

DOCUMENTO N° 1
MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES	5
1.1.- Antecedentes administrativos	5
1.2.- Objeto y contenido del proyecto	5
1.3.- Documentación para la redacción del Proyecto	6
2.- BASES DE PARTIDA Y OBJETIVOS.....	7
2.1.- Situación actual	7
2.2.- Planeamiento urbano	7
2.3.- Caudales.....	8
2.4.- Contaminación	9
2.5.- Objetivos de calidad.....	10
3.- ENTORNO DE LAS OBRAS	10
3.1.- Topografía	10
3.2.- Geología y geotecnia.....	10
3.3.- Ubicación de la Edar.....	12
3.4.- Conexiones externas de la EDAR	12
4.- PROPUESTA.....	13
4.1.- Emisarios	13
4.2.- Depuradora	16
5.- EMISARIOS. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN.....	17
5.1.- Emisario Villaluenga de la Sagra	17
5.2.- Emisario Yuncler	18
5.3.- Emisario Villaluenga – Yuncler.....	19
5.4.- Emisario Pantoja Oeste.....	19
5.5.- Emisario Pantoja Este	20
5.6.- Emisario Pantoja.....	20
5.7.- Emisario Alameda de la Sagra	20
5.8.- Emisario Pantoja –Alameda	21
5.9.- Emisario Edar	22
5.10.-Obras singulares	22
6.- EDAR. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN	24
6.1.- Línea de agua	26
6.2.- Línea de fangos	32
6.3.- Instalaciones complementarias	34
6.4 Edificación.....	37

7.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	40
7.1.- Movimiento de tierras	40
7.2.- Obra civil	40
7.3.- Equipos.....	44

1.- ANTECEDENTES

1.1.- Antecedentes administrativos

De acuerdo con una resolución de *Aguas de Castilla La Mancha* publicada en el DOCM el 15 de febrero de 2007, se convocó Concurso Público de *Redacción de Proyecto y Obras de Construcción de una Estación Depuradora de Aguas Residuales conjunta en Alameda de la Sagra, Villaluenga de la Sagra, Yuncler, Cobeja y Pantoja (Toledo)*.

Con fecha 25 de septiembre de 2007 *Aguas de Castilla La Mancha* adjudicó el concurso a *Construcciones Sarrión*, siendo necesario redactar un Proyecto de Construcción con las indicaciones contenidas en el escrito de adjudicación..

1.2.- Objeto y contenido del proyecto

El objeto del presente *Proyecto de Construcción* es el diseño, construcción y explotación inicial de los emisarios y la Estación Depuradora de Aguas Residuales (Edar) conjunta para las poblaciones de Alameda de la Sagra, Villaluenga de la Sagra, Yuncler, Cobeja y Pantoja, a realizar en el término municipal de Cobeja (Toledo).

Este Proyecto se ha redactado siguiendo las indicaciones del escrito de adjudicación y las motivadas por los trabajos de campo realizados, siguiendo las indicaciones de los técnicos de *Aguas de Castilla la Mancha*. Se enmarca dentro de los límites establecidos en el Concurso en las condiciones de ejecución del contrato como en las condiciones técnicas establecidas a través del *Pliego de Bases Técnicas*.

Para la realización de este Proyecto se ha realizado una campaña de trabajos de campo que ha consistido en:

- Topografía de colectores y de Edar
- Geotecnia de colectores y de Edar
- Analítica de colectores y cargas contaminantes de los municipios consorciados
- Análisis de la evolución de la población e industrias por municipios

En los apartados siguientes de esta memoria se sintetizan los trabajos realizados y se explicitan en detalle en los documentos del Proyecto, tanto en los anejos complementarios a ésta, como en los Planos, Pliego y en el Presupuesto que enmarca los compromisos económicos de este proyecto.

El contenido del proyecto se estructura *genéricamente* en los siguientes documentos:

- Documento nº 1.- Memoria y Anejos
- Documento nº 2.- Planos
- Documento nº 3.- Pliego de Prescripciones Técnicas
- Documento nº 4.- Presupuesto
- Documento nº 5.- Proyecto de Seguridad y Salud

1.3.- Documentación para la redacción del Proyecto

La documentación básica tenida en cuenta para la redacción del presente proyecto es la siguiente:

- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares del Concurso.
- Pliego de Prescripciones Técnicas del Concurso.
- Proyecto base *Estudio de analítica y redacción del Proyecto de conducciones y EDAR conjunta de Alameda de la Sagra, Villaluenga de la Sagra, Yuncler, Cobeja y Pantoja.*
- Documento complementario de cambio de trazado de conducciones.
- Estudio de cargas contaminantes realizado en 2008.
- Prescripciones contenidas en el escrito de adjudicación.
- Informe geotécnico Edar.

Como complemento a esta documentación facilitada por *Aguas de Castilla La Mancha*, se han realizado levantamientos topográficos específicos de tramos completos o zonas puntuales de los colectores para poder determinar las propuestas técnicas de trazado tanto en planta como en alzado.

2.- BASES DE PARTIDA Y OBJETIVOS

2.1.- Situación actual

Todos los municipios incluidos en este proyecto, realizan sus vertidos en cauces que confluyen en el Arroyo Guatén, o directamente en él, siendo éste afluente del Tajo por su margen derecha.

Los vertidos se realizan sin depuración previa, excepto el municipio de Villaluenga de la Sagra que dispone de depuración con rendimientos poco fiables.

2.2.- Planeamiento urbano

Debido al rápido crecimiento urbano que se está produciendo en la comarca de la Sagra, es preciso realizar un estudio del planeamiento urbano para cada municipio, y determinar las necesidades actuales y futuras de éstos para plantear un sistema de emisarios y de depuración acorde a los crecimientos esperados.

En el *Anejo n° 3* de esta memoria se incluye un estudio de población, basado en el Planeamiento Urbanístico vigente de cada uno de los municipios, y en las conversaciones mantenidas con los distintos ayuntamientos.

Como resumen de los datos del estudio, se tienen las siguientes poblaciones:

Municipio	Actual	Población (15 años)
Villaluenga	3.523,00	8.300,00
Yuncler	3.048,00	10.375,00
Cobeja	2.285,00	8.188,00
Pantoja	3.430,00	17.575,00
Alameda	3.276,00	15.562,00
TOTAL	15.562,00	60.000,00

2.3.- Caudales

Los caudales generados por cada uno de los municipios se determinan aplicando una dotación de vertido de 200 l/hab/d, son:

Municipio	Q _m actual (m ³ /d)	Q _m 15 años (m ³ /d)
Villaluenga	705	1.660,00
Yuncler	610	2.075,00
Cobeja	457	1.637,60
Pantoja	686	3.515,00
Alameda	656	3.112,40
TOTAL	3.114	12.000,00

En el *Pliego de Bases* se determina un caudal de diseño de la EDAR de 12.000 m³/d, para una población equivalente de 60.000 habitantes. Además, se han realizado diferentes estudios de aforo, carga contaminantes y comprobación del consumo de cada uno de los municipios anteriormente descritos. Por ello, y viendo la discrepancia que existe entre los datos obtenidos (aforos, consumo de agua, datos de Ayuntamientos, cargas contaminantes...) se opta por cumplir con las exigencias del proyecto base dotando a cada municipio con una población futura de 12.000 habitantes equivalentes y un caudal de 2400 m³/día (resultados que se ajustan más a la realidad existente a día de hoy). Esto se resume en la siguiente tabla:

Municipio	P. ACTUAL	P. A 15 AÑOS	Qm/15AÑOS (m ³ /día)
Villaluenga	3.523,00	12.000,00	2.400,00
Yuncler	3.048,00	12.000,00	2.400,00
Cobeja	2.285,00	12.000,00	2.400,00
Pantoja	3.430,00	12.000,00	2.400,00
Alameda	3.276,00	12.000,00	2.400,00
TOTAL	15.562,00	60.000,00	12.000,00

Un estudio más detallado de la población puede verse en el anejo de diseño de los colectores

Para el dimensionamiento de la EDAR se ha tenido en cuenta, los siguientes caudales:

Caudal medio de 12.000 m³/d (q_m).

Caudal máximo pretratamiento 2.500 m³/h (5 q_m)

Caudal máximo a biológico 1.000 m³/h (2 q_m)

2.4.- Contaminación

Las cargas contaminantes son las correspondientes a la población de diseño de la Edar 60.000 h-e, aplicando las dotaciones de contaminación iniciales corregidas con los datos de la campaña de 2008.

