suplementos: fijaciones, soportes, brazaderas racores, etc	83,45	83,45 €
Total subcapítulo 4.02.....			149.424,81 €
Total capítulo 4.....			289.317,14 €
 Capítulo 5: Seguridad y salud			
1uds	Partida alzada a justificar para medidas de seguridad e higiene en las obras de acuerdo con el anejo correspondiente	13.548,56	13.548,56 €
Total capítulo 5.....			13.548,56 €
 Capítulo 6: Explotación etapa pruebas de funcionamiento			
1uds	Coste durante la etapa de los 3 meses de pruebas de funcionamiento		
Total capítulo 6.....		55.465,54	55.465,54 €
Total.....			1.207.569,98 €

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

7-. Resumen presupuesto.

Capítulo	Designación	Importe Euros	%
1	Obra civil	220.800,27 €	19,31
1.01	Movimiento de tierras	43.652,78 €	3,82
1.01.01	Acondicionamiento de la parcela, pavimento y cerramiento.	43.652,78 €	3,82
1.02	Obra civil en elementos funcionales	177.147,49 €	15,49
1.02.01	Coagulación – Floculación / Decantador	33.076,61 €	2,89
1.02.02	Filtros de arena	61.218,23 €	5,35
1.02.03	Desinfección – UV	476,95 €	0,04
1.02.04	Canal cloración	60.858,00 €	5,32
1.02.05	Estación de bombeo	19.219,95 €	1,68
1.02.06	Depósito almacenamiento	13.732,08 €	1,20
2	Equipos electromecánicos	488.546,14 €	42,72
2.01	En elementos funcionales	463.529,83 €	40,53
2.01.01	Coagulación – Floculación	76.457,00 €	6,69
2.01.02	Decantador lamelar	62.300,15 €	5,45
2.01.03	Filtro de arena	217.142,95 €	18,99
2.01.04	Desinfección – UV	60.858,00 €	5,32
2.01.05	Canal cloración	19.219,95 €	1,68
2.01.06	Estación de bombeo	24.919,61 €	2,18
2.01.07	Depósito de almacenamiento	460,80 €	0,04
2.01.08	Medida del caudal agua de entrada	2.171,37 €	0,19
2.02	Conducciones y válvulas de proceso	25.016,31 €	2,19
2.02.01	Decantador secundario – Coagulación-Floculación	1.491,00 €	0,13
2.02.02	Coagulación-Floculación – Decantador lamelar	1.084,71 €	0,09
2.02.03	Decantador lamelar – Filtro de arena	2.164,26 €	0,19
2.02.04	Filtro de arena – Canal cloración	4.394,98 €	0,38
2.02.05	Canal cloración – Estación de bombeo	2.139,48 €	0,19
2.02.06	Estación de bombeo – Depósito almacenamiento	13.732,08 €	1,20
2.02.07	Depósito almacenamiento, conducción de sobrante	9,80 €	0,00
3	Instalaciones eléctricas	139.892,33 €	12,23
3.01	Cuadros	54.233,27 €	4,74
3.02	Alumbrado exterior	13.746,65 €	1,20
3.03	Red de tierras	1.033,70 €	0,09
3.04	Canalizaciones y cableados	1.033,70 €	0,09
4	Automatismo y control	289.317,14 €	25,30
4.01	Instrumentación	1.506,12 €	0,13
4.02	Automatización	149.424,81 €	13,07
5	Seguridad y salud	13.548,56 €	1,18
6	Explotación etapa pruebas de funcionamiento	55.465,54 €	4,85
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....		1.207.569,98 €	

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLON DOSCIENTOS SIETE MIL QUINIENTOS SESENTA Y NUEVE con NOVENTA Y OCHO céntimos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas

Capítulo	Resumen	Importe Euros	%
1	Obra civil.....	220.800,27 €	18,28
2	Equipos electromecánicos.....	488.546,14 €	40,46
3	Instalaciones eléctricas.....	139.892,33 €	11,58
4	Automatismo y control.....	289.317,14 €	23,96
5	Seguridad y salud.....	13.548,56 €	1,12
6	Explotación etapa pruebas de funcionamiento.....	55.465,54	4,59

Total ejecución material..... 1.207.569,98 € 100,00

Cabe destacar, que el apartado de gestión de residuos está incluido en el apartado de obra civil, en las partidas de transporte a vertedero.

16,00 % Gastos generales 193.211,20 €

6,00 % Beneficios industriales 72.454,20 €

SUMA DE GASTOS Y BENEFICIOS 265.665,40 €

PRESUPUESTO EJECUCIÓN POR CONTRATA..... 1.473.235,38 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLON CUATROCIENTOS SETENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO con TREINTA Y OCHO céntimos.

21% I.V.A..... 309.379,43 €

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN..... 1.782.614,81 €

Asciende el presupuesto base de licitación, a la expresada cantidad de UN MILLÓN SETECIENTOS OCHENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS CATORCE con OCHENTA Y UN céntimos.

Instalación para tratamiento terciario de aguas residuales depuradas para la reutilización en el riego de zonas verdes urbanas