

## **1. INTRODUCCIÓN**

## **1. INTRODUCCION**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La solución del tratamiento de los vertidos de las poblaciones en la zona de la Cuenca media del Río Júcar (Albacete): Chinchilla de Montearagón, Casas de Juan Núñez, Pozo Lorente, Higuera, Alpera y Bonete estaba prevista en el “Plan de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Castilla-La Mancha”, publicado por la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, de fecha diciembre de 1996, dentro de las actuaciones programadas desde el año 1997 hasta el año 2015.

Por ello se convoca en el año 2000 el “Concurso de Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Chinchilla de Montearagón, Bonete, Ontur, Fuente Álamo, Albatana, Montealegre del Castillo, Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente (Júcar Medio) (Albacete)”

El día 17 de octubre de 2000 se firma el acta de inicio de los trabajos correspondientes a la “Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Chinchilla de Montearagón, Bonete, Ontur, Fuente Álamo, Albatana, Montealegre del Castillo, Casas de Juan Núñez y Pozo Lorente (Júcar Medio) (Albacete)” de clave HV-AB-00-408, por parte de la Delegación de Obras Públicas de la J.C.C.L.M. y por parte de Diseños Hidráulicos y Ambientales (D.H.A.), empresa contratista.

Posteriormente se procedió a la ampliación de los trabajos arriba mencionados con la “Asistencia Técnica y Redacción de Proyecto de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Alpera e Higuera (Júcar Medio) (Albacete)” de clave HV-AB-00-408C.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Posteriormente a la redacción del “Proyecto de Construcción, Explotación y Mantenimiento de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales de Chinchilla de Montearagón y Alpera” se llegó a la conclusión que el dimensionamiento de la Estación Depuradora de Chinchilla de Montearagón era insuficiente para el caudal de agua a depurar.

Tras efectuar las correcciones citadas con anterioridad se procedió a licitar el Concurso de Proyecto y Obra de las depuradoras citadas en el párrafo anterior, resultando adjudicataria la empresa Dragados SA.

Por todo lo expuesto con anterioridad se redacta el presente documento correspondiente al Proyecto de Construcción de la solución adjudicada desarrollándola a nivel constructivo..

## **1.2. OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del Proyecto es definir la infraestructura a nivel de Proyecto de Construcción para el municipio de Bonete en la zona de la Cuenca Media del Río Júcar cuyas aguas residuales carecen de tratamiento de depuración o de un tratamiento insuficiente y que vierten de forma directa en uno o más puntos a cauces tributarios del río Júcar o a éste mismo, lo cual se traduce en un grave perjuicio para los espacios naturales circundantes.

Las obras a que se refiere el presente Proyecto constituyen el conjunto de actuaciones necesarias para la agrupación de vertido de la población y las instalaciones proyectadas para el tratamiento de dichos vertidos.

A continuación se exponen en líneas generales las obras que componen la Estación Depuradora.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

- **E.D.A.R**

Línea de agua

- \* Aliviadero y By-pass General
- \* Desbaste de gruesos
- \* Bombeo de agua bruta (No es necesario)
- \* Desbaste de finos
- \* Desarenador-Desengrasador (Equipo compacto)
- \* Tanque de tormentas (Decantador de Excesos)
- \* Medición y regulación de caudal.
- \* Tratamiento Biológico (Aireación Prolongada).
- \* Decantación Secundaria.
- \* Restitución agua tratada

Línea de fangos

- \* Extracción y bombeo de fangos biológicos en exceso a espesamiento
- \* Recirculación de fangos a reactor biológico
- \* Espesamiento de fangos estabilizados
- \* Acondicionamiento, deshidratación y almacenamiento de fangos deshidratados

Aparte de todos estos elementos, en la Estación Depuradora, forman parte de la obra las correspondientes instalaciones de energía eléctrica, agua potable, telefonía y camino de acceso.

### **1.3. AMBITO, CONTENIDO Y METAS BASICAS DEL PROYECTO**

En el presente Proyecto se reflejan las obras e instalaciones necesarias para solucionar el problema de los vertidos de las aguas residuales recogidos por los colectores asociados a la población de Bonete.

Además del fin fundamental indicado, conseguir los resultados de depuración exigidos, se han considerado a la hora de diseñar y proyectar las obras incluidas en el presente proyecto, como metas básicas las siguientes:

- Obtener un equilibrio en sentido técnico y económico que permita el funcionamiento óptimo de la planta.
- Dar la solución idónea respecto a las líneas de proceso adoptadas, dimensionando en sentido amplio las unidades que conformen cada estación, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de cada una de las estaciones atendiendo: a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y a la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación.
- Proyectar las nuevas instalaciones de manera que formen un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.
- Por último definir un proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

## **2. DATOS DE PARTIDA**

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).****2. DATOS DE PARTIDA****2.1. CAUDALES DE DIMENSIONAMIENTO**

	Nº hab. equivalentes	Q medio (/h)	Q máximo pretratam. (/h)	Q máximo biológico (/h)
Bonete	1.500	13	65	31



ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

## 2.2. CARACTERISTICAS DE LA CONTAMINACION

### 2.2.1. Concentraciones medias

	300	mg/l
S.S.	375	mg/l
NTK	60	mg/l
P	8	mg/l

### 2.2.2. Cargas medias

	(kg/d)	S.S. (kg/d)	NTK (kg/d)	P (kg/d)
Bonete	94	117	19	2,50

## 2.3. RESULTADOS PREVISTOS

### 2.3.1. Características del agua depurada

De acuerdo con la Directiva del Consejo de la Comunidad Europea de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas (91/271/CEE), se establecen los siguientes requisitos de las aguas depuradas, entendiéndose que los valores aportados son los mínimos exigibles:

- menor o igual que	25	mg/l
- DQO menor o igual que	125	mg/l
- S.S. menor o igual que	35	mg/l
- pH	entre 6 y 8	mg/l
- menor o igual que	15	mg/l
- Coliformes totales menor o igual que	10.000/100	ml
- Coliformes totales menor o igual que	1.000/100	ml

Además de ello, el agua será razonablemente clara, no detectándose su vertido en el cuerpo receptor, y no tendrá olor desagradable.

### 2.3.2. Características del fango

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

- Sequedad: % en peso de sólidos secos	$\geq 20$	%
- Estabilidad: % de material volátil sobre materia seca	$\leq 40$	%
- Contenido de materia orgánica en las arenas	$\leq 7$	%

## **2.4. EMPLAZAMIENTO**

### **2.4.1. Edar de Bonete**

Se dispone para la construcción de la E.D.A.R. de unos terrenos situados junto al camino de la Tollosa. Dichos terrenos, con una superficie aproximada de 10.000 , son propiedad del Ayuntamiento de Bonete, y se consideran terrenos improductivos.

La morfología de la parcela, con una suave pendiente que va desde la cota 101,96 en su punto más alto hasta la cota 98,15 en su punto más bajo, permite ciertas ventajas a la hora de proyectar las instalaciones, entre ellas una compensación de los terrenos definitivos sobre los que se asentará la planta.

El vertido del agua tratada se realizará a la rambla a la que se vierte actualmente.

El acceso a la planta se proyecta desde el camino de Casa Grande hasta el camino de la Tollosa, de los que se prevé un acondicionamiento en una longitud aproximada de 600 m.

El abastecimiento de agua potable para servicios de la depuradora se prevé desde la red municipal de abastecimiento en un punto a la salida del casco urbano en la calle Pozos, en tubería de polietileno DN 75 y una longitud aproximada de 600 m, siguiendo el camino de acceso.

El abastecimiento de energía eléctrica a la planta se prevé desde una línea eléctrica de 20 KV que discurre próxima a la parcela, con una longitud aproximada de 280 m.

*Parcela Edar*

Geológicamente, el solar estudiado se ubica sobre terreno cuaternarios, caracterizados por arcillas rojizas, arcillas arenosas y algunos conglomerados de abundante matriz arcillosa.

Desde un punto de vista geotécnico, se considera a efectos de proyecto, siguiendo las indicaciones del Estudio Geotécnico, una carga portante de 2 kp/ a una profundidad de 2,0 m. bajo el terreno natural. En dichos terrenos se distinguen los siguientes niveles geotécnicos:

Nivel 1: Suelo vegetal

Nivel 2: Arcillas rojizas o margas y arcillas marrón grisáceas con cantos y algo de arena

La aceleración sísmica es de 0,06 g, por lo que es obligatoria la aplicación de la norma sismorresistente.

Los suelos son no agresivos por sulfatos.

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

Todas estas consideraciones se han tenido en cuenta a la hora de diseñar las obras civiles de la EDAR tal y como se pone de manifiesto en el Anejo nº 8 "Cálculos Estructurales".

## **2.5. LINEA PIEZOMETRICA**

A la hora de definir la línea piezométrica de la Planta deben conjugarse conceptos como topografía y características del terreno, llegada del colector de agua bruta, restitución del agua tratada, situación del nivel freático, cota de inundación de la parcela, y estética de la Planta, con el fin de obtener las más idóneas tanto técnica como económicamente, es decir, que técnicamente sean viables, y que los gastos de primera inversión complementados con los de explotación, las definan como más económicas.

Partiendo en principio de la cota de llegada de los colectores y de la cota necesaria para el vertido al cauce, y adaptando luego la cotas al nivel de urbanización elegido para ofrecer la máxima adaptación de la planta a las características de los terrenos existentes, se han calculado las pérdidas de carga de los distintos aparatos que componen la Planta, llegando a unas cotas de salida para los vertidos por encima de las mínimas exigidas, tal y como se justifica en el Anejo correspondiente a los "Cálculos hidráulicos".