Parámetro	Dotación (g/h-e/d)	Carga (kg/d)
DBO ₅	60	3.600
SS	75	4.500
NTK	15	900
P	4	240

Las concentraciones de llegada a la EDAR, correspondientes al caudal de diseño de 12.000 m³/d, son las siguientes:

Parámetro	Concentración mg/l
DBO ₅	300
SS	375
NTK	75
P	20

2.5.- Objetivos de calidad

Las características del agua tratada y del fango son las marcadas en el *Pliego de Bases*:

Agua tratada

DBO ₅	25 mg/l
SS ▣.....	35 mg/l
N-total ▣.....	15 mg/l
P ▣.....	2 mg/l

Fango

Sequedad ▣.....	25 %
Estabilidad ▣.....	40 %

3.- ENTORNO DE LAS OBRAS

3.1.- Topografía

La orografía de la zona en estudio es muy suave, con formaciones alomadas inferiores al 5%. Esta orografía genera cursos de agua con pendientes inferiores al 5‰.

Las obras de colectores, siguen de forma más o menos rigurosa, el curso de los arroyos, y por tanto las pendientes longitudinales de los colectores son en numerosos casos iguales o inferiores al 5‰.

La parcela de la Edar se encuentra situada junto al cauce del arroyo del Guatén con una topografía muy plana, y ligeramente alomada en su extremo sur.

3.2.- Geología y geotecnia

En el *Anejo n° 6* de esta memoria se recoge el *Informe Geotécnico inicial* realizado para este Proyecto. A continuación se recogen los aspectos más significativos del mismo:

Como formaciones superficiales se diferencian dos tipos:

- Depósitos aluviales en las inmediaciones del cauce del arroyo Guatén y sus afluentes, contruidos por arenas arcillosas y arcillas limosas.
- Terrazas ligadas al arroyo Guatén, compuestas por arenas formadas por granos de cuarzo y feldespato. En la zona tienen su representación en Pantoja y al oeste del casco urbano de Alameda de la Sagra.

Como características geotécnicas para cada una de las zonas del proyecto se tiene:

Villaluenga de la Sagra

La zona por donde discurre el emisario se puede considerar con buena estabilidad y condiciones constructivas favorables, siendo los únicos problemas que pueden aparecer de tipo geomorfológico y geotécnico (pequeños desmoronamientos).

Sus características geotécnicas serán de tipo medio, tanto en cuanto a la capacidad de carga como a la magnitud de los asentamientos.

Yuncler y Cobeja

Toda la traza del emisario se encuentra en terreno de buena estabilidad y las condiciones constructivas de la zona son aceptables, pudiendo presentarse problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico, asociados a por una parte a un alto nivel freático que puede producir pequeños desmoronamientos y arrastre de materiales, y por otra con unas condiciones mecánicas de tipo medio, tanto relativas a la capacidad de carga como a la magnitud de los asentamientos.

Pantoja

La traza del emisario, a medida que se aleja del cauce del arroyo Cansarinos, presenta menos problemas relacionados con el nivel freático.

Alameda de la Sagra

En este caso debe diferenciarse entre la primera parte de la traza del emisario y el resto, incluido el emplazamiento de la Estación de Bombeo.

En cuanto a la traza del colector emisario, la parte más próxima al casco urbano queda dentro de una zona, cuyas condiciones constructivas deben considerarse muy desfavorables, con posibles problemas de tipo litológico, geomorfológico y geotéc-

nico, asociados a la presencia de yesos, muy solubles en agua y que pueden acarrear aparición de oquedades en el subsuelo que pueden colapsar al verse sometidas a cargas, y además resultan altamente agresivas frente a los aglomerados hidráulicos ordinarios.

Una consideración importante, tanto para la ejecución de zanjas, como para las obras civiles de la EDAR, es el alto nivel freático, y los niveles de avenidas del arroyo Guatén.

3.3.- Ubicación de la Edar

La Edar se sitúa a unos 2,5 km al sur del casco urbano de Cobeja, con acceso desde el *Camino alto de la Dehesa* por el borde suroeste, y linda con el arroyo Guatén en su borde noreste.

La parcela ocupa dos parcelas del polígono 4 de Cobeja con los siguientes datos:

Polígono	Parcela	Subparcelas	Cultivo	Superficie
4	619	8	CR labor o labradío regadío	1,534 ha
4	620	0	CR labor o labradío regadío	1,126 ha

3.4.- Conexiones externas de la EDAR

Camino de acceso

El camino de acceso se realiza por el *Camino Alto de la Dehesa*, el cual se encuentra sin pavimentar, desde su confluencia con el Camino de Magán.

La longitud pavimentada es de 900 m, con un ancho de 5,00 m y paquete de firme de 25 cm de zahorra artificial y 5 cm de mezcla bituminosa en caliente.

Agua potable

La acometida de agua potable se realiza desde el casco urbano de Cobeja, siguiendo el trazado del colector. Esta se realiza mediante tubería PEAD DN-90 PN-10, con una longitud de 2.550,00 m.

Energía eléctrica

La energía eléctrica se toma en media tensión desde una línea situada junto al acceso a la parcela. La acometida se realiza mediante línea subterránea en media tensión hasta el centro de transformación.

4.- PROPUESTA

4.1.- Emisarios

La red de emisarios que recoge y transporta los efluentes de todos los municipios a la Edar consta de 9 emisarios cuya planta general se adjunta, y cuya denominación es:

- Emisario Villaluenga de la Sagra
- Emisario Yuncler
- Emisario Villaluenga-Yuncler
- Emisario Pantoja Este
- Emisario Pantoja Oeste
- Emisario Pantoja
- Emisario Alameda de la Sagra
- Emisario Pantoja -Alameda
- Emisario Edar

Las mejoras sustanciales respecto a la propuesta básica (Pliego de Bases) han sido:

- a) Se han suprimido los bombeos para los emisarios *Alameda* y *Pantoja Este*, y se han sustituido por una solución por gravedad con mayor longitud de colectores.

-
- b) Se ha suprimido el bombeo de Pantoja Oeste utilizando el recorrido que por gravedad y junto al *arroyo Cansarinos* permite conectar con el Emisario de *Pantoja Este* cruzando el arroyo Guatén.
 - c) No se ejecuta la conexión de Cobeja Oeste con el emisario *Villaluenga-Yuncler*, que cruza el arroyo *Desagüe de la Fuente de San Pedro*, porque está ya ejecutado.
 - d) La rasante inicial del Emisario Edar es baja para cruzar el arroyo *Desagüe de la Fuente de San Pedro*. Es necesario bajar la rasante y alcanzar en este caso profundidades medias de 5,00 m, y localmente superiores.
 - e) Los cruces de los Emisarios *Villaluenga* y *Yuncler* con el arroyo Toceñaque, son menos importantes y la repercusión en la profundidad del colector es menor.
 - f) Se han colocado aliviaderos en cabecera de los emisarios *Villaluenga* de la Sagra, *Yuncler*, *Edar*, *Pantoja* (2), *Alameda de la Sagra* (2), porque el caudal total de llegada es menor, y porque se mantiene la dilución agua residual – pluvial en todo el sistema de saneamiento.
 - g) Se ha prolongado el tramo 1 del Emisario *Pantoja Oeste* para que comience en el punto de vertido final del saneamiento municipal

FIGURA 1: SISTEMA CONJUNTO DE SANEAMIENTO

4.2.- Depuradora

Se ha diseñado una depuradora con un tratamiento biológico en baja carga (aeración prolongada) para la eliminación del carbono, nitrógeno y fósforo por precipitación simultánea por vía química y estabilización del fango. El tratamiento adoptado es el *BIOCOS*.

Los parámetros de diseño en cuanto a carga y caudales son los mencionados en el *apartado 2*.

Las mejoras realizadas respecto a la solución del *Proyecto Base* son las siguientes:

- Cubrición mediante edificio del conjunto del pozo de gruesos, bombeo, desbaste y tamizado y los residuos del desarenado-desengrasado
- Desodorización del edificio de proceso mediante carbón activo
- Reunificación de los residuos en un único punto
- Se permite el incremento de fangos que produce la eliminación de fangos por precipitación química.

Además de estas mejoras se han cuidado diferentes aspectos referentes a la durabilidad de las instalaciones:

- Los hormigones son HA-30, por criterios de durabilidad según se especifica en la EHE pues se trata de ambiente Ha + Qb.
- Se ha elevado la explanación a la cota 488,80 m, elevando la planta 2,00 m respecto al nivel actual, para asegurar la instalación frente a las avenidas de 500 años, según se justifica en el Anejo nº 7.- *Estudio hidrológico*.
- Se ha diseñado una red de seguridad para avenidas (aumento del nivel freático), que permite el llenado de los elementos vacíos cuando hay riesgo de flotación.
- Se han proyectado los elementos metálicos de calderería, rejas, compuertas, tubos no enterrados y puentes, en calidad AISI.