## **2.6. IMPLANTACION GENERAL**

La concepción de la Estación Depuradora se ha desarrollado atendiendo a la secuencia lógica de los procesos, a las características topográficas y geotécnicas del terreno, y a la obtención de una fácil y eficaz explotación con gastos de mantenimiento reducidos; en definitiva atendiendo a criterios de funcionalidad y economía.

En la implantación de los elementos de la planta proyectada se ha tenido en cuenta el facilitar las operaciones de extracción y carga de residuos.

Los viales interiores permiten acceder a todas aquellas zonas donde se encuentran instalaciones que requieren mantenimiento (carga y descarga de equipos, repuestos, reactivos, etc.).

### **3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA**

### **3. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

El presente apartado de la memoria tiene como fundamento exponer aquellos razonamientos, técnicos y económicos, que conducen a la elección de la Solución adoptada en el presente Proyecto para resolver el problema de la depuración de las aguas residuales de los términos municipales en la zona de influencia de la Cuenca Media del Río Júcar, en la provincia de Albacete.

La Solución que se presenta, en cuanto a todos los parámetros y condicionantes busca flexibilidad, bajo mantenimiento y máximos rendimientos.

Es necesario tener en cuenta que no se incluye la justificación de todos y cada uno de los elementos del proceso, sino únicamente de aquellos que por su singularidad, importancia, etc., determinan a juicio del proyectista, el interés del Proyecto. Los otros, por ser de uso corriente dentro del ámbito de la depuración, quedan perfectamente definidos en el apartado: 4. Descripción del Proceso y Principales Elementos



### **3.2. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA**

El origen de la solución planteada se centra en la utilización de sistemas de tratamiento ampliamente contrastados, combinados con la consideración de parámetros validados igualmente por la experiencia, así como en la búsqueda efectiva de procesos de bajo mantenimiento y alto rendimiento de cara a la presentación de una línea de tratamiento atractiva por los dos aspectos.

Así, se ha diseñado la planta con la característica fundamental de que el tratamiento biológico se plantea con un sistema avanzado, en este caso con el empleo del Carrusel, tanque de tratamiento biológico del tipo canal de oxidación (aireación con rotores) con el que se consiguen los objetivos mencionados anteriormente.

Se ha planteado una línea de tratamiento que responde a los siguientes procesos:

- Pretratamiento del agua bruta consistente en: obra de llegada, desbaste de sólidos finos y gruesos y desarenado-desengrasado (Equipo compacto).
- Tratamiento biológico (aireación prolongada mediante rotores).
- Tratamiento de los fangos generados en la planta depuradora consistente en espesamiento de los mismos por gravedad, acondicionamiento químico y deshidratación mediante centrífuga.

A continuación se procede a la justificación de cada uno de los elementos que componen la línea de tratamiento adoptada.

### ***Aliviadero y By-Pass general***

La línea de proceso comienza con la obra de llegada. En ella se dispone un aliviadero de seguridad para garantizar que entra a la planta exclusivamente el caudal máximo de pretratamiento (5 Qm)

### ***Desbaste de gruesos***

Se procede a efectuar el desbaste de gruesos en primera instancia en un tamiz tipo tornillo de 10 mm de paso integrado en el inicio del equipo compacto de desbaste.

Se trata de un tamiz de limpieza automática, con regulación del automatismo por diferencia de nivel y temporizador de forma que ofrecen la máxima sencillez de mantenimiento y la máxima seguridad en los rendimientos.

### ***Elevación de agua bruta***

No es necesaria.

### ***Desbaste de finos***

Tras el Desbaste de gruesos , se procede a un desbaste de finos en el equipo compacto donde se sitúa un tamiz tipo tornillo de 3 mm de paso.

Se trata de un tamiz de limpieza automática, con regulación del automatismo por diferencia de nivel y temporizador de forma que ofrecen la máxima sencillez de mantenimiento y la máxima seguridad en los rendimientos.

Los residuos de los tamices (Gruesos y finos) se compactan mediante compactador incluido en el equipo. La disposición de este tipo de extracción y prensado de residuos minimiza el volumen ocupado por éstos y por tanto, los costes de explotación.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

Se han diseñado la zona de ubicación de contenedores con amplitud suficiente para facilitar las labores de carga y descarga de los residuos generados.

La zona donde se ubicarán dichos contenedores se equipa con los sistemas de limpieza y drenaje necesarias para realizar las labores de mantenimiento de las mismas.

***Desarenado-desengrasado***

El desarenado-desengrasado se realiza en el equipo compacto mencionado con anterioridad.

Se dispone un equipo cerrado fabricado en acero inoxidable AISI 304 donde se llevarán a cabo las labores de desarenado y desengrasado.

La construcción del equipo compacto está realizada en módulos electrosoldados, que se unen entre sí por medio de bridas perimetrales especiales de construcción robusta y resistente.

La gran ventaja de este sistema constructivo es la posibilidad y facilidad de ampliación longitudinal de los equipos en caso de aumento futuro de caudal.

La carcasa, soportes, cilindro filtrante y tubos, se construyen en acero inoxidable AISI 304L, con soldaduras limpias, decapadas, pasivadas, y micropulidas.

Las hélices de los transportadores a sinfín de desbaste y desarenado se construyen en acero especial de alta resistencia a la erosión reforzado y micro aleado con dureza 230 Brinell.

El equipo incluye finales de carrera mecánicos en todas las tapas practicables que tengan riesgo para la seguridad personal.

El equipo viene instalado con un cuadro eléctrico de protección y mando de toda la planta incluyendo los equipos montados en la zonas de desbaste, desarenado, clasificación de arenas y desengrasado e incluyendo también el control y protección de los equipos de aireación.

Zona de desarenado:

El sistema de transporte de arenas se realiza mediante tornillo sinfín horizontal situado en la base del equipo. Desde éste se alimentará a un tornillo sinfín de extracción inclinado para transportar, secar estáticamente y descargar en contenedor situado bajo la tolva de descarga de arenas.

Los sinfines transportadores de arena se fabrican de eje hueco y su trabajo es en discontinuo, logrando un caudal de arena constante y una muy buena deshidratación de la arena a baja velocidad.

El equipo se complementa con un sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a la flotación de grasas y sobrenadantes.

#### Zona de desarenado:

Se dispone en el equipo compacto de un desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenador.

La grasa es descargada automáticamente y cae por gravedad a una altura de 1,00 mts, para su recogida se dispone de un contenedor cerrado de 1,00 m<sup>3</sup>.

Como complemento se incluye un sistema de lavado automático compuesto por electroválvulas para las zonas de prensado y tamizado.

***Regulación, medida de caudal y reparto a tratamiento biológico***

Una vez el efluente ha pasado el pretratamiento se debe realizar una regulación del caudal de paso al Tratamiento Biológico fijándolo en el límite correspondiente a los 2,4 veces el Caudal medio. Para efectuar ésta operación se disponen dos tuberías dirigidas una hacia el Tratamiento Biológico y otra hacia el Tanque de Tormentas-Decantador de excesos. En dichas tuberías se colocarán medidores electromagnéticos para determinar los caudales de paso.

Ambas tuberías dispondrán de válvulas de compuerta que en el caso de la línea de excesos será motorizada.

En principio la válvula motorizada de la tubería de excesos permanecerá cerrada. Cuando el caudalímetro situado en la tubería de llegada al tratamiento biológico efectúa una lectura superior al caudal máximo de tratamiento fijado (2,4 Qm), entra en funcionamiento el by-pass hacia la línea de excesos mediante la apertura de la válvula motorizada de dicha tubería.

Cuando la suma de los caudales registrados en los dos caudalímetros definidos en el punto anterior supere los 5 Qm se actuará sobre la compuerta motorizada del aliviadero que limitará el paso del caudal a la EDAR.

***Tanque de Tormentas-Decantador de Excesos***

El Caudal Máximo del Pretratamiento son 5 Qm .

El caudal de paso al Tratamiento Biológico son 2,4 Qm

El Caudal de Excesos (Es decir 2,6 Qm) es tratado en un decantador diseñado exclusivamente para ésta labor antes de ser vertido al cauce o integrado en el emisario de agua tratada..

La separación del agua y de los fangos se realiza por medio de un sistema físico clásico como es la decantación o sedimentación.

La decantación separa por la simple acción de la gravedad el agua de los fangos.

En el caso que nos ocupa, la eliminación de las materias sedimentables presentes en el agua se realiza por un sedimentador de flujo vertical, y equipado con llegada de agua bruta salida del agua decantada.

El decantador, exteriormente consta de un depósito prismático de eje vertical, rematado en solera por un tronco de pirámide con una inclinación 45°.

En la parte superior del deposito lleva adosado un canal perimetral para la recogida y evacuación del agua decantada.

Interiormente consta de cinco zonas perfectamente definidas y delimitada, como son:

- Zona de llegada.
- Zona de concentración y eliminación de fangos.
- Zona de concentración y eliminación de espumas.
- Zona de sedimentación.
- Zona de recogida y evacuación de agua tratada.

Las zonas de llegada de agua y sedimentación están separadas por medio de una campana cilíndrica deflectora, tipo sifoide, en cuyo interior está la llegada de agua bruta por medio de tuberías con entrada en la parte superior.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

La zona de concentración y eliminación de fangos está situada en el fondo del decantador de la campana deflectora.

Las velocidades de sedimentación, tiempos de retención, cargas hidráulicas, cargas de sólidos y cualquier otro parámetro de los que intervienen en el cálculo de todo el conjunto, se han estudiado y aplicado en este caso, basándonos en nuestra experiencia en decantación de aguas similares a la que nos ocupa.

El agua y fango, procedentes del tratamiento biológico, penetra al centro del decantador por medio de una tubería; una campana central obliga al agua residual y fangos a descender a la zona media inferior, con lo que se consigue: por una parte evitar la creación de turbulencias producidas por la energía cinética del agua, y por otra parte, mezclar el agua de llegada con parte de los fangos producidos o sedimentados anteriormente, con lo que se produce cierto tipo de floculación que aumenta el peso del fango existente favoreciendo la sedimentación de los mismos.

El agua mezclada con los fangos se distribuye y asciende por toda la zona de sedimentación, donde la velocidad ascensional es lo suficiente baja para permitir la separación agua/fango.

El agua sedimentada se recoge en el canal periférico adosado a la parte superior de la virola del decantador.

Los fangos que paulatinamente se depositan en toda la superficie del fondo del decantador se desplazan hacia el concentrador de fangos para posteriormente ser evacuados al exterior por medio de purgas.

Las partes metálicas del decantador serán en Acero Inoxidable AISI 304 para mejorar su conservación.

El decantador a instalar será de sección cuadrada de 5,5 m de lado y calado en el vertedero de 3,8 m.

### *Tratamiento biológico*

Tras el pretratamiento se encuentra el tratamiento biológico que se realiza en aireación prolongada.

Como ya se mencionó anteriormente, se ha tratado de optimizar el proceso habitual de aireación prolongada proyectando un sistema con mejoras en cuanto a mantenimiento, resistencia frente a puntas, flexibilidad en cuanto a suministro de aire y rendimientos.

Esto se consigue con la instalación como biológico de un Carrusel, estudiado y puesto en práctica desde hace varias décadas, que ha demostrado en innumerables plantas su extraordinaria resistencia a puntas contaminantes y de caudal, su versatilidad frente a las temperaturas más extremas, y sus magníficos resultados en todos los órdenes. Con el diseño adecuado funcional, hidráulica, estructural y técnicamente, el punto fundamental es conseguir una edad del fango suficiente para estabilizar los fangos, lo que, por otra parte, conducirá a una nitrificación y desnitrificación, lo primero por ser más exigente la edad del fango para estabilizar que para nitrificar, y lo segundo gracias al particular diseño del Carrusel. Aunque el municipio no se encuentra en zona sensible, es una mejora considerable la reducción de nitrógeno en el efluente.

Sobre el volumen total de la balsa, se ha considerado, con objeto de conseguir un óptimo funcionamiento del tratamiento biológico, una concentración de 3,5 Kg/m<sup>3</sup> y aunque dadas las características de este tipo de fango, fácilmente sedimentable y con posibilidad de altas concentraciones en recirculación, y con una alta capacidad de la misma como se ha previsto, esta concentración de MLSS podría aumentarse sin dificultad, máxime tratándose de un Carrusel, como demuestran las experiencias.



---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

La edad del fango teórica obtenida a la temperatura de cálculo es superior a la estrictamente necesaria para estabilizar encontrándose por encima de los 16,5 días. Naturalmente se llega a nitrificar dentro de estos límites y se prevé para desnitrificación una zona anóxica del 20%. La zona anóxica prevista permite asegurar también la ausencia de “bulking” en la clarificación.

La aireación de la balsa se ha planteado mediante rotor horizontal de aireación de 15 kw de potencia . Con objeto de adecuar el suministro de aire a las condiciones existentes en cada momento en la balsa de aireación, se regulará la inmersión del rotor y por tanto la cantidad de oxígeno aportada de oxígeno mediante un vertedero regulable situado en la entrada de agua al reactor.

Se dispone por cada balsa un agitador de hélice, el cual garantiza una velocidad del flujo de 0,30 m/s.

La recirculación de fangos se ha calculado para conseguir un Índice Volumétrico de Fangos adecuado, resultando por balance de masas una capacidad de recirculación superior al 150% sobre el caudal medio, lo que permite amplia holgura de maniobra y asegura un funcionamiento correcto del proceso biológico junto a las condiciones descritas.

Se considera fundamental dar una amplia capacidad de recirculación para mantener concentraciones altas, pues su utilización es una de las muchas ventajas de la aireación prolongada.

Dicha recirculación de fangos se proyecta con tres grupos de bombas sumergibles, una en reserva. Las bombas se equipan con un variador de frecuencia que podrá actuar sobre cualquiera de ellas para ajustar al máximo la recirculación al caudal que se trate. Se dispone de un medidor electromagnético en tubería en la línea de retorno a la balsa para controlar perfectamente este extremo.

### *Clarificación*

En los procesos de aireación prolongada, tras el Carrusel se procede a la retirada del fango en 1 clarificador circular concentrico con el tratamiento biológico de 3,50 m de altura útil. El diámetro adoptado es de 7 m.

Al tratarse de una aireación prolongada, los parámetros de funcionamiento son más exigentes respecto a otros sistemas de tratamiento. Así, los clarificadores previstos cumplen los parámetros validados por la experiencia en este tipo de plantas.

La razón es que en todo caso estamos hablando de que es perfectamente factible y hasta conveniente conseguir concentraciones altas en el biológico, por lo que la carga de sólidos es muy importante.

### *Línea de fangos*

Para el dimensionamiento de la línea de fangos se ha considerado la máxima producción prevista.

El tratamiento de los fangos generados en la planta de tratamiento de aireación prolongada comienza con el espesado de los mismos. El espesador previsto es de diseño conservador, pues tratándose de fangos de aireación prolongada se estima que la carga de sólidos no debe superar los 35 kg/m<sup>2</sup>/d, y así se ha previsto.

La altura del espesador se ha previsto para que tengan una capacidad de almacenamiento del fango estabilizado de dos días en el caso más desfavorable, pero sin alcanzar profundidades excesivas.

Se ha considerado, a efecto de diseño, una concentración de entrada de 6,7 kg/m<sup>3</sup>, mientras que para el fango espesado se ha considerado una concentración de 3 %.

El bombeo de fangos a deshidratación se realiza con bombas de tornillo helicoidal, las cuales van equipadas con variador de frecuencia.

La deshidratación se ha previsto mediante centrífugas con capacidad suficiente para tratar los fangos generados en tres días semanales durante seis horas al día. El tratamiento de los fangos mediante este sistema permite alcanzar una sequedad del 22%.

Tanto el espesador, que se prevé cubierto, como las zonas donde se ubican los equipos de deshidratación se prevén desodorizados mediante carbón activo.

Para preparación del polielectrolito y dosificación del mismo se prevén equipos compactos de producción continua que garantizan las necesidades de preparación y dosificación. Para la dosificación de la solución se han previsto bombas de pistón.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Finalmente, el fango deshidratado al 22% se almacena en un remolque con capacidad para almacenar 5,60 m<sup>3</sup>.

Se incorporan además las instalaciones auxiliares correspondientes a agua industrial con filtración de 20 m<sup>3</sup>/h y grupo de presión de 20 m<sup>3</sup>/h, así como compresores de aire de servicio, utilizado en las purgas de flotantes del desarenador y del clarificador.

Con todo lo expuesto se consigue una planta para tratamiento de aguas residuales muy flexible y versátil, de ejecución compacta y explotación sencilla, consiguiendo depurar las aguas hasta niveles mayores de los exigidos por la normativa actual.

## **4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

## **4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES**

### **4.1. OBRA DE LLEGADA, ALIVIADERO Y BY-PASS GENERAL**

El Colector que recoge las aguas residuales desembocan al entrar en la planta en una obra de llegada (Pozo de registro).

En ella se dispone un aliviadero de seguridad que permite la evacuación de los caudales excedentes sobre el máximo caudal a tratar en el pretratamiento (el alivio se regulará mediante un vertedero compuesto por una chapa de acero inoxidable AISI 316 L . Este mismo aliviadero permite efectuar el by-pass general de la instalación mediante el cierre de la compuerta de aislamiento de la planta.

El accionamiento de esta compuerta de aislamiento es motorizado para permitir su rápido accionamiento, si bien permite su operación manual en caso de emergencia. Se trata de una compuerta de estanqueidad a cuatro lados de acero inoxidable AISI-316 l.

#### **4.2. DESBASTE DE GRUESOS**

El agua bruta se somete a un tratamiento de desbaste de gruesos mediante un tamiz incorporado en el equipo compacto del pretratamiento. El tamiz tiene una luz de paso de 10 mm; estos equipos tienen un rendimiento excelente en retención de residuos.

#### **4.3. DESBASTE DE FINOS**

Como continuación del proceso de limpieza del agua, el agua bruta se somete a un tratamiento de desbaste de finos mediante un tamiz incorporado en el equipo compacto del pretratamiento. El tamiz tiene una luz de paso de 3 mm; estos equipos tienen un rendimiento excelente en retención de residuos.

#### **4.4. DESARENADO-DESENGRASADO**

Una vez eliminados los sólidos flotantes que lleva el agua, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, fundamentalmente arenas y grasas que pueden incidir negativamente en posteriores operaciones. Así se evita la formación de copos o flóculos con los fangos activados, además de eliminar la acción abrasiva de la arena.

La eliminación de estas materias puede realizarse en un apartado común: Desarenado-desengrasado aireado.

#### **4.4.1. Desarenador-desengrasador con aireación**

Se ha previsto una unidad de funcionamiento compacto y cerrado, tipo "canal" con preaireación, separación de grasa y extracción de arenas.

En esencia, el desarenador tiene 2 canales paralelos, uno que actúa como desarenador y otro que separado del anterior por tabique de, funciona como desengrasador, por lo que en adelante los denominaremos canal desarenador y canal desengrasador respectivamente.

La alimentación de agua se realiza por la parte frontal, tras pasar el tamizado de finos.

Dada la especial disposición del muro del canal desengrasador, la superficie de éste, queda libre de la agitación que se produce en el canal desarenador, como consecuencia de la aireación, estableciéndose una zona de tranquilización en la que se recoge la grasa desemulsionada que pasa del canal central al lateral por debajo del muro deflector, gracias a la inyección de aire.