5.- EMISARIOS. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

La tramificación de los emisarios es:

- Emisario *Villaluenga de la Sagra*
- Emisario *Yuncler*
- Emisario *Villaluenga – Yuncler*
- Emisario *Pantoja Oeste*
- Emisario *Pantoja Este*
- Emisario *Pantoja*
- Emisario *Alameda de la Sagra*
- Emisario *Pantoja – Alameda*
- Emisario *Edar*

En la *figura 1* se ha incluido la situación de cada elemento

Los emisarios se han diseñado para la previsión de crecimiento en 15 años, y con una dotación de 200 l/h/d, y un caudal total en periodo de lluvias de 10 q_m, siendo q_m el caudal medio seco.

5.1.- Emisario Villaluenga de la Sagra

La conexión se inicia con un colector de hormigón armado de Ø 1200 y una longitud total de 65,5 m lineales, posterior existe un total una longitud de 1574 m, arranca el punto donde se ha previsto la conexión con el emisario actual, junto a la actual Estación Depuradora de Aguas Residuales de Villaluenga, y discurre paralelo a un cauce artificial de tierra que sirve de desagüe a la citada población, por su margen derecha.

El primer tramo, de 65,5 m, está constituido por tubería de hormigón de Ø 1.200 mm, en previsión de que éste sea ampliado en un futuro más o menos próximo para dotarle de suficiente capacidad para evacuar las aguas de lluvia del casco urbano.

Al final de este primer tramo se localiza el aliviadero de pluviales. El tipo de aliviadero proyectado es de orificio sumergido, de forma que a medida que accede mayor cantidad de agua, la altura sobre el orificio va aumentando y con ella la velocidad de salida y por tanto el caudal de salida, definiendo la altura del labio del

aliviadero de aguas de lluvia de forma que cuando empiece a verter agua por el orificio salga exactamente 10 q_m.

El labio del aliviadero tiene una longitud considerable de forma que puede evacuar todo el caudal de aguas de lluvia previsto con una carga sobre el vertedero de apenas 30 cm, y una altura del labio suficiente para que la variación de caudal que pase por el orificio debido a la mayor altura sea aceptable, apenas un 20% más de la teórica.

Para que el orificio de salida no se vea afectado por los sólidos de gran tamaño que sin duda accederán al aliviadero se dispone una reja metálica de limpieza manual en la que quedarán retenidos todos los sólidos mayores de 5 cm, y para prever los posibles atascamientos de esa reja se ha diseñado un vertedero lateral que permitirá el vertido directo al cauce de todo el caudal de agua que pueda acceder al aliviadero.

Aguas abajo del aliviadero de pluviales la tubería pasa a ser de Ø 500 de PVC estructurado.

El emisario termina en el punto de reunión con el procedente de Yuncler, que se describe en el apartado siguiente.

En todos los quiebros y como máximo a una distancia de 70 m se han intercalado los correspondientes pozos de registro, de base de hormigón y dotados de fuste de anillos prefabricados de hormigón para su acceso.

La pendiente varía entre el 4,3 ‰ y el 7,4‰.

5.2.- Emisario Yuncler

La conexión se inicia con un colector de hormigón armado de Ø 1200 y una longitud total de 54,23 m lineales, posterior existe un total de 1.459 m, incorpora un aliviadero al principio; la tubería es Ø 500 de PVC estructurado.

El colector se inicia en el polígono industrial, y corresponde al ayuntamiento la conexión del antiguo punto de vertido con éste.

Hacia el final del tramo se atraviesa la carretera TO-4511-V Villaluenga-Cobeja, mediante hincas de 32,6 m, en tubería de Ø 800 mayor que el colector, para

absorber los posibles errores de pendiente que se produzcan durante el proceso de la hinca. En el tramo hincado el material es de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con junta soldada. A lo largo del recorrido este colector cruza en una ocasión a la zona inundable del arroyo Toceñaque, una al inicio del recorrido. Se mantiene el criterio de diseño para pozos de registro

La pendiente varía entre 4,2‰ y el 1,12 %.

5.3.- Emisario Villaluenga – Yuncler

Con una longitud de 3.031 m, termina en la confluencia con el *Emisario Edar*. La conducción es de Ø 800 de PVC estructurado.

Hacia el final del tramo se atraviesa el camino, mediante una hinca de 40 m, en tubería de Ø 800 mayor que el colector, para absorber los posibles errores de pendiente que se produzcan durante el proceso de la hinca. En el tramo hincado el material es de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV), con junta soldada. Al inicio del colector se produce un cruce con el arroyo Toceñaque.

Se mantiene el criterio de diseño de los pozos de registro de los restantes emisarios.

La pendiente varía entre el 4,15‰ y el 1,12 %.

5.4.- Emisario Pantoja Oeste

Es uno de los emisarios que se ha modificado en este Proyecto al eliminar el bombeo, y sustituirlo por un emisario de gravedad modificando el trazado.

El casco urbano de Pantoja se localiza en punto alto de divisoria de aguas, por lo que dispone de dos puntos de vertido de aguas residuales, uno hacia el Oeste, sobre el que vierte la mayor parte del casco urbano y que va a parar al Arroyo Cansarinos, y otro hacia el Este, directamente sobre el cauce del Arroyo Guatén, al que accede una parte muy pequeña del casco urbano y en un futuro próximo una ampliación prevista del mismo. En este apartado se describe el vertido oeste.

El tramo tiene 2535 m y se inicia en el punto donde actualmente se produce el vertido de la zona oeste de Pantoja, a partir del cual discurre a cielo abierto hasta

alcanzar el cauce del Arroyo Cansarinos; ahí se coloca un aliviadero y el emisario continúa por la margen izquierda del arroyo hasta llegar a la confluencia con el arroyo Guatén, donde finaliza tras atravesar el arroyo, para unirse al *Emisario Pantoja Este*.

Existe una hinca con la carretera TO-4511-V con una longitud total de 40 m lineales y un diámetro de Ø 800.

La pendiente oscila entre el 3‰ y el 1,17%, y se mantiene el criterio de emplazamiento de los pozos de registro, cuyas dimensiones están adaptadas a la sección tipo del colector.

5.5.- Emisario Pantoja Este

Tiene una longitud de 2.830 m y es de Ø 400, se inicia en el vertido al arroyo Guatén de la red de saneamiento municipal por la margen derecha en donde se emplaza un aliviadero idéntico al de *Emisario Villaluenga de la Sagra*, y después de cruzar el arroyo discurre por la margen izquierda hasta una zona industrial situada junto a la CM-4004 Pantoja Alameda, produciéndose el cruce mediante hincas de Ø 800.

Al final se produce la confluencia con el *Emisario Pantoja Oeste* y la pendiente varía entre el 3‰ y 1,17%.

5.6.- Emisario Pantoja

Tiene 846 m y es de Ø 600 de PVC estructurado y finaliza en la unión con el *Emisario Alameda de La Sagra*. La pendiente es del 3‰, y se han mantenido los criterios tipo para el emplazamiento de los pozos de registro.

5.7.- Emisario Alameda de la Sagra

Está constituido por 2 tramos diferenciados ya que el primero incorpora un vertido al emisario municipal existente.

Tramo 1 Inicio

Es un tramo de Ø 500 en tubería de PVC corrugado de 730,0 m que inicia en el vertido noroeste de Alameda y finaliza en el emisario secundario del saneamiento municipal. Al principio se coloca un aliviadero de control de caudal. Cruza la CM-4004 mediante una hincia Ø 800 en cuyo interior se coloca la tubería Ø 500 en PRFV y una longitud de 30 metros.

Tramo 2.- Confluencia con colector principal

Con una longitud de 3.281,7 m, arranca en el punto donde recoge al emisario secundario del saneamiento municipal de Alameda de la Sagra. Al inicio se ha colocado un aliviadero para controlar el caudal.

La conducción es Ø 500 PVC corrugado, y cruza el AVE mediante hincia de 75 m con una tubería de Ø 800. En su interior se coloca una tubería de PRFV con unión soldada y durante todo el recorrido el emisario discurre paralelo a la traza de un camino agrícola.