La cantidad de aire necesaria para conseguir la desemulsión de las grasas depende, fundamentalmente, de la relación de superficies efectivas de agitación tranquilización.. La inyección de aire se realiza mediante un compresor capaz de aportar 36 m<sup>3</sup>/h a 0,5 bar.



---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

Las características particulares son las siguientes:

El desarenado-desengrasado se realiza en el equipo compacto mencionado con anterioridad.

Se dispone un equipo cerrado fabricado en acero inoxidable AISI 304 donde se llevarán a cabo las labores de desarenado y desengrasado.

La construcción del equipo compacto está realizada en módulos electrosoldados, que se unen entre sí por medio de bridas perimetrales especiales de construcción robusta y resistente.

La gran ventaja de este sistema constructivo es la posibilidad y facilidad de ampliación longitudinal de los equipos en caso de aumento futuro de caudal.

La carcasa, soportes, cilindro filtrante y tubos, se construyen en acero inoxidable AISI 304L, con soldaduras limpias, decapadas, pasivadas, y micropulidas.

Las hélices de los transportadores a sinfín de desbaste y desarenado se construyen en acero especial de alta resistencia a la erosión reforzado y micro aleado con dureza 230 Brinell.

El equipo incluye finales de carrera mecánicos en todas las tapas practicables que tengan riesgo para la seguridad personal.

El equipo viene instalado con un cuadro eléctrico de protección y mando de toda la planta incluyendo los equipos montados en la zonas de desbaste, desarenado, clasificación de arenas y desengrasado e incluyendo también el control y protección de los equipos de aireación.

Zona de desarenado:

El sistema de transporte de arenas se realiza mediante tornillo sinfín horizontal situado en la base del equipo. Desde éste se alimentará a un tornillo sinfín de extracción inclinado para transportar, secar estáticamente y descargar en contenedor situado bajo la tolva de descarga de arenas.

Los sinfines transportadores de arena se fabrican de eje hueco y su trabajo es en discontinuo, logrando un caudal de arena constante y una muy buena deshidratación de la arena a baja velocidad.

El equipo se complementa con un sistema de inyección de aire para la separación de orgánicos de la arena y ayuda a la flotación de grasas y sobrenadantes.

Zona de desarenado:

Se dispone en el equipo compacto de un desengrasador lateral y paralelo al desarenador con rasqueta automática de separación de grasas y longitud igual al desarenador.

La grasa es descargada automáticamente y cae por gravedad a una altura de 1,00 mts, para su recogida se dispone de un contenedor cerrado de 1,00 m3.

Como complemento se incluye un sistema de lavado automático compuesto por electroválvulas para las zonas de prensado y tamizado.

#### **4.5. REGULACIÓN, MEDIDA DE CAUDAL Y BY-PASS AGUA PRETRATADA**

Una vez el agua ha pasado el pretratamiento, dada la diferencia de caudales máximos admisibles en éste y en el tratamiento biológico, se realiza una regulación de caudal.

Hasta este momento se ha procedido a una separación física de partículas más gruesas y en parte finas y arenas del agua residual, seguidamente se procederá al tratamiento biológico.

Para efectuar la regulación de un modo fiable se dispone a la salida del pretratamiento de dos tuberías: La primera dirigida hacia el tratamiento biológico donde se instalará un medidor electromagnético y la segunda hacia el Tanque de Tormentas-Decantador de excesos, en la que se coloca una válvula motorizada comandada por la señal registrada en un medidor electromagnético.

A través del PLC de la planta, cuando el caudal que se dirige a tratamiento biológico va a exceder del prefijado (2,4 Qm- Caudal punta), la válvula de compuerta motorizada situada en la tubería de paso al Tanque de Tormentas efectuará la operación de apertura ajustándose al caudal de exceso evacuado que como máximo será fijado en 2,6 Qm.

Cuando la suma de las mediciones de caudal correspondientes a los caudales entrantes al tratamiento biológico y al Tanque de tormentas supere los 5 QM se procederá a cerrar la compuerta motorizada del aliviadero de Llegada, by-passeando el caudal sobrante hasta el emisario de agua tratada o punto de vertido.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Las características particulares para cada una de las plantas son las siguientes:

	Longitud vertedero regulable (m)	Diámetro medidor electromagnético (mm)	Diámetro medidor electromagnético (mm)
Bonete	1,00	125	125

## **4.8. REACTOR BIOLOGICO**

### **Introducción**

Sometida ya el agua bruta a un Pretratamiento inicia ahora su recorrido por un tratamiento biológico más perfecto y complejo y en el que básicamente se trata de reducir la materia orgánica que lleva consigo el agua. El método más habitual es el conocido por "fangos activados" que consiste, en esencia, en aportar oxígeno a las aguas y mantener en suspensión, a una muy alta concentración, microorganismos (bacterias, protozoos, etc.) que se desarrollan merced a ese oxígeno introducido y a la materia orgánica de la que se nutren.

A continuación desarrollamos más ampliamente el fundamento de este proceso.

### **Concepción del tratamiento de aireación prolongada**

La depuración biológica tiene como objetivo principal la transformación de las materias orgánicas, disueltas o coloidales, presentes en las aguas residuales, en materias decantables separables del agua depurada. Esta transformación es posible por la utilización de micro-organismos aerobios, aglomerados en copos libres en el medio líquido.

La importancia global de la polución orgánica puede definirse por la (Demanda Biológica de Oxígeno media a los cinco días del agua.

En el curso del tratamiento, una fracción de las materias orgánicas se oxida por la producción de energía vital. Otra fracción de las materias disueltas o coloidales es coagulada por las enzimas segregadas por los microorganismos, o absorbidas por los copos; no está o está poco oxidada, pero puede eliminarse por decantación.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

Finalmente, la última parte es arrastrada con el agua depurada, de forma más o menos estabilizada. La energía vital sirve a la formación de protoplasma celular y a la constitución de las reservas.

Con el fin de poner mejor en evidencia los distintos aspectos del metabolismo bacteriano, aireando una muestra del agua residual sembrada de antemano con unos fangos activados se han obtenido los parámetros siguientes: masa de fangos activados, a eliminar y necesidad instantánea de oxígeno, podemos distinguir tres fases de crecimiento:

La fase 1 de Crecimiento logarítmico, está caracterizada por un crecimiento muy rápido de la masa de los fangos activados y una disminución correlativa de la .

Hay síntesis de nuevas células (fangos activados). Esta síntesis está acompañada de la transformación en forma de oxidación de una parte de materias orgánicas, en productos estables: y .

La fase 2 de Crecimiento desfalleciente, se caracteriza por la insuficiencia de la nutrición con respecto a la masa de fangos. Estos últimos, para crecer, deben consumir de su propia sustancia.

Hay aproximadamente tantas células que participan en la elaboración de otras nuevas como células que son transformadas en productos finales: la masa de los fangos se mantiene estacionada.

La fase 3 o Endógena en la que los microorganismos se ven forzados a metabolizar su propio protoplasma, sin reposición del mismo ya que la concentración del alimento disponible se halla en un mínimo.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

En una instalación de tratamientos por Fangos Activados, alimentada en continuo, los copos de fangos son "de todas las edades", puesto que hay producción continua de nuevas células y purga de fangos en exceso.

En este tratamiento, no hay que perder de vista que, por el hecho de la presencia de copos de edad muy variable, se desarrollan simultáneamente un proceso de construcción (síntesis protoplasma) y un proceso de destrucción (degradación celular) teniendo el primero más amplitud que el segundo.

### **Aplicación del principio de la depuración biológica por aeración prolongada**

Las reacciones de transformación de las materias orgánicas se hacen por óxido-reducción y así es necesario procurar oxígeno a estas reacciones por un procedimiento apropiado. Por razón de economía, este oxígeno es tomado de la atmósfera, por un dispositivo de transferencia. Un dispositivo de regulación puede variar la cantidad de oxígeno distribuido, en función de las necesidades, como se verá más adelante.

Estas reacciones de oxidación tienen lugar en una cuba llamada de asimilación o reactor biológico, en la cual las aguas brutas se estacionan algunas horas. Las aguas que salen de la cuba de asimilación se llevan después a un clarificador, donde el agua depurada es separada de los Fangos Activados.

Para alcanzar el rendimiento de depuración deseado, hay que adaptar correctamente el peso de los Fangos Activados, presentes en el sistema, al peso diario de , admitido en la cuba de asimilación. La relación de estas dos magnitudes, que se expresa en kg /kg MS, se denomina "Carga Másica".

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

El ideal sería regular la concentración de los fangos en el depósito de activación con un valor muy elevado. De hecho, la experiencia muestra que la clarificación final puede funcionar correcta y económicamente, aunque la concentración de las cubas de aireación sea demasiado elevada, en razón de los límites aceptables de la carga en materias secas.

Las concentraciones habituales que se pueden mantener en los depósitos de aireación son generalmente inferiores a 4.000 ppm cuando se habla de procesos de media carga, y superiores cuando se trata de aireación prolongada; en nuestro caso se adoptan unas concentraciones máximas en las balsas, que oscilan entre 3500 y 4000 ppm, aunque podría elevarse esta concentración aumentando edad del fango y bajando carga másica si se desea, es decir, queda un margen amplio de maniobra de proceso.

Para mantener tales concentraciones en los depósitos de aireación es necesario proceder a una recirculación de los fangos activados captados en el clarificador.

La experiencia y el cálculo enseñan que el caudal de recirculación debe ser sensiblemente igual al caudal medio de las aguas admitidas en las cubas de aireación.

La extracción de fangos en exceso debe asegurarse de manera que se mantenga en las cubas de aireación una carga másica casi constante en el curso de la jornada.