El emisario termina en el entronque con el *Emisario Pantoja*, junto al arroyo de la zona.

5.8.- Emisario Pantoja –Alameda

El trazado se ha modificado respecto del Proyecto del Concurso porque se ha eliminado el bombeo, y se ha diseñado un trazado por gravedad.

Tiene una longitud de 1.535 m y es de Ø 800 de PVC corrugado. La pendiente es del 3‰.

Se mantiene los criterios para el emplazamiento de pozos de registro.

En la parte final del trazado cruza el arroyo Guatén, y finaliza en el entronque con el *Emisario Edar*.

5.9.- Emisario Edar

Está constituido por un tramo único de 2.753 m de Ø 1000 de PVC estructurado con una pendiente constante del 3%. Al inicio se cruza el arroyo *Desagüe de la Fuente de San Pedro*, para lo que necesita bajar la rasante, y como la pendiente natural del terreno es prácticamente la del colector, la cota roja del emisario se mantiene siempre por encima de 4,50 m, y en algunos tramos muy concretos alcanza los 8,70 m. Al inicio del tramo se colocarán 196,95 m de una tubería de Ø 800 mm para cruzar el arroyo a la salida del municipio de Cobeja y llegar a la conexión con el pozo de registro existente a petición del ayuntamiento de Cobeja. En presupuesto este tramo inicial está denominado como colector Cobeja Este.

Se mantiene el criterio de localización de pozos de registro, y las dimensiones adecuadas al diámetro del colector.

5.10.- Obras singulares

Las obras singulares que se contemplan en este conjunto de emisarios, son:

- Pasos de carretera
- Cruces de arroyos
- Aliviaderos

No se contemplan estaciones de bombeo ni impulsiones porque todo el diseño de la red es por gravedad hasta la estación depuradora.

Pasos de carretera

En los pasos de carretera se han diseñado mediante tramos hincados, que se ejecutan en tubería de chapa de Ø 800 al objeto de colocar posteriormente por su interior el colector que es de menor diámetro y con la rasante adecuada.

Los pasos de hinca contemplados en este proyecto son:

Emisario	Diámetro tubería	Diámetro hinca	Longitud
Yuncler	Ø 500	Ø 800	40,0
Villaluenga – Yuncler	Ø 800	Ø 800	40,0
Pantoja Este	Ø 400	Ø 800	84,4

Pantoja Oeste	Ø 500	Ø 800	40,0
Alameda de la Sagra (1)	Ø 500	Ø 800	30,1
Alameda de la Sagra (2)	Ø 500	Ø 800	75,0

Pasos de vaguada

En los pagos de vaguada es necesario proteger la tubería con una zanja hormigonada hasta por lo menos el diámetro de la tubería por encima de la clave. Los pasos que se contemplan son:

Emisario	Cauce
Villaluenga de la Sagra	Zanja Toceñaque
Yuncler	Arroyo Toceñaque
Pantoja Este	Guatén
Pantoja Oeste	Guatén
Pantoja – Alameda	Guatén Edar
Edar	Desagüe Fuente de San Pedro

Aliviaderos

Los aliviaderos que se contemplan en este proyecto son en general la cabecera de toda la red siendo los siguientes:

- Villaluenga de la Sagra
- Yuncler
- Pantoja Oeste
- Pantoja Este
- Alameda de la Sagra (2)
- Edar

Existe una conexión de Cobeja con el Emisario Villaluenga-Yuncler que no necesita aliviadero.

Demolición y Reposición de Servicios

Existen cuatro actuaciones principales a lo largo del proyecto en cuanto a demolición y reposición de servicios. Estos corresponden a:

- Camino a EDAR.- Será necesaria la demolición de 1344 m² de camino existente y una reposición en la que se utilizarán 1650 m³ de Zahorra artificial y Suelo seleccionado y un doble tratamiento superficial con un total de 6600 m²
- Villaluenga-Yuncler-Cobeja.- Este colector discurre en parte de su trazado por zona urbana. Por ello, será necesaria la demolición de 2900 m² del firme existen en las proximidades del Parque Municipal. Posteriormente, se procederá a la reposición con 1250 m³ de suelo seleccionado y zahorra artificial. Además, será necesaria la reposición de los elementos urbanos afectados a lo largo de este recorrido así como de la afección al Parque Municipal.
- Pantoja.- Al igual que en los dos casos anteriores será necesaria la demolición del firme existe con un total de 864 m² afectados. Se utilizarán en la reposición 50 m³ de Suelo seleccionado y zahorra artificial. Además, se tendrá en cuenta una partida para la protección de la línea de gas.
- Alameda de la Sagra.- Para este caso se utilizará una reposición consistente en 67,50 m³ de Suelo seleccionado y 77,50 m³ de Zahorra Artificial.

6.- EDAR. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN

El sistema de depuración adoptado es un tratamiento biológico en baja carga (aeración prolongada u oxidación total), donde se realiza la oxidación de la materia orgánica, nitrificación, desnitrificación y estabilización del fango, todo ello de mane-

ra conjunta. La eliminación del fósforo se realiza por vía química añadiendo cloruro férrico al reactor biológico.

En el Anejo nº 1.-*Cálculos funcionales*, se describen y calculan los parámetros de cada uno de los elementos.

Los elementos que componen el proceso son los siguientes:

Línea de agua

- Pozo de gruesos y bombeo de agua bruta
- Desbaste y tamizado
- Desarenador-desengrasador
- Tanque de tormentas
- Medida y regulación del caudal
- Reactor *BIOCOS*

Línea de fangos

- Bombeo de fangos en exceso
- Espesor de fangos
- Deshidratación
- Almacenamiento fango deshidratado

6.1.- Línea de agua

Pozo de gruesos y bombeo de agua bruta

El pozo de gruesos se localiza a la llegada del colector para un tiempo de retención de 2 minutos a q_{med} . Éste tiene unas dimensiones en planta de 3,30 x 4,10 m², con una altura de agua 2,30 para el q_{max} .

Está equipado con una cuchara anfibia de 250 l, comandada desde polipasto eléctrico. Los residuos extraídos se envían a contenedor.

En el aliviadero se inicia una tubería Ø 1200 de by-pass general que vierte directamente al arroyo Guatén. La alimentación de ésta es por un vertedero situado en el pozo de gruesos que permite desaguar la avenida de 10 años y asegura la continuidad del flujo de los colectores para este caudal.

El pozo de gruesos comunica directamente con la cámara de bombeo. En la ventana de comunicación se dispone una reja de protección de las bombas de 100 mm de paso que se ejecuta con perfiles tipo carril, y la limpieza es con un peine incorporado a la cuchara anfibia.

El bombeo se ha diseñado con dos tipos de grupos motobomba; dos grupos mayores de 1.250 m³/h y tres menores de 417 m³/h. Con esta disposición se pueden tratar los caudales de pluviales de hasta 2.500 m³/h y mantener un equipo de reserva, y además se pueden bombear los caudales más pequeños que llegan en tiempo seco, y mientras la población es inferior a la de diseño (60.000 h-e). Además se ha colocado un variador de frecuencia en los grupos menores para ajustar el caudal bombeado al recibido por el emisario.

Desbaste y tamizado

La descarga del bombeo se materializa en una cámara previa a los tres canales de desbaste. En esta cámara se ha dispuesto un aliviadero de seguridad comunicado con el pozo de bombeo.

Dos canales son automáticos y constan de una reja de finos de limpieza automática de 15 mm de paso, y un tamiz canal de 3 mm de paso, dimensionado para un caudal máximo de 1.250 m³/h. El tercer canal es de by-pass y se instala una reja de 15 mm de paso de limpieza manual. Todos los canales se aíslan con 2 compuertas por línea.

El residuo del desbaste tamizado se recoge mediante tornillo transportador-compactador enviándolo a un contenedor de recogida. Todo el conjunto se integra en el edificio de proceso.

Desarenador-desengrasador

Se han diseñado 2 líneas de desarenado-desengrasado. Éstas tienen un ancho total unitario de 4,00 m y una longitud de 20,00 m. La altura de agua total es de 4,10 m. Con estas dimensiones se tienen unos tiempos de retención de 40,3 minutos q_{med} y de 20,2 minutos a q_{max} .

La agitación y aireación necesaria, se realiza mediante turbinas de aire tipo *aeroflats*, instalando 4 unidades de 1,5 kW por tanque, resultando una potencia específica de agitación de 24 W/m³.

Las arenas se extraen mediante bomba de 15 m³/h hasta un canal lateral común y desde éste y por gravedad se envían a un separador de tornillo, y de éste a su vez el producto sólido a un contenedor.