### **Instalaciones precisas para el tratamiento biológico de aeración prolongada**

De acuerdo con el proceso que se acaba de definir, el tratamiento biológico se descompone en dos fases:

- Aeración
- Clarificación



---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

De la Aeración o Activación se acaba de hablar extensamente; por otra parte la Clarificación tiene por objeto una sencilla operación destinada a retener los fangos antes del vertido de las aguas.

Para una depuración conveniente, importa que la población bacteriana sea lo suficientemente numerosa para transformar todos los elementos de polución contenidos en la aportación de las aguas residuales. Así, para mantener una colonia importante de fangos activados, los que han sido recogidos por la clarificación son devueltos al depósito, hecho que constituye la Recirculación.. De todos modos, como por efecto de la aportación de la polución la colonia tiende a crecer, interesa eliminar una parte de estos fangos que entonces se llaman Fangos en Exceso. En consecuencia, los elementos básicos que aparecen en todo Tratamiento Biológico son la cuba de asimilación o de aireación y el clarificador secundario.

La cuba de aireación recibe el efluente del pretratamiento y los fangos de recirculación del clarificador secundario.

Este a su vez, recibe el agua de la cuba de aireación y los fangos extraídos en él, se distribuyen a la cuba (fangos de retorno) o a las instalaciones de fangos biológicos (fangos en exceso).

#### 4.8.1. Reactor biológico

A continuación se adjuntan las dimensiones de las balsas.

	Nº de balsas (ud)	Ancho pasillo (m/canal)	Diametro <u>interior(m)</u>	Diametro exterior(m)	Altura útil (m)
Bonete	1	3,60	7,60	14,80	3

Se ha previsto el funcionamiento biológico con cargas másicas bajas lo que permitirá obtener fuertes rendimientos. En nuestro caso la carga másica está en torno a 0,075 kg/kg con concentraciones de 3.500 ppm.

Para el suministro de aire se ha dispuesto un rotor horizontal en la balsa de aireación, que irá dotado de regulación por inmersión gracias a un vertedero regulable situado en la entrada del biológico para lograr la adaptación a las necesidades existentes en el reactor biológico.

Para garantizar la circulación en el interior del reactor se ha previsto un agitador sumergido por cada balsa.

La salida de la cuba se efectúa por vertedero para que siempre, sea el caudal que sea el afluente, esté garantizado el volumen deseado. Una vez pasa por el vertedero de salida, el agua parte por tubería hacia el decantador.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Las características del tratamiento biológico son las siguientes:

	Rotor	Agitación
Bonete	1 Uds (D=700 mm L=2500mm Punit= 7,5 Kw).	1 Ud x 2 kW

#### 4.8.2. Recirculación de fangos biológicos

Los fangos producidos en el tratamiento biológico de aeración prolongada pueden ser recirculados en parte a las cubas de aireación, con objeto de mantener de este modo la concentración de MLSS necesaria, dado el volumen de las balsas, para mantener la carga másica prevista. Otra parte de los fangos producidos, los que exceden el caudal de recirculación y no son necesarios en ésta, son enviados a su destino correspondiente, el espesador de gravedad.

El caudal de recirculación de fangos es función del caudal medio sobre 24 horas, de la concentración de MLSS que se pretende mantener para garantizar la carga másica correspondiente, y del índice volumétrico de fangos.

Los fangos a recircular, purgados del clarificador, son conducidos por gravedad hasta una arqueta donde se inicia la elevación de los fangos de retorno que se realiza con bombas sumergibles que no rompen el flóculo.

Si bien se considera una concentración de la recirculación de 6,7 kg/ de acuerdo con las características del fango, y la concentración en las balsas se ha considerado a efectos de dimensionamiento de la recirculación de 3,5 kg/, la capacidad de recirculación máxima adoptada en cada una de las plantas supera ampliamente las necesidades en todo caso.

Los fangos recirculados impulsados por una bomba sumergible por cada línea más una en reserva, de los tanques se dirigen a cabecera de aireación, a través de tubería, que desemboca en la entrada a las balsas.

Para controlar el caudal de recirculación se ha previsto en la línea de retorno a las cubas un medidor de caudal electromagnético, de forma que conociendo en todo momento el caudal puede aportarse en cada momento el volumen necesario. Con este objeto las bombas se equipan con un variador de frecuencia que podrá actuar sobre cualquiera de ellas.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

	Nº de bombas (ud)	Caudal unitario (m³/h)	Diámetro medidor (mm)
Bonete	2 + 1	10	100

### **4.8.3. Bombeo de fangos biológicos en exceso**

Los fangos biológicos en exceso, se bombean al espesamiento mediante bombas sumergibles.

Las bombas previstas para el bombeo de fango en exceso aspiran de la misma arqueta que las bombas de fangos en recirculación.

La extracción se ha previsto funcionando una de las bombas. Al ser el destino final el espesador de gravedad, no se necesita que este tiempo sea mucho más amplio.

El número de unidades y los caudales unitarios previstos son (en m³/h):

	Nº de uds	(m³/h)
Bonete	1 + 1	2,00

## **4.9. DECANTADOR SECUNDARIO**

### **4.9.1. Introducción**

#### ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

Su principal objeto es la separación de las materias decantables del agua con anterioridad a su vertido, además de permitir la recogida de parte de microorganismos arrastrados por la corriente de las aguas a la salida de la aireación y que han de ser reintroducidos de nuevo en ella para mantener constante su alta concentración.

#### 4.9.2. Clarificación y extracción de flotantes

Se ha proyectado el siguiente clarificador:

Ud	Tipo	Diámetro (m)	Altura útil (m)
Bonete 1	Concéntrico con Biológico	7	3,50

La descripción del aparato utilizado se basa en un depósito cilíndrico con fondo de forma cónica, con una columna central por la que entra el agua que lo atraviesa radialmente cayendo al fondo los lodos activados y ya estabilizados, pasando el agua clarificada que sale por vertedero a un canal perimetral desde donde se dirige previo paso por una medida de caudal de agua tratada, desinfección y arqueta para captación de agua industrial al punto de vertido del efluente.

Por otra parte unas pequeñas rasquetas de fondo arrastran los lodos a un pozo central desde donde son conducidos por tubería de fundición dúctil a una arqueta en la que con un juego de válvulas podemos realizar el vaciado de los clarificadores o mediante otras válvulas posibilitar la recirculación y eliminación de fangos en exceso.

Se ha dispuesto la extracción de espumas y flotantes por barrido con rasquetas superficiales y retirada mediante caja sumergida dotada de válvula automática de accionamiento neumático.

#### 4.10. MEDIDA DE CAUDAL DE AGUA TRATADA

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

En la tubería de salida de decantación se prevé una medida de caudal de agua tratada.

Para ello se dispone un medidor electromagnético en tubería.

#### **4.11. TRATAMIENTO DE FANGOS**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales tienen por objeto transformar las materias contaminantes disueltas en materias sedimentables y separar estas materias, así como las originalmente decantables de las aguas, consiguiéndose la estabilización de la materia orgánica.

Estas materias, llamadas habitualmente fangos pueden seguir dos caminos distintos. Parte se envía a las cubas de aireación, para así mantener en ella una alta concentración de microorganismos (recirculación) y otra parte (activados en exceso) han de ser extraídos del sistema.

En el caso de la aireación prolongada, no existe fango primario, decantando todo el fango de la depuradora en el clarificador.

El almacenamiento de estos fangos sin tratamiento ocuparía una gran superficie y sería el origen de malos olores. El tratamiento de fangos tiene, así pues, por finalidad:

- Reducir el volumen de almacenamiento por medio de una operación de espesamiento y deshidratación.
- Poner en el almacenamiento un producto estabilizado, es decir, poco propenso a dar malos olores. Esto supone que las sustancias orgánicas biodegradables de los fangos habrán sido destruidas biológicamente (al menos parcialmente) o estabilizadas mediante tratamiento químico o térmico, e incluso destruirlas totalmente por medio de la incineración.

Son posibles dos métodos, en general, para estabilizar biológicamente un lodo:



---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

- La digestión anaerobia, que da lugar a desprendimiento de metano, con inversiones iniciales importantes, con gastos de explotación reducidos y posibilidad de recuperación de energía.
- La digestión aerobia, que consiste en airear fuertemente los fangos, sin aportación de un nuevo sustrato. Los fangos activados sobreoxigenados, utilizan sus propias reservas como fuente de nutrición y se auto-destruyen por respiración endógena; los gastos de inversión son menos importantes que los relativos a la digestión anaerobia, al igual que los costes de mantenimiento y explotación, mientras que los gastos energéticos son más elevados.

En nuestro caso, el fango se estabiliza aeróbicamente en la balsa, al alcanzarse la edad del fango precisa para ello.

En cuanto a la deshidratación de fangos, puede realizarse:

- Mediante secado natural en lechos de arena al aire libre.
- Mediante un procedimiento artificial: Centrífuga.

En el presente proyecto, se ha optado por los siguientes procesos:

- Espesamiento por espesador de gravedad de los fangos estabilizados, en el caso de las aireaciones prolongadas.
- Deshidratación del fango estabilizado mediante centrífuga.

#### **4.12. ESPESAMIENTO DE FANGOS**

Los lodos digeridos, extraídos de los clarificadores antes de su deshidratación son sometidos a un proceso intermedio de espesamiento, con la finalidad de reducir el volumen de fangos mediante su concentración, o eliminación parcial de agua de arrastre o construcción.

Estas operaciones de espesado comportan las siguientes ventajas:

- Reducción de la capacidad de los tanques posteriores y de los equipos correspondientes
- Reducción y mejora de los equipos y funcionamiento de la deshidratación de fangos.

Para el espesamiento de los fangos estabilizados, se ha optado por un espesador de gravedad estático ya que la planta es de pequeña dimensión.

La acometida de los fangos al espesador, se realiza superficialmente, en la parte central, siendo equirrepartido y dirigido por un cilindro metálico suspendido de la plataforma de acceso.

Los fangos espesados son purgados desde el fondo del aparato, mientras que el sobrenadante es recogido en un canal perimetral de hormigón, provisto de tubos de rebose en su parte inferior, para su reincorporación a la línea de agua.

Se considera una concentración de salida del fango de 30 kg/m<sup>3</sup>.

El espesador se prevé cubierto con PRFV y desodorizado con carbón activo con 6 renovaciones por hora.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Las características del espesador son las siguientes:

	Diámetro (m)
Bonete	3

## **4.13. DESHIDRATACION DE FANGOS**

### **4.13.1. Introducción**

Una vez conseguida la estabilización de los fangos, éstos se someten a un proceso de deshidratación, de forma tal, que permite reducción de volumen y facilidad en su manejo.

En la planta proyectada se prevé realizar la deshidratación de los lodos mediante centrífuga. En ambos casos se obtendrá la sequedad de los fangos requerida.

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- Bombeo fangos a deshidratar
- Acondicionamiento de fangos
- Filtro banda o centrífuga

### **4.13.2. Equipos de deshidratación**

Se prevé una centrífuga, según las instalaciones, con capacidad unitaria de 0,65 m<sup>3</sup>/h, suficiente para tratar el caudal de fangos generados en la estación depuradora.

Para acondicionamiento químico de este tipo de lodos se utiliza polielectrolito catiónico.

Este reactivo, que se suministra en polvo, según las necesidades diarias de cada una de las plantas se prepara en un equipo de preparación con cuba, dosificador y dos electroagitadores con capacidad de 350 l, hasta conseguir su dilución de solución madre (0,5 %). La salida de la cuba alimenta a dos bombas dosificadoras de pistón, una de ellas en reserva, de 0,00 a 20 l/h.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Los fangos, procedentes del espesador son aspirados por dos bombas de tornillo helicoidal, una de ellas en reserva de 0,2 a 0,91 m<sup>3</sup>/h.

Los fangos secos procedentes de centrífuga son posteriormente retirados por gravedad hasta un remolque agrícola de 5,6 m<sup>3</sup> de capacidad para posteriormente retirarlos a vertedero.

En la zona de deshidratación, se ha instalado un polipasto para facilitar el desplazamiento de maquinaria, permitiendo así la instalación y reparación de los equipos. Esta zona se prevé desodorizada con carbón activo con 6 renovaciones por hora.

#### 4.14. CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA OBRA CIVIL

La obra objeto del proyecto y que se pasa a definir con detalle a continuación es la estación depuradora de aguas residuales de Bonete

##### 4.14.1. Explanación de la parcela. Movimiento general de tierras

La parcela disponible para la depuradora tiene una superficie aproximada de:

Bonete	4.000 m <sup>2</sup>
--------	----------------------

Antes de iniciar las obras habrá que realizar un movimiento de tierras consistente en:

- Despeje, desbroce y limpieza del terreno para eliminar la tierra vegetal y posibles rellenos de carácter superficial.
- Excavación en explanación a cielo abierto hasta eliminar la capa de terreno no utilizable.

Una vez conseguida la cota de explanación mediante desmonte de la parcela se procederá a realizar la excavación en vaciado de los depósitos y se procederá el resto de las obras.

#### **4.14.2. Características geotécnicas del terreno.**

A continuación realizamos una pequeña descripción de los diferentes grupos litológicos encontrados en el terreno de la depuradora.

Los niveles detectados en Bonete son los siguientes:

Nivel 1: Suelo vegetal

Nivel 2: Arcillas rojizas o margas y arcillas marrón grisáceas con cantos y algo de arena

En cuanto al nivel freático, no se ha detectado en las cotas investigadas.

#### **4.14.3. Cimentaciones**

Teniendo en cuenta el corte geotécnico del terreno y las características previstas de los diferentes elementos constructivos de la futura E.D.A.R., se cimentan los depósitos con losa y los edificios con zapatas convenientemente arriostradas.

Según se indica en el anejo de cálculos estructurales, será necesario considerar la norma sismorresistente en la zona objeto del Proyecto.

Según las consideraciones establecidas en el punto anterior respecto a la presencia de nivel freático se comprobarán las cimentaciones afectadas por el mismo, realizando en caso necesario las excavaciones con agotamiento de aguas a partir de la cota del nivel freático, además de realizar un estudio de flotación de todos aquellos depósitos que la superen.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

En una E.D.A.R. hay que distinguir principalmente dos tipos de estructuras:

- depósitos de agua y
- edificaciones

En función de las consideraciones enunciadas anteriormente se han adoptado los siguientes tipos de cimentación:

Depósitos de agua

Se cimentarán mediante losa de cimentación.

Todos los depósitos apoyarán sobre una base de material granular de 20 cm de espesor como mínimo; de esta forma mejoramos y homogeneizamos el nivel de apoyo.

Edificaciones

Siempre se cimentarán mediante zapatas convenientemente arriostradas.

**4.14.4. Estructuras**

Depósitos de agua

Están proyectados en su totalidad en hormigón armado, con los espesores adecuados en función de los esfuerzos que deben soportar.

Como acciones hay que considerar: el empuje hidrostático interior y el empuje del terreno exterior.



---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Hemos utilizado muros rectos, ya que el hacerlo de sección variable produce mayores complicaciones en el momento de su construcción. Serán en su mayoría de espesor constante. Cuando debido a los esfuerzos de agua o tierras el espesor de muros supere los 50 cm., estos se ejecutarán por tramos, reduciendo en cada uno su espesor.

La situación más desfavorable se nos ha presentado en los biológicos, con una altura de agua de 4,00 m.

Siempre consideramos fisuración en ambiente Qb o IV, según la EHE.

En los depósitos circulares consideramos el efecto anillo, disponiendo armaduras circulares horizontales trabajando a tracción que hacen disminuir el esfuerzo de flexión de las armaduras verticales.

### Edificaciones

La estructura de edificios estará formada por los siguientes elementos:

- Cimentación mediante zapatas arriostradas.
- Estructura entramada mediante pilares y vigas de hormigón armado.
- Las bancadas de elementos mecánicos que transmitan cargas importantes, llevarán su propia cimentación independiente de la solera de la planta inferior.

#### **4.14.5. Arquitectura**

En el diseño del edificio se ha tenido en cuenta la función que se va a desarrollar en él, así como su estética exterior, buscando una integración en armonía con el entorno.

En el caso que nos ocupa sólo existe un edificio en el que se pueden distinguir dos zonas independientes:

- Zona de control.
- Zona de explotación

##### Zona de control

Es la parte del edificio en la que se desarrollan actividades de tipo organizador, de control, administrativo o albergan dependencias auxiliares (comedores, vestuarios, etc.). Aunque en el no se desarrollan funciones de proceso es indispensable en cualquier planta depuradora.

Tiene una planta con la siguiente distribución:

- vestuarios y aseos,
- sala de control,
- despachos.

Las calidades ofertadas son:

- Cerramiento de ladrillo macizo a revestir, cámara de aire con aislante térmico y trasdosado de L.H.S.
- Cubierta inclinada con formación de pendientes mediante tabiquillos palomeros y acabado de teja curva.
- Carpintería de aluminio lacado en ventanas, con vidriería climalit.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

- Carpintería de aluminio lacado en accesos principales.
- Puertas metálicas industriales en acceso al taller y almacén.
- Puertas interiores de madera con acabado melanina.
- Solado con baldosas de terrazo en tonos oscuros en los despachos, servicio de personal y zona de deshidratación.
- Solado de gres antiácido en laboratorio.
- Solado de gres en el resto de las dependencias.
- Enfoscado con mortero de cemento y acabado de pintura plástica en taller - almacén.
- Guarnecido y enlucido de yeso con acabado de pintura plástica en despachos, comedor, sala de reuniones, sala de mandos y hall.
- Alicatado con plaqueta de gres en paredes, aseos y vestuarios.
- Falso techo de placas de escayola en despachos, hall, servicios y vestuarios.
- Instalaciones de agua fría, caliente, desagües, electricidad.

**Zona de explotación**

Es la parte del edificio en la cual se desarrollan actividades integrantes de la línea de proceso de la EDAR.

Existen los siguientes:

- zona de deshidratación,

Las calidades ofertadas son:

- Cerramientos de ladrillo cerámico a revestir.
- Cubierta inclinada con formación de pendientes mediante tabiquillos palomeros y acabado de teja curva.
- Carpintería de aluminio lacado en ventanas, con vidriería de luna de 6 mm.
- Carpintería metálica en puertas de acceso.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

- Solado de cemento continuo en el edificio de pretratamiento y con baldosas de terrazo en la zona de deshidratación.
- Enfoscado con mortero de cemento y acabado con pintura plástica en interiores.

#### **4.14.6. Conducciones interiores**

Se han proyectado las siguientes redes de tuberías en cada depuradora:

- Red de tratamiento de agua,
  - Red de fangos,
  - Red de vaciados,
  - Red de pluviales y
  - Red de agua industrial.
- 
- La red de tratamiento de agua se proyecta en hormigón en masa, hormigón armado y fundición.
  - La red de fangos es de fundición y acero.
  - La red de vaciados en PVC
  - La red de pluviales está formada por sumideros y pozos de registro unidos por colectores de PVC.
  - La red de agua potable y agua de servicios se resuelve con tubería de polietileno.

Los diámetros y disposiciones de cada una de estas redes se pueden ver en los planos correspondientes.