Las grasas son arrastradas por un barredor superficial hasta un canal de grasas de donde se extraen mediante un vertedero motorizado. Después un canal de recogida las conduce hasta el separador concentrándolos como flotante y arrastrándolo a un contenedor. El paso de las grasas al canal de recogida se realiza mediante un vertedero de regulación 0-250 mm accionado por un interruptor de proximidad del puente.

El desarenador se localiza junto al edificio industrial, alojando en su interior los equipos de concentración de grasas y los de separación de arenas, así como los respectivos contenedores. La salida del agua tratada es por vertedero hacia la regulación del caudal.

Medida y regulación de caudal

La medida y regulación de caudal está localizada al final del desarenador; pues el caudal máximo admisible en el tratamiento biológico es de 1000 m³/h. La regulación se lleva a cabo mediante medidor electromagnético en tubería Ø 600, asociado a una compuerta motorizada con posicionador. Ésta provoca la pérdida de carga necesaria para que la lámina de aguas arriba aumente y se realice el vertido del caudal sobrante por el aliviadero de seguridad que comunica con el tanque de tormentas.

Tanque de tormentas

Se dispone un tanque de tormentas diseñado para poder almacenar el exceso de caudal que se produce entre el máximo de llegada a la planta 5 q_m y el máximo de entrada a biológico 2 q_m , durante un periodo de 1 hora. Esto permite almacenar el primer flujo de agua que es el más contaminado pues recoge el arrastre de los sedimentos que suelen tener los colectores tras un periodo sin lluvias.

El tanque se concibe como un decantador sin recogida de flotantes. Tiene un volumen de 1.505 m^3 con $\varnothing 25,00$ y una altura de agua cilíndrica de $2,65 \text{ m}$. La salida de agua se realiza por un vertedero perimetral el cual funciona como aliviadero de seguridad conectado con el by-pass general.

La llegada de agua al tanque se realiza mediante una tubería $\varnothing 700$, capaz de realizar el by-pass de tratamiento biológico, y recibir todo el caudal de pretratamiento ($2.500 \text{ m}^3/\text{h}$), con objeto de poder realizar una decantación primaria previa al vertido al río, o de acumular una punta de tormentas.

El tanque va equipado con un puente radial con rasqueta de fondo para arrastre de sólidos decantados hacia poceta central donde se realiza la extracción del agua almacenada.

El retorno al proceso del agua almacenada se realiza mediante tubería $\varnothing 350$, aislada con válvula hacia una arqueta de bombeo donde se instalan $1 + 1$ bombas sumergibles de retorno a tratamiento. Estas bombas se diseñan para $500 \text{ m}^3/\text{h}$ a una altura de $3,00 \text{ m}$, bombeando a la cámara de salida del desarenador inmediata a la regulación de caudal. En la impulsión se instala un medidor de caudal para controlar el caudal de retorno.

Reactor biológico

El reactor biológico adoptado para esta planta es el del sistema patentado *BIOCOS*, y más que un reactor se puede considerar como un tratamiento biológico completo, ya que en el recinto que se explica a continuación, entra el agua bruta para iniciar el tratamiento de eliminación de la contaminación por medios aerobios, y sale ya el agua decantada con un nivel de contaminación semejante a la que produce un tratamiento biológico convencional.

El sistema *BIOCOS* no es un tratamiento biológico continuo, sino que pertenece a los tratamientos biológicos discontinuos, y dentro de ellos se puede clasificar como

secuencial, pues en todo momento se produce la entrada del agua bruta, y la salida del efluente depurado, y además el nivel de agua es prácticamente constante en el reactor.

El sistema propuesto tiene dos líneas independientes, y con objeto de describir el funcionamiento se analiza un reactor genérico de una línea; consta de tres recintos: uno de ellos es el reactor aerobio (*b*), y los otros dos son iguales y constituyen los reactores anóxicos-anaerobios-decantadores (*su*).

El reactor *b* está siempre en funcionamiento y aporta el oxígeno necesario para la degradación biológica de manera que todo él es capaz de suministrar el aire que precisa el sistema. Los dos reactores *su* se complementan en una secuencia establecida de 150 m (2,5 h) de manera que cuando uno de los *su* está funcionando como decantador, el otro está funcionando básicamente como reactor anóxico-anaerobio, con pequeños ciclos de recirculación y agitación. De esta forma se consigue un funcionamiento continuo en la salida del agua tratada, una eliminación de los nitratos en parte de manera anóxica y en parte de manera endógena, y una recirculación del reactor *su* al *b*, con objeto de controlar la concentración de fangos en el reactor.

Funcionamiento secuencial: Al objeto de describir con mayor precisión el funcionamiento de este reactor se han dibujado los siguientes esquemas gráficos que representan la situación de cada uno de los tres elementos, reactor (*b*), y los dos reactores (*su*) en la que se indica la situación de cada uno de los recintos para un ciclo que se repite cada 150 m y que se adjunta en la página siguiente.

FIGURA 2.- FUNCIONAMIENTO SECUENCIAL

Dimensiones: la altura de agua de este recinto es de 6,00 m y las dimensiones en planta son:

Reactor (*b*): 34,80 x 26,80 m² con un volumen de 5.596 m³ y 2 ud.

Reactor (*su*): 20,2 x 17,20 m² con un volumen de 2.084 m³, y 4 ud

Aireación: El recinto de aireación tiene para cada una de las dos líneas unas dimensiones interiores de 26,80 x 34,80 m² y está todo él cubierto por cuatro parrillas de 400 difusores cada una que cubren toda la superficie y además de insuflar aire producen la agitación del medio. Cada parrilla está formada por 20 filas, teniendo cada una de ellas 20 difusores y siendo la separación 0,87 m, entre líneas de difusores, y de 0,65 m entre cada dos difusores por cada línea.

Reactores su: Cada uno de los cuatro recintos *su* tiene unas dimensiones de 17,20 x 20,20 m² y en su interior y en el fondo se dispone unas placas deflectoras para canalizar el circuito de recirculación de fangos cuya duración por cada ciclo de 150 min es de 20 min . Este circuito es perimetral y confluye en una arqueta donde se localiza un eyector de aire, que utiliza como recurso energético el aire producido por las soplantes, el caudal recirculado que pasa al reactor *b*. Además del circuito de recirculación se disponen unas tuberías de acero inoxidable en Ø 125 cuyo objeto es producir la agitación del manto de fangos existente durante 10 min por cada ciclo repartidos entre los dos recintos y que tiene por objeto agitar el manto de fangos para producir una homogeneización en el mismo y acelerar los procesos de desnitrificación y decantación.

Los recintos *su* tienen una fase del ciclo que llega hasta los 75 m (50% de duración del ciclo) en el cual funcionan como decantador. El agua se filtra a través del manto de fangos favoreciendo la eficacia de la decantación, y la salida es por tubería colectora con 30 tomas individuales por cada recinto. Esta tubería colectora y tomas se asocian a una válvula eléctrica de salida que es la que regula el funcionamiento del ciclo, y disponen en la aspiración de unas válvulas de bolas que obturan la salida cuando la válvula se cierra y que permiten el paso del agua a válvula abierta.

En cada uno de los recintos *su* también se coloca una bomba para purgar los fangos y llevarlos al espesador.

Producción de aire: Las necesidades de aire de este sistema son las específicas para la aireación a las que hay que incrementar un 20% por los consumos puntuales que se producen en la recirculación y en la agitación de los reactores *su*. Esto se traduce en unas necesidades totales de 8.431,50 Sm³/h que se aportan me-

diente 3 soplantes (una de reserva) de 4.730 nm³/h. La distribución de aire es independiente para cada una de las dos líneas y se inicia en una tubería en Ø 300 que después de bajar por las dos primeras parrillas baja a Ø 250 y en la última parrilla pasa a Ø 200 que es el mínimo necesario para alimentar el circuito de agitación de los reactores *su* y la recirculación de fangos.

Cada una de las parrillas se dimensiona con una bajante en Ø 175, y cada uno de los sistemas de recirculación requiere una bajante en Ø 125, el mismo diámetro que requiere el circuito de agitación.

En total se han colocado 8 parrillas con 400 difusores cada una lo que da un conjunto de 3.200 difusores cuya carga máxima de trabajo es de 3 m³/h lo que permite una larga vida para cada uno de estos elementos; el difusor es de Ø. 270 y el caudal medio es de 2,33 m³ /h.

Eliminación de fósforo por vía química Con objeto de realizar la eliminación de fósforo, se ha diseñado una instalación de cloruro férrico (Cl₃Fe). La instalación permite la eliminación del fósforo por vía química de forma completa. El tanque de almacenamiento del reactivo se ha situado junto al reactor biológico dentro de un cubeto de seguridad, donde se ha dispuesto la bomba de trasiego y las tres dosificadoras.

El depósito de almacenamiento es de 20 m³ en PRFV de Ø 2,50 m. Se dosifica con 2 + 1 bombas dosificadoras (una por línea) de 300 l/h.

Arqueta de presentación Se trata de una arqueta de 4,5 x 2,5 de dimensiones interiores en las cuales se ha preparado un vertedero cuya superficie se remata con plaqueta de gres azul de 2 x 2 cm². Previo a este vertedero existe una arqueta de la cual se toma el agua tratada para los usos industriales para lo que se ha dispuesto una arqueta de 2,50 x 2,50 m² de dimensiones en planta y 3,25 m de altura. En la placa superior de esta arqueta se localiza el grupo de presión y un pequeño grupo para desinfección del agua tratada con hipoclorito sódico del agua tratada.

De esta arqueta de presentación el agua sale ya al cauce.

6.2.- Línea de fangos

Este bombeo de fangos se realiza desde cada uno de los 4 recintos *su* descritos en el apartado anterior. Cada uno de los grupos es de 50 m³/h. Estos se interconexio-

nan en una única impulsión Ø 150 al espesador. La purga de fangos se diseña con un tiempo de 4,0 h.

Espesado del fango

El espesado del fango se ha diseñado con 1 espesador por gravedad, este es de Ø 13,00 m, y 4,10 m de altura cilíndrica total. La solera tiene una pendiente hacia el centro del espesador (0,55 m), donde se encuentra un tronco de cono central desde donde se extrae el fango espesado con una concentración de cálculo del 3%. La purga de fangos se realiza mediante tubería independiente hasta el bombeo de fangos a deshidratación.

La parte superior de los espesadores se cubre mediante una cubierta de poliéster donde en la parte central se sitúa una pasarela desde la cual se sustenta la cubierta y la cabeza de giro del puente espesador. En el interior del espesador se realizan unas purgas intermedias y un aliviadero de agua sobrenadante, esta se envía a la red de vaciados.

En la cubrición se instala una toma de aire para su desodorización posterior.

Bombeo de fangos espesados

Este bombeo se realiza mediante 2 + 1 bombas de tornillo helicoidal de caudal máximo 12,0 m³/h, regulable a un mínimo de 4 m³/h. El caudal se regula con un variador de frecuencia.

Las bombas se interconexionan entre sí y con la tubería de aspiración; la impulsión conduce el fango directamente a las centrífugas.

Deshidratación de fangos

Este proceso se realiza mediante 2 centrífugas de 12 m³/h de capacidad, diseñadas para trabajar 40 horas semanales.

El fango se acondiciona con polielectrolito, se ha diseñado una instalación para 5,00 kg/t MS y con una capacidad máxima de dosificación de 978 l/h con 2 + 1 bombas de tornillo helicoidal de 750 l/h (2 + 1) ud. La preparación del poli se realiza en continuo a partir del producto en polvo, mediante equipo automático de 2.500 l.

Este proceso, acondicionando el fango mediante polielectrolito, garantiza tener un producto de salida con una sequedad igual o superior al 22%.

La salida de la torta deshidratada se realiza directamente a una bomba especial de fangos deshidratados situada bajo cada centrífuga (2 en total). Estas bombas tienen capacidad de bombeo regulable entre 1-4 m³/h.

Almacenamiento fango deshidratado

El fango deshidratado se almacena en un silo de 70 m³ de capacidad. Este silo se ha situado al exterior junto a la sala de deshidratación, entre el edificio de proceso y el espesador de fangos.

6.3.- Instalaciones complementarias

Olores

Se tratan específicamente los ámbitos internos del pretratamiento, de la deshidratación de fangos, el del silo de fangos y el del espesador. De acuerdo con las condiciones de diseño se ha establecido un criterio de dimensionamiento en base a renovaciones hora, que son 7 en la sala de deshidratación y 5 en las restantes.

Complementariamente al diseño de caudal por número de renovaciones, se ha adoptado otro criterio de relación de los puntos de toma. Se trata de tomar el aire a tratar de los puntos en donde se encuentran los olores.

El sistema de tratamiento de olores, consta de unas tuberías de captación de aire y de un ventilador para impulsar el aire a un tratamiento de contacto mediante carbón activo.

Las tuberías de admisión de aire son de diámetro variable en la sala de deshidratación, ya que llegan hasta cada una de las centrífugas y con tomas para el resto de la sala. El sistema es igual para la sala de pretratamiento, concentrando las tomas en las zonas de desbaste y de almacenamiento de residuos.

En el caso del espesador y del silo de fangos, se tienen tomas independientes.

La capacidad total del sistema es de 6.300 Nm³/h. La torre de carbón activo, es de doble lecho y Ø 2.500 mm, almacenando un total de 2.500 kg de carbón del tipo base bituminosa con impregnación de NaOH.

Agua de servicios

Se ha dispuesto una red de agua de servicios a partir del agua tratada, que llega a todos los edificios industriales y al riesgo de la parcela. Esta parte de un grupo de presión capaz de suministrar 20 m³/h a 10 kg/cm², se filtra mediante cesta filtrante en continuo de 50 µm, y se llega hasta todos los puntos de consumo mediante tubería de PEAD.

Red de vaciados y drenajes

La *red de vaciados y drenajes* permite el vaciado de todos los elementos de la planta, recogen los escurridos y sobrenadantes de todos los procesos, así como baldeos y limpiezas del edificio de proceso y vertidos de saneamiento del edificio de control conduciéndolos hasta el bombeo de cabeza de la EDAR.

Electricidad

El diseño eléctrico está incluido en el *Anejo n° 5* y en el él se justifican las instalaciones adoptadas. El centro de transformación se ha situado junto a las soplantes del reactor., habiéndose adoptado 2 transformadores de 630 kVA, con relación 20.000/380.

La acometida en media tensión se realiza subterránea desde una línea eléctrica aérea de IBERDROLA en media tensión, que discurre junto al acceso a la EDAR.

Se han diseñado 2 *cuadros de control de motores* a lo largo de la planta que son:

Pretratamiento y deshidratación	CCM-1
Producción de aire.....	CCM-2

También se han dispuesto cuadros de alumbrado y fuerza para todos los edificios.

El cuadro general de distribución (CGD) incorpora su propia batería de condensadores de 680 kVA.

También se ha incluido una red de tierras para todos los elementos de la planta, y otra independiente para el neutro de los transformadores.

El alumbrado interior de edificios se ha realizado con equipos fluorescentes y lámpara de VSAP, mientras que el de los viales se diseña con báculos residenciales de 4,00 m.

Instrumentación

El detalle de la instrumentación adoptada está incluido en el *Anejo n° 9*, fundamentalmente está formada por medidores de caudal y medidores transitorios de datos de parámetros de calidad en agua bruta, en tratamiento biológico, etc. Además se incorporan medidores de nivel de depósitos y canales de desbaste para limpieza.

Sistema de control

La justificación del control de planta y de la utilización está incluida en el *Anejo n° 9*. En principio el control proyectado consta básicamente de los siguientes elementos:

- PLC asociados a cuadros de control de motores.
- Conexión en red de todos los PCs
- Sinóptico
- Ordenador central de gestión
- Software tipo SCADA

El sistema se estructura de manera que cada PLC gestione las órdenes de su cuadro de control y tenga capacidad de almacenamiento y transmisión de datos al central. Además el PCL central transmite la información al cuadro sinóptico y al PC en donde se instala el programa de gestión.

Desde el programa de gestión se pueden variar los puntos de consigna de todos los PLCs y se almacena toda la información del funcionamiento de planta, así como de las alarmas. Los periféricos del PC central permiten suministrar información sobre todo el sistema.

También se incluye una información sobre el funcionamiento de los parámetros fundamentales de la estación depuradora, remitidos a la sala de control de la entidad pública de saneamiento de aguas, este control se aplica en los siguientes puntos:

- Posición de mando por máquina
- Alarmas
- Señalizaciones de caudalímetros
- Señalizaciones de medidas de oxígeno disuelto y potencial redox
- Posicionamiento de niveles máximos y extremos y finales de carrera

-
- Disparo de térmico de motores
 - Señalización de vertidos por el by-pass

Se ha diseñado un sinóptico de metacrilato no animado porque la materialización gráfica de los esquemas de funcionamiento de la planta se ha realizado con una pantalla de plasma de 52'' asociada al PC de control.