#### 4.14.7. Urbanización

Se proyecta un vial principal que permite el acceso para vehículos pesados a todos los elementos que lo precisan. El firme está formado por:

- 15 cm. de subbase de zahorra natural compactada al 95% P.M.
- 15 cm. de base de zahorra artificial compactada al 98% P.M.
- 5 cm de mezcla bituminosa en caliente. S-12

Se disponen aceras de losetas hidráulicas de 20 x 20 cm. alrededor de los edificios.

Los bordillos que limitan las calzadas son de hormigón prefabricado.

El cerramiento consiste en una malla metálica galvanizada de simple torsión y 2 m. de altura, con tubos de acero galvanizado cada 3,00 m y una zona sobre zócalo de fábrica de 6 cm en la entrada de la E.D.A.R.

Se instala una puerta de acceso corredera de accionamiento automático y soportada con muretes de fábrica para acceso de vehículos y otra puerta de apertura manual para acceso peatonal de 1,00 m de ancho y 2,50 m de altura.

Se disponen luminarias en todo el recinto.

#### 4.14.8. Jardinería

La zona de la parcela libre de aparatos y edificios se ajardinará, mediante la plantación de césped, árboles (fresnos, pinos), cipreses, arbustos de hoja perenne, vivaces en flor y plantas aromáticas.

Las especies ofertadas son propias de la zona o de fácil adaptación a la misma.

#### **4.14.9. Camino de acceso**

El acceso a la planta se efectuará como se indica a continuación:

Bonete

El acceso a la planta se proyecta desde el camino de Casa Grande hasta el camino de la Tollosa, de los que se prevé un acondicionamiento en una longitud aproximada de 600 m.

#### **4.15. INSTALACION ELECTRICA EN ALTA Y BAJA TENSION**

##### **4.15.1. Suministro de energía a las instalaciones**

El suministro de energía a la Estación Depuradora según información de la Compañía Suministradora de Electricidad Iberdrola se realizará en cada caso como a continuación se indica:

##### **A) BONETE**

La acometida se realizará en el camino de acceso. La distancia aproximada es de 500 m. La línea es de 20 KV y discurrirá aérea.

Una vez llegada la línea, en todos los casos al borde de la parcela, está previsto instalar un transformador de intemperie situado en apoyo preparado a tal fin, dada la corta necesidad de potencia.

---

ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).

El Transformador irá instalado sobre apoyo con:

- Transformador trifásico de 100 KVA en aceite, conexión Dyn11, 20.000 V,  $\pm 2,5\%$ ,  $\pm 5\%$  y 400 V.

La resistencia de estos circuitos será inferior a 10 ohmios.

La red equipotencial estará constituida por conductor de cobre desnudo de 50 de sección y las mallas están abrazadas por una grapa de conexión. Se dejarán arquetas para conexión de los tres circuitos de toma de tierra. El tercer circuito estará unido a piquetas o placas de tierra a través de una grapa de conexión, situada fuera de las celdas, con cable de Cu de 50 de sección.

#### **4.15.2. Líneas de B.T. Generalidades**

Las alimentaciones se harán con cable tipo RV 0,6/1 KV, de sección calculada según tablas I y II de MI-ET-007. Estos cables irán sobre bandejas o enterrados bajo tubo.

#### **4.15.3. Armarios de distribución**

Se instalará un armario de distribución general dotado con interruptor de acometida con protección magnetotérmica, e interruptores de salida a los distintos cuadros de planta con protección magnetotérmica y diferencial.

El embarrado general está formado por pletina de cobre electrolítico, habiéndose calculado sus anclajes para poder soportar los efectos electrodinámicos que puedan producir 50 KA de cortocircuito.

#### **4.15.4. Armario de control de motores**

Estos armarios están formados por chapa electrocincada de espesor 1,00 mm a 1,50 mm, con revestimiento de pintura termo-endurecida a base de resina epoxy modificada con poliéster. Van provistos de puerta transparente de vidrio templado.

A cada motor se acomete, desde el embarrado general, a través de:

- Interruptor automático magnetotérmico.
- Relé diferencial y transformador.
- Contactor.
- Relé auxiliar.
- Pilotos de señalización.
- Pulsadores de marcha, paro y rearme.
- Conmutador manual o aut.

El contactor será diseñado para servicio duro y capaz de abrir o cerrar hasta 8 veces la intensidad nominal a la tensión nominal y factor de potencia máxima de 0,6. Llevarán dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para futuros enclavamientos.

Los motores de potencia igual o superior a 11 Kw utilizarán arrancador estrella triángulo.

Los motores que lo requieran estarán provistos de variador de frecuencia.

Los armarios tendrán un espacio de reserva del 20%.



#### **4.15.5. Mando y señalización**

La tensión de mando se obtendrá a partir de la tensión de alimentación en el centro de control de motores, por medio de un transformador de mando 400/230 V de un sólo arrollamiento secundario, evitándose de esta forma retornos, falsas averías y eventuales fallos provocados por caídas de tensión en los circuitos de control provocadas por el arranque de máquinas de elevada potencia.

Todos los aparatos de control (pulsadores, finales de carrera, presostatos, etc.) exteriores a los cuadros, que se refieren a un mismo circuito de mando, están imperativamente agrupados en el circuito sobre una sola y única fase o polaridad de la fuente de tensión de mando.

El común de las bobinas estará sobre la fase o polaridad equipada con la barreta seccionable.

El color de los pulsadores de mando se seleccionará teniendo en cuenta su misión.

El color rojo se utilizará para la función "parada". Los pulsadores y manetas para "parada de urgencia" y los pulsadores de parada, serán de color rojo.

El color verde se utilizará para los pulsadores de puesta en marcha.

#### **4.15.6. Cortacircuitos**

Para la protección contra faltas en las salidas a motores, se utilizarán interruptores automáticos con protección magnetotérmica y diferencial integrada con intensidad umbral regulable.

Los cortacircuitos destinados a la protección de circuitos de mando, control y pilotos, serán de alta capacidad de ruptura y acción rápida.

#### **4.15.7. Cableado**

Las conexiones de los cuadros serán efectuadas con conductores de cable flexible o rígido de sección igual o mayor a 2,5 mm<sup>2</sup> y tensión de servicio mínima 1000 V. Tensión de prueba 2.500 V. Los extremos de todos los conductores estarán marcados de acuerdo con el esquema de principio y provistos de terminales engastados y aislados.

El cableado será alojado en canaletas de plástico, con accesibilidad por la cara delantera.

#### **4.15.8. Instalación de fuerza en baja tensión**

La alimentación a la instalación de fuerza en baja tensión, se hará desde el Centro de Transformación al Armario de Distribución, desde donde se distribuye a los Armarios de Control de Motores.

Los cables enterrados discurren bajo tubería de PVC de diámetros adecuados, registrable por arquetas con tapa y fondo con drenaje, y a una profundidad igual o superior a 80 cm. según MI-ET-006

Desde cada cuadro de zona, y partiendo de bornas numeradas, sale línea de cuatro hilos en conductor enterizo y sección adecuada, protegido bajo tubo de acero galvanizado o de PVC de diámetro Pg adecuado, que se registra por medio de cajas blindadas y estancas que acomete a los motores.

#### **4.15.9. Equipo corrector del factor de potencia**

Con el fin de corregir el factor de potencia de la instalación, se instalará una batería Automática de condensadores, suficiente para mejorar el  $\cos \phi$ , hasta el valor de 0.95.

Los condensadores serán secos, realizados en polipropileno dotados de resistencias de descarga y fusibles APR de protección.

Dispondrán así mismo de regulador electrónico de reactiva.

#### **4.15.10. Instalaciones de alumbrado**

El suministro de energía a las instalaciones de alumbrado se hará desde armario específico para este fin

El cuadro va puesto a tierra según MI-BT-039, desde el circuito principal, por medio de conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

En este armario se alojará un interruptor tetrapolar general y relé magnetotérmico, así como interruptores automáticos que alimentan los circuitos en los que está dividido este Cuadro de Distribución. Estos van equipados con un interruptor automático magnetotérmico bipolar elegidos según MI-BT-012-2.8. para alumbrado interior, y tetrapolares de intensidades adecuadas para resto de edificios y exterior.

A partir de las bornas de dicho armario, y hasta los receptores correspondientes, el cableado se realizará con cables de aislamiento RV de 1 KV., en zonas exteriores y de 0,75 KV. en interior.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Las secciones de los cables se han calculado según MI-BT-009-1.2.2., de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento según MI-BT-017 tablas I y II., y comprobando que la caída de tensión al final de cada línea no ha sobrepasado el 3 % admisible según MI-BT-017-2.1.2.

La iluminación de los edificios, se hará con equipos fluorescentes, de 2 x 36 W, siendo unos de regletas, otros empotrables de perfil visto y otros estancos. Existirán dispositivos de emergencia en todos los centros de trabajo.

Los niveles de iluminación utilizados para el cálculo son los siguientes:

- Sala de control y de cuadros eléctricos:	300 lux
- Pasillos y Hall:	100 lux
- Talleres:	250 lux
- Salas industriales:	200 lux
- Sótanos:	50 lux

También se utilizarán columnas de 8 m de altura, así como brazos murales ubicados en fachada de 1 m de longitud con luminaria cerrada y lámparas de vapor de sodio de 1 x 250 W.

La instalación de alumbrado exterior, se hará con cable de aislamiento RV de 1 KV armado de 6 mm<sup>2</sup> de sección mínima.

Estos cables discurrirán bajo tubería de plástico enterrada a 0,60 m. de profundidad.

#### **4.15.11. Telefonía**

Se ha previsto dos tipos de instalación de telefonía para las diferentes Estaciones Depuradoras, en función de la longitud de acometida a salvar en cada caso.

Cuando la acometida es corta, hasta unos 500 metros aproximadamente, sí se ha considerado factible realizar una instalación cableada desde el punto de entrega.