6.4 Edificación

Edificio de proceso

Es un edificio de una sola planta, que en su interior alberga dos salas bien distintas, como son:

- Sala de desbaste
- Sala de deshidratación

En planta es un edificio de 27,20 x 13,35 m² en su cuerpo principal, y una zona de 13,20 x 4,00 m² paralela al desarenador, ocupando un total de 416 m² aproximadamente.

La sala de desbaste, alberga el pozo de gruesos, los canales de desbaste, los separadores de grasas y arenas, así como los contenedores necesarios de los diferentes residuos, y la torre de desodorización junto con el ventilador. Esta sala ocupa la zona paralela al desarenador, así como 15,10 m de forma longitudinal del cuerpo principal ocupando 254 m².

La sala de deshidratación, ocupa una longitud de 9,20 x 12,70 m², con una superficie total de 117 m². En esta sala se sitúan los equipos de deshidratación, así como el bombeo de fangos espesados y el equipo automático de preparación de polielectrolito, y sus bombas dosificadoras. También se ha dejado espacio para el CCM-1.

La altura libre interior es de 6,75 m de forma que se tenga altura suficiente para la instalación de los polipastos necesarios para el mantenimiento de los equipos.

Edificio de producción de aire y transformación y cloruro férrico

Anexo al reactor se encuentra el edificio de producción de aire que es conjunto con el edificio de transformación y el cuadro general de distribución. El primero tiene

unas dimensiones de 7,93 x 5,70 m y 5,50 m de altura, mientras que el segundo tiene unas dimensiones de 13,58 x 5,70 m² y la misma altura, y el área de cloruro férrico tiene 4,40 x 5,70 m².

En el edificio de producción de aire se ha dispuesto un puente grúa de 4 t para el mantenimiento de los grupos. Las soplantes se encuentran en un foso de 10,06 x 5,70 m² y una altura de 2,30 m. En este foso se alojan las soplantes y las tuberías de conducción de aire, a lo largo de las bancadas de las soplantes.

El edificio de transformación se ha dividido en 2 zonas claramente diferenciadas: una de 3,23 m de ancho, contiguo al edificio de producción de aire, para el alojamiento de los cuadros generales y batería de condensadores, y a continuación un recinto de 4,40 m para el alojamiento de los transformadores.

La sala del cloruro férrico tiene unas dimensiones interiores de 4,23 x 5,70 m², y aloja el depósito de reactivo, que está confinado con muros de hormigón de 1,00 m de altura.

Edificio de control

El edificio de control presenta un volumen diferenciado para acentuar el carácter principal de su contenido. Su ubicación y desarrollo en planta permite visualizar y dominar las instalaciones.

Es un elemento al que se le ha prestado un detalle especial y cuyo contenido alberga las siguientes partes:

- Torre de control, mando y programación
- Oficinas de gestión
- Zona de personal de la estación
- Laboratorio
- Almacenes

Planta baja:

Zona de personal de la estación: Cota + 0,00 m En esta parte del programa agrupa varios vestuarios tanto masculinos como femeninos, con capacidad suficiente para todos los trabajadores. La superficie para el aseo femenino de 8,76 m² y una superficie para el vestuario femenino de 10,28 m². Para el caso del aseo masculino se tiene una superficie total útil de 11,25 m² y vestuario de 10,22 m²

Por otra parte habrá una sala de estar y comedor de dimensiones 5,40 x 4,61 m y 3,05 metros de altura.

Además, se dispone de un aseo para minusválidos con una superficie total de 7,13 m²

Laboratorio: Cota + 0,00 m En éste se analizarán las pruebas extraídas en las diferentes partes del proceso de depuración. Se iluminará igualmente mediante ventanales hacia varias orientaciones. Posee unas dimensiones de 4,30 x 5,75 m en su parte más ancha y 3,04 x 5,75 en su parte más estrecha. La altura del laboratorio será de 3,05 metros.

Almacén: Cota + 0,00 m Con acceso desde el exterior y desde el interior con altura libre de 3,05 m.

Talle: Posee unas dimensiones de 5,74 x 2,99 x 3,05 metros con una puerta exterior.

Además, la planta baja dispondrá de dos zonas de distribución (una de ellas junto a la zona de los vestuarios y el comedor con una superficie total de 5,04 m² y otra junto al laboratorio y el taller con una superficie total de 5,37 m²) y un hall de entrada junto a las escaleras de acceso a la segunda planta de 23,53 m²

Planta alta.

Zona de control, mando y programación. La zona de control se encuentra en la parte más elevada del edificio (se tienen vistas a todas las partes de la Edar

En esta zona se centralizan todas las actividades de control, mando y programación. En ella se situará un panel sinóptico y todos los medios informáticos. A ésta llegarán señales y datos en tiempo real del estado de todos los componentes de la planta depuradora. Posee unas dimensiones de 6,2 x 5,6 m y 3,05 metros de altura.

Sala de reuniones: esta sala se ha proyectado en la planta primera con amplios ventanales que permitirán una correcta iluminación. Las dimensiones de esta sala son de 7,35 x 3,39 m y una altura de 3,05 metros. Junto a esta sala se ubicará un distribuidor con una superficie total de 17,88 m². Desde este distribuidor se tendrá acceso a los aseos de la planta superior (los cuales dispondrán de una superficie total de 6,06 m²) y a los despachos. Se tendrán dos despachos diferenciados con amplios ventanales a la zona exte-

rior. Estos despachos tendrán unas dimensiones aproximada de 3,35 x 4,60 m y una altura de 3,05 metros.

La interconexión entre ambas plantas se podrá realizar mediante las escaleras o bien mediante el ascensor que estará ubicada junto al hall de entrada en la planta baja del edificio de control.

7.- EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

7.1.- Movimiento de tierras

Dada la situación de la planta junto al cauce del arroyo Guatén, y teniendo en cuenta que estos terrenos pueden ser inundables, se realiza el Estudio hidrológico e hidráulico del cauce receptor, recogido en el *Anejo n° 7*. Este estudio se realiza para periodo de retorno de 500 años y de 10 años.

Para periodo de retorno de 500 años, se tiene un nivel de avenidas de 2,00 m, sobre el nivel actual de la parcela, y para el periodo de retorno de 10 años, el nivel de avenidas se sitúa 10 cm sobre el nivel actual de la parcela.

Para proteger las instalaciones de la EDAR, se realiza un terraplén con materiales de préstamo hasta alcanzar el nivel 488,70, quedando cubiertos para las avenidas de periodo de retorno de 500 años (488,50).

La avenida para periodo de retorno de 10 años, se utiliza para marcar el nivel piezométrico de vertido de la EDAR, y proteger la instalación contra la entrada de agua pluvial al tratamiento, y es la 487,20.

7.2.- Obra civil

La obra civil de esta depuradora es clásica entre la tipología de estas obras y se distingue por la gran capacidad de elementos que es necesario disponer, ya sean elementos de contención de agua, edificios de oficinas o industriales, tuberías de interconexión o elementos de urbanización.

Los hormigones son de calidad HA-30, por criterios de durabilidad, al tener un ambiente Ha + Qb. Los aceros son de calidad B 500 S.

Geotecnia.

Se ha realizado un informe geotécnico específico para la estación depuradora que se ha basado además de en la experiencia adquirida de obras realizadas en la zona donde las características del terreno son similares en dos sondeos rotativos, cuatro penetrómetros dinámicos y cuatro calicatas. Los resultados del informe geotécnico se incluye en el *Anejo n° 6* y las conclusiones son las siguientes:

Bajo una capa de un espesor máximo de medio metro de material considerado como orgánico aparece un primer nivel geotécnico de arcillas firmes de origen cuaternario, cuyos mayores espesores se localizan en la zona noroeste, es decir a medida que se aproxima al arroyo Guatén pues son materiales procedentes de la erosión de esta cuenca fluvial. Se puede considerar una capacidad de carga para este suelo de 1 kg/cm².

Bajo el nivel anterior aparecen unas arcillas duras terciarias cuya capacidad de carga ya es más alta y se puede estimar en 3 kg/cm²

El nivel freático está claramente por debajo del nivel de explanación ya que se puede situar sobre la 484,40, no quedando la solera de ningún elemento por debajo de este nivel a excepción del pozo de bombeo de agua bruta.