Pero cuando la longitud supera esta distancia se considera más interesante, tanto a nivel técnico como económico prever la instalación de un MODEM GSM.

#### **4.15.12. Descargas eléctricas**

Se instalará un pararrayos como protección contra sobretensiones debidas a los agentes atmosféricos.

#### **4.15.13. Grupo electrógeno**

Dadas las características de la zona, la cual sufre puntualmente cortes de suministro, y las características del proyecto que nos ocupa, se ha considerado conveniente disponer de un grupo electrógeno como medida de seguridad, que se instalará en Bonete y podrá ser utilizado en Alpera y Chinchilla en caso de necesidad.

La potencia del grupo instalados es de 135 KVA, que es la necesaria para cubrir las necesidades de Bonete y con la que se consigue también cubrir las necesidades de cualquier otra de las plantas consideradas.

Las características del grupo son las siguientes:

- - insonorización
- - dispuesto sobre bancada de hormigón
- - Provisto de cuadro de conmutación red – grupo.

#### **4.16. SERVICIOS GENERALES**

##### **Red de agua industrial**

Se ha dispuesto un sistema de provisión de agua de servicios procedentes del agua tratada y en conexión con el sistema de agua potable y de servicios.

Para el cálculo y dimensionamiento de las instalaciones precisas, se han tenido en cuenta la precisión de consumos para la red de servicios, red de riego y dilución de reactivos.

La toma de agua tratada se realiza en la arqueta de agua tratada situada a la salida del decantador. Desde esta arqueta el agua pasa por gravedad al depósito de agua tratada. En dicha conducción se dispone un filtro autolimpiante de 20 /h de capacidad de filtrado y 200  $\mu$ m de luz de malla.

El agua filtrada es recogida en un depósito con volumen apropiado para garantizar las puntas de demanda de agua para la red general de agua industrial. Este depósito puede ser también abastecido con agua potable mediante válvula de flotador, garantizándose siempre un volumen almacenado y la imposibilidad de mezcla de las aguas tratadas en la E.D.A.R. con la red de agua potable.

De este depósito aspiran las motobombas de agua del grupo de presión para la red de servicios.

El grupo de presión, está formado por un (1) grupos electrobombas horizontal multicelulares de 20 /h de caudal unitario a 50mca de presión, de donde parte la red de agua de servicios.

### **Red de riego y de servicios**

Se dispone una red general de distribución de agua filtrada para riego, de las superficies ajardinadas, limpieza de edificios, e instalaciones, y acometida de agua a presión a conducciones de fangos, grasas y reactivos.

Esta red, en conducción de polietileno, recorre la parcela de ubicación de la estación depuradora distribuyéndose mediante ramales hasta los puntos más alejados.

Se disponen una serie de bocas de riego dotadas de válvula y racord, así como de mangueras de riego y de limpieza.

Para limpieza del edificio industrial se instala, partiendo de la red general de distribución una red de agua de servicios en polietileno e interiormente en acero galvanizado con puntos de toma dotados de válvula y conexión para manguera en aquellos puntos en los que prevé una atención más cuidada.

Igualmente y para inyección de agua a presión a las conducciones de fangos, grasas y reactivos, se dispone de unas conexiones con la red de agua a presión, dotadas de válvula, de aislamiento.

### **Red de aire de servicio**

Se instalarán dos compresores en los puntos de consumo de la planta, de 400 l/min con calderín de 200 l para alimentación a las válvulas neumáticas de purga de espumas de desengrasado, flotantes de decantación secundaria, y la línea de impulsión de fangos deshidratados a la tolva de almacenamiento.

### **Red de vaciado y reboses de tanques**

Se ha dispuesto una red general de vaciados de tanques, de manera que todos los aparatos puedan vaciarse a través de una red de tuberías hasta el by-pass general o a cabeza de instalación.

Para elevación de vaciados y reboses a cabecera se disponen 1+1 bombas sumergibles en los casos en que sea necesario.

### **Desodorización**

Se ha previsto una desodorización por carbón activo en los recintos que pueden emitir malos olores, y que son básicamente la zona de pretratamiento en la que se prevén 6 renovaciones por hora, la zona de deshidratación en la que se prevén también 6 renovaciones por horas y el espesador de fangos con 6 renovaciones por hora. La capacidad de la torre de carbón activo instalada es de 1.500 /h.



#### **4.17. EDIFICACIONES**

Se ubicarán todas las dependencias en un único edificio, con zonas diferenciadas para uso industrial y de control.

La zona destinada a control tiene una sala de control, los despachos necesarios, una sala de servicio de personal y además unos vestuarios y unos servicios. Todas estas dependencias completan unas instalaciones de control y personal perfectamente ajustadas a estas plantas.

Las instalaciones de deshidratación se alojan en una zona independiente de la anterior.

Se prevé la desodorización de la parte industrial de este edificio con 86 renovaciones por hora, por carbón activo, para minimizar el impacto medioambiental de la depuradora como emisora de malos olores.

En la solera del edificio, en zona de contenedor de desbaste de gruesos y finos, así como en el pozo de gruesos, se han embutido carriles de protección frente a posibles golpes durante las operaciones de carga y descarga.

En cuanto a características de cimentaciones, cerramiento y albañilería sigue la línea de los edificios de la planta que se han explicado en el punto 4.14 de esta Memoria.

#### **4.18. RED DE PLUVIALES**

Se ha dispuesto una red de pluviales en toda la zona ocupada por viales y las correspondientes arquetas sumidero de fábrica de ladrillo macizo enfoscada, que se reúnen en pozos de registro y desde donde el agua de lluvia podrá ser evacuada.

## **5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO**

## **5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO**

### **DOCUMENTO Nº 1. MEMORIA Y ANEJOS**

#### **I. MEMORIA**

1. INTRODUCCION
2. DATOS DE PARTIDA
3. JUSTIFICACION DE LA SOLUCION ADOPTADA
4. DESCRIPCION DE LAS OBRAS E INSTALACIONES
5. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA ESTE PROYECTO
6. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA
7. REVISION DE PRECIOS
8. PRESUPUESTOS
9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA
10. CONCLUSION

#### **II. ANEJOS**

- Anejo nº 1. Resumen de las variables de proyecto.
- Anejo nº 2. Geotecnia.
- Anejo nº 3. Topografía.
- Anejo nº 4. Dimensionamiento del proceso. (Cálculos Funcionales).
- Anejo nº 5. Cálculos hidráulicos.
- Anejo nº 6. Cálculos estructurales de la obra civil.
- Anejo nº 7. Cálculos eléctricos.
- Anejo nº 8. Automatismos y Control.
- Anejo nº 9. Protocolo de Pruebas, Programa de Puntos de Inspección.
- Anejo nº 10. Estudio de costes de explotación.
- Anejo nº 11. Seguridad y Salud.
- Anejo nº 12. Plan de obra .
- Anejo nº 13. Estudio de Impacto Ambiental
- Anejo nº 14. Justificación de Precios.

---

**ESTACIÓN DE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE BONETE (ALBACETE).**

Anejo nº 15. Control de calidad.

Anejo nº 16. Expropiaciones.

Anejo nº 17. Presupuesto para conocimiento de la Administración.

**DOCUMENTO Nº 2. PLANOS**

**DOCUMENTO Nº 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS**

3.1. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.2. ESPECIFICACIONES TECNICAS DE EQUIPOS

**DOCUMENTO Nº 4. PRESUPUESTOS**

4.1. MEDICIONES

4.2. CUADRO DE PRECIOS Nº 1

4.4. PRESUPUESTOS PARCIALES

4.5. PRESUPUESTOS GENERALES

## **6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA**

## **6. CLASIFICACION DEL CONTRATISTA**

Para la ejecución de las obras e instalaciones incluidas en el presente Proyecto se requiere la siguiente clasificación.

Grupo K, subgrupo 8, categoría e

## **7. REVISION DE PRECIOS**



## 7. REVISION DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 1.757/1.974, de 31 de Mayo y en Decreto Ley 2/1.964 de 4 de Febrero y sus Normas Complementarias, los precios de las obras a que se refiere el presente Proyecto serán revisables, a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9 de las recogidas en el Decreto 3.650/1970 de 19 de diciembre.

Abastecimiento y Distribución de agua. Saneamiento. Estaciones Depuradoras. Estaciones Elevadoras. Redes de Alcantarillado. Obras de Desagüe. Zanjas de Telecomunicación.

$$K = 0,33 \frac{H_t}{H_o} + 0,16 \frac{E_t}{E_o} + 0,20 \frac{C_t}{C_o} + 0,16 \frac{S_t}{S_o} + 0,15$$

En esta fórmula, los símbolos utilizados son:

- K = Coeficiente teórico de revisión por el momento de la ejecución t.
- = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.
- = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- = Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación.
- = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- = Índice de coste del elemento en la fecha de la licitación.
- = Índice de coste del elemento en el momento de la ejecución t.
- = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

## **8. PRESUPUESTOS**

## **9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA**

## **9. PLAZO DE EJECUCION Y GARANTIA**

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, el plazo de ejecución de las obras e instalaciones contemplados en este Proyecto, es de VEINTE (20) MESES contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Replanteo.

El plazo de garantía será de VEINTICUATRO (24) MESES a contar desde la recepción de las obras.

## **10. CONCLUSION**

## **10. CONCLUSION**

En cumplimiento del último párrafo del Artículo 64 del Reglamento General de Contratación se manifiesta que el presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el Artículo 58 del citado Reglamento, ya que comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de las obras, siendo susceptible de ser entregadas al uso público.

Madrid, Enero de 2006

El Autor del Proyecto:



Santiago Alonso Fernández  
Ingeniero de Caminos C. y P.  
Colegiado nº 10.566