Desde el punto de vista resistente estos terrenos no presentan problemas, y tampoco lo presentan desde el punto de vista de la excavación de taludes y de la estabilización provisional de los taludes en obra. Son suelos tolerables que se pueden utilizar para terraplenes generalizados bajo firmes aunque no para terraplenes estructurales y en los que el talud final es 3H:2V.

La expansividad observada es baja porque se trata de suelos saturados incluso en superficie, y la humedad natural se sitúa por debajo del límite plástico, lo que es indicio de que el suelo está consolidado.

A pesar de estas consideraciones el informe geotécnico plantea un potencial problema por la expansividad observada en las arcillas de la zona, que como se ha dicho no está reflejada en los ensayos específicos realizados en esta zona, donde se han obtenido expansividades bajas y además porcentajes de saturación de las arci-

llas muy elevadas incluso en superficie. El informe plantea una zona activa que se estima en unos 3 m, pero que en nuestro caso va a ser menor porque el suelo está protegido por un terraplén superior para la urbanización con lo que la alteración de la humedad es menor de lo habitual. Como además en las circunstancias actuales indican que las arcillas están prácticamente saturadas el problema es de menor importancia que en otros emplazamientos o tipos de obra.

A pesar de ello sí que se han tomado precauciones importantes para evitar el que el agua pueda llegar al terreno, cuidando especialmente la estanqueidad de todos los aparatos que tiene la planta, que ya incluyen una banda de goma que asegura la estanqueidad, además se aplica un ensayo de estanqueidad individual por cada aparato. Y todas las tuberías deben ser de junta estanca de enchufe de campana con anillo de goma y se deben probar a una presión de 5 m de columna de agua, sin admitir ningún porcentaje en la disminución de la presión en la prueba; las tuberías serán del tipo flexible apoyadas en cámara de arena al objeto de adecuarse a los pequeños movimientos que se puedan producir, los materiales de la excavación se pueden utilizar como ya se ya dicho en los terraplenes, pero no cuando estos terraplenes tengan carácter estructural.

En estas condiciones las cimentaciones de los elementos de agua se van a ejecutar en los suelos en los cuales su nivel piezométrico lo permita, es decir ya sean arcillas firmes del nivel geotécnico 1 o las muy firmes del nivel geotécnico 2, y en el caso de que se cimenten en terraplén se realizará sobre el nivel geotécnico 1 un terraplén estructural con suelo seleccionado.

Cimentaciones

Las cimentaciones se proyectan de forma directa sobre el relleno de la parcela con σ adm 1,5 kg/cm² punta para los edificios y desarenador y espesador. Los elementos más profundos como son pozo de gruesos y bombeo, decantadores, reactor biológico y tanque de tormentas, se cimientan sobre el terreno natural, con una σ adm 2,50 kg/cm²

Las cimentaciones de los edificios se realizan mediante zapatas aisladas, y las de los elementos mediante zapatas corridas bajo muros. Los elementos de pequeñas dimensiones como puede ser el pozo de gruesos y bombeo, y el desarenador, se cimientan en losa.

Flotación y subpresión

El nivel freático en situación normal se sitúa a la 483,60, claramente por debajo de todos los elementos de la planta excepto el pozo de gruesos de agua bruta (478,47). Sin embargo se deben diseñar todos los elementos para que el nivel de agua de la avenida de 500 años (488,50) no dañe la instalación, bien por empuje bien por flotación.

El único depósito afectado por subpresión, debido a su profundidad, es el pozo de gruesos y bombeo. Éste se dimensiona con espesores de muros de 0,60 m y solera de 0,70 m, para evitar la flotación, y la solera se calcula para aguantar las solicitaciones de la subpresión, ya que la altura del pozo proporciona peso para evitar la flotación desde la cola 488,50. También se han calculado con el mismo criterio los elementos más superficiales como el tanque de tormentas al que se ha incrementado el espesor de la solera y el espesador, y arquetas pequeñas.

Pero para el reactor se ha diseñado una *red de avenidas* que se inicia en el cauce del río y llega hasta el reactor y a cada recinto independiente. En cada uno de los recintos protegidos se instala una válvula de conexión *que se debe abrir* en los periodos en que se encuentren. *Esta función debe quedar recogida en el manual de operaciones de la planta.*

La *red de avenidas* tiene que prevenir que pueda existir un circuito de llegada del agua del arroyo Guatén a cualquier punto de la solera, por lo que su rasante está condicionada por la cota de solera del reactor, y la red puede funcionar para niveles de avenidas inferiores a los 500 años, ya que el nivel mínimo del cauce es la 483,10.

Estructuras

Como se ha dicho anteriormente, las estructuras son convencionales. Los edificios se proyectan con pórticos de hormigón armado, y los depósitos con muros de hormigón *in situ*, calculados para soportar los empujes del agua interior o exterior, tierra y tráfico.

Las cuantías de armaduras se calculan para condiciones de cobertura máxima de fisura de 0,1 mm, por tener ambiente de ataque químico Qb.

7.3.- Equipos

Equipos

Se incluye en este apartado un resumen de las características de los equipos utilizados en esta planta, referidos principalmente a elementos de calderería, válvulas y tuberías; no se incluyen los equipos más complejos ya que la descripción detallada de los mismos está incluida en la especificación técnica de los presupuestos y de las fichas. Para más detalles se refiere a estas unidades incluidas en el Cuadro de Precios.

COMPUERTAS

Accionamiento.....	Manual y automático
Cuerpo (marco).....	AISI-316 L
Tablero.....	AISI-316 L
Husillo.....	AISI-316 L
Tortillería....	AISI-316 L
Correderas, puente, etc.....	Chapa 6 mm
Obturación.....	Latón laminado

TUBERÍAS VISTA

Pasamuros.....	AISI-316 L
Tortillería tuberías.....	AISI-316 L
Tuberías aire aeración.....	AISI-316 L
Tuberías agua de proceso....	AISI-316 L
Tuberías recirculación fangos....	AISI-316 L
Tuberías fangos en exceso....	AISI-316 L
Tuberías desodorización.....	Polipropileno
Tuberías aire servicios auxiliares.....	Cobre/nylon
Tuberías de polielectrolito.....	PVC
Tuberías cloruro férrico.....	PVC

GRUPO PREPARACIÓN POLIELECTROLITO

Depósito.....	AISI-316
---------------	----------

Agitadores..... AISI-316

TORRE DESODORIZACIÓN

Cuerpo.....PRFV

Depósito.....PRFV

DEPÓSITO DE REACTIVOS

Material.....PRFV

TAMICES

Lamas..... AISI-304

Elementos móviles..... AISI-304

CONTENEDORES

Elemento... ..Acero al carbono chorreado y pintado

TORNILLOS TRANSPORTADORES DE RESIDUOS

Cuerpo..... AISI-316

Tornillo..... AISI-316

DESARENADORES-DESENGRASADORES

Puente..... AISI-304

Barandilla..... AISI-304

Partes metálicas sumergidas..... AISI-304

Vertederos..... AISI-316 L

Placas deflectoras..... AISI-316 L

SEPARADORES DE GRASAS Y FLOTANTES

Cuerpo..... AISI-304

Rasquetas.....neopreno

DECANTADORES

Puente... AISI-304
Barandilla... AISI-316
Partes metálicas sumergidas... AISI-304
Vertederos... AISI-316 L
Placas deflectoras... AISI-316 L

8.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO

El presente proyecto lo integran los siguientes documentos:

DOCUMENTO N° 1.- MEMORIA

- Memoria
- Anejos a la memoria
- 1. Cálculos funcionales
- 2. Diseño hidráulico
- 3. Diseño colectores
- 4. Cálculos mecánicos
- 5. Diseño eléctrico
- 6. Informe geotécnico
- 7. Estudio hidráulico cauce
- 8. Analítica y cargas contaminantes
- 9. Automatización y control
- 10. Telecomunicaciones
- 11. Tratamiento de residuos
- 12. Topografía
- 13. Plan de obra
- 14. Estudio de explotación
- 15. Justificación de precios
- 16. Estudio de impacto ambiental
- 17. Expropiaciones
- 18. Servicios afectados

DOCUMENTO N° 2.- PLANOS

DOCUMENTO N° 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

- Pliego
- Fichas Equipos Mecánicos
- Fichas Equipos Eléctricos

DOCUMENTO N° 4.- PRESUPUESTO

- Mediciones auxiliares
- Mediciones
- Cuadro de precios n° 1
- Cuadro de precios n° 2
- Presupuestos parciales
- Resumen de presupuestos
- Presupuesto General

DOCUMENTO N° 5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD