

## MEMORIA

<b>1.- ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
<b>2.- OBJETO DEL PROYECTO .....</b>	<b>1</b>
<b>3.- BASES DE PARTIDA .....</b>	<b>2</b>
<b>4.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS.....</b>	<b>3</b>
<b>4.1.- COLECTORES.....</b>	<b>3</b>
<b>4.2.- LÍNEA DE AGUA .....</b>	<b>4</b>
4.2.1.- LLEGADA Y BY-PASS GENERAL .....	4
4.2.2.- DESBASTE DE GRUESOS .....	5
4.2.3.- BOMBEO DE AGUA BRUTA .....	5
4.2.4.- TAMIZADO .....	6
4.2.5.- MEDICIÓN DE CAUDAL.....	7
4.2.6.- Balsa DCD. (1 Línea).....	7
4.2.7.- ARQUETA DE REPARTO .....	8
4.2.8.- Balsa FMF. (2 Líneas).....	9
4.2.9.- EFICACIA Y FIABILIDAD DEL SISTEMA .....	9
4.2.10.- OBRA DE SALIDA Y MEDICIÓN DE CAUDAL .....	13
<b>4.3.- LÍNEA DE FANGOS: EQUIPOS MECÁNICOS .....</b>	<b>15</b>
4.3.1.- EXTRACCIÓN DE FANGOS.....	15
4.3.2.- LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL .....	15
<b>4.4.- OTROS RESIDUOS.....</b>	<b>15</b>
<b>4.5.- AUTOMATISMOS Y CONTROL.....</b>	<b>16</b>
<b>4.6.- SERVICIOS AUXILIARES .....</b>	<b>17</b>
<b>4.7.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL.....</b>	<b>18</b>
4.7.1.- MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS .....	18
4.7.2.- ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO .....	18
4.7.3.- URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA .....	18
4.7.4.- TUBERÍAS INTERIORES.....	19
4.7.5.- RED DE RIEGO Y AGUA INDUSTRIAL .....	20
4.7.6.- RED DE PLUVIALES.....	20
4.7.7.- CAMINO DE ACCESO .....	20
4.7.8.- ACOMETIDA DE AGUA POTABLE .....	21
4.7.9.- EDIFICIO DE CONTROL .....	21
<b>4.8.- EQUIPOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>25</b>
4.8.1.- CONSIDERACIONES GENERALES.....	25
4.8.2.- INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN.....	26
4.8.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	28
4.8.4.- INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.....	29
<b>5.- CONSIDERACIONES FINALES.....</b>	<b>32</b>
5.1.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	32
5.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	32

---

5.3.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	33
<b>6.-PRESUPUESTOS .....</b>	<b>33</b>
<b>7.- CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA .....</b>	<b>33</b>
<b>8.- CONCLUSIÓN.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEJOS A LA MEMORIA.....</b>	<b>36</b>

## 1.- ANTECEDENTES

Con fecha 28 de Febrero de 2008, la Entidad Pública Aguas de Castilla- La Mancha, de la Junta de Comunidades de Castilla La Mancha, publicó en el DOCM nº 41 la Resolución de 15/02/2008 de la Entidad Pública Aguas de Castilla La Mancha, por la que se convoca concurso para la adjudicación del contrato de obras de construcción de las estaciones depuradoras de aguas residuales en Arenales de San Gregorio, Picón, Los Cortijos, Cinco casas, El Torno, Los Pozuelos de Calatrava, Retuerta del Bullaque y Llanos del Caudillo (Ciudad Real), con expediente nº ACLM/01/OB/003/08.

Resultando adjudicataria del mencionado concurso, la empresa AGLOMANCHA EMPRESA CONSTRUCTORA S.A.

## 2.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto, es definir completamente el Proyecto de las “EDARes en Arenales de San Gregorio, Picón, Los Cortijos, Cinco casas, El Torno, Los Pozuelos de Calatrava, Retuerta del Bullaque y Llanos del Caudillo (Ciudad Real)”, donde se tratarán los vertidos procedentes de sus núcleos urbanos. Se desarrolla realizando un proyecto completo para cada una de las ocho EDARes, de acuerdo con los siguientes documentos y prescripciones:

- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.
- Estudio de Analítica y Proyecto Base de las EDARes en Arenales de San Gregorio, Picón, Los Cortijos, Cinco casas, El Torno, Los Pozuelos de Calatrava, Retuerta del Bullaque y Llanos del Caudillo (Ciudad Real).
- Solución Variante presentada por la empresa adjudicataria.
- Modificaciones solicitadas por la propiedad (Aguas de Castilla – La Mancha)

### 3.- BASES DE PARTIDA

<b>DATOS DE PARTIDA</b>	
<b>Población de diseño</b>	1.000 h-e
<b>Caudal diario</b>	250 m <sup>3</sup> /día
<b>Caudal medio</b>	10,42 m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal Punta</b>	31,25 m <sup>3</sup> /h
<b>Caudal de Pretratamiento</b>	52,08 m <sup>3</sup> /h
<b>DBO<sub>5</sub></b>	240 mg/l
<b>S.S.T.</b>	300 mg/l

### RESULTADOS A OBTENER

#### Características del agua:

- Concentración máxima DBO<sub>5</sub> 25 mg/l.
- Concentración máxima S.S. 35 mg/l.
- Concentración máxima DQO 125 mg/l.
- Concentración máxima NTK 15 mg/l.
- Concentración máxima Fósforo 2 mg/l.
- pH 5,5 a 9
- Aceites y grasas Indicíos.

### Características del fango:

- Sequedad (% en peso de sólidos secos) 20%
- Estabilidad (Porcentaje de sólidos volátiles sobre el total)... 65%

## 4.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 4.1.- COLECTORES.

Las aguas residuales de El Torno son recogidas por un colector general, que recoge las aguas del casco urbano; Este colector tiene un diámetro de Ø 400 mm de Hormigón y va a parar a una antigua estación depuradora constituida por unos pozos. Posteriormente esta agua residual sale al Arroyo–Canal de Badén Hondo, (ver perfiles topográficos)

Debido al mal estado del último tramo del colector general existente, se va a renovar este colector en los últimos **400 metros** mediante un colector de Ø **600 mm** de P.V.C., incluyendo la reposición del firme.

Existe una zona de naves donde el agua se evacua por un colector de Ø **300 mm de Hormigón** hasta un pozo de registro intermedio y posteriormente sale con Ø **200 mm de Hormigón** y vierte directamente al Arroyo antes citado sin pasar previamente por los pozos. En esta zona del municipio se proyecta un colector de PVC de diámetro 315 mm que se incorporará al colector general, la longitud de este tramo es de 120 m

La nueva depuradora irá ubicada en la parcela 195 correspondiente al polígono 31.y parte de la parcela 194 del mismo polígono.

El tramo de colector nuevo proyectado desde el actual vertido hasta la nueva parcela

donde irá ubicada la E.D.A.R., será de 700 m de longitud e irá con tubería de P.V.C de saneamiento de  $\varnothing$  600 mm, además de la reposición anteriormente citada.

## 4.2.- LÍNEA DE AGUA

### Línea de agua:

- Aliviadero y by-pass general.
- Predesbaste de sólidos gruesos.
- Bombeo de agua bruta y medición de caudal.
- Desbaste de sólidos finos.
- Decantación primaria. Tanque DCD.
- Tratamiento biológico. Sistema FMF.
- Obra de salida y medición de caudal.

### Línea de fangos:

- Los fangos son transportados a otra EDAR para su secado.

### Instalaciones auxiliares:

- Red de agua industrial.
- Red de agua potable.

### 4.2.1.- LLEGADA Y BY-PASS GENERAL

Las aguas residuales llegan a la obra de llegada a través de un colector de 600 mm de PVC, en dicha obra de llegada se instalará una tubería de bypass de 600 mm de PVC, con el fin de poder aliviar por medio de un vertedero, los excesos de caudal que

puedan llegar a la planta.

La arqueta de llegada tiene unas dimensiones interiores de 2,90 m x 2,10 m y una altura total de 7,05 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicada y adosada al pozo de gruesos.

En el muro compartido entre la arqueta de entrada y el pozo de gruesos, se instala una compuerta mural de accionamiento manual para aislar e independizar completamente la EDAR en caso de que sea necesario, (vertidos industriales, fallo energético).

#### **4.2.2.- DESBASTE DE GRUESOS**

Se realiza un predesbaste de gruesos por medio de un cestillo situado a la entrada del colector en el pozo de gruesos, fijado al muro, permitiendo su elevación mediante guías. La materia retenida en el cestillo se extrae mediante un polipasto eléctrico y se depositará en un contenedor para su posterior retirada. A continuación el agua pasa por una reja de gruesos de 50 mm de luz para la protección de las bombas.

El pozo de gruesos tiene unas dimensiones interiores de 2,00 m x 2,90 m y una altura total de 8,25 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicado y adosado tanto a la arqueta de entrada como al pozo de bombeo.

#### **4.2.3.- BOMBEO DE AGUA BRUTA**

En esta implantación, como todo el proceso de la línea de agua no se puede efectuar por gravedad, se hace necesario elevar mediante bombas el agua hasta una cota suficiente como para que ello sea posible.

La impulsión se realizara mediante un equipo de bombeo, formado por 3

bombas (2+1) con un caudal unitario de un medio del caudal máximo de tratamiento.

El sistema de control de bombeo incluirá un Medidor de Nivel en Continuo, tipo ultrasónico; un Indicador-Controlador PID y un Variador de Frecuencia. El medidor de nivel en continuo detectará cualquier variación de caudal mediante la variación de nivel que este provoque en el pozo de bombeo; enviando al Indicador-Controlador una señal que éste procesará, y posteriormente enviará una señal al variador de frecuencia aumentando o disminuyendo el caudal de bombeo, en función de la variación del caudal de entrada.

El agua descargará directamente en un rotofiltro, en que se efectuará el proceso de tamizado.

El pozo de bombeo tiene unas dimensiones interiores de 2,50 m x 2,90 m y una altura total de 8,25 m, se ejecutará en hormigón armado y se encuentra comunicado y adosado al pozo de gruesos.

#### **4.2.4.- TAMIZADO**

El tamizado del agua bruta impulsada se lleva a cabo mediante un tamiz rotativo fabricado en acero inoxidable.

La luz de paso será de 1,5 mm, instalándose una unidad con un tambor filtrante de 630 mm de diámetro y 500 mm de longitud. En todos los casos el rotofiltro descargará directamente en el tanque DCD.

El rotofiltro, por su concepción, se trata de un dispositivo de funcionamiento autolimpiante, capaz de operar largos períodos de tiempo sin necesidad de atenciones.

Está compuesto por un bastidor, en el que está la caja de distribución de agua a



filtrar, un cilindro filtrante que está accionado por medio de un motorreductor de construcción mixta, tornillo sin fin y engranajes paralelos colocados en voladizo sobre uno de los muñones del cilindro filtrante. Para desprender los sólidos retenidos sobre la superficie del cilindro, lleva un rascador paralelo al eje, provisto de contrapesos para obtener una presión constante sobre la superficie del cilindro.

El tamiz está maniobrado desde un cuadro eléctrico, que permite el accionamiento manual de un ciclo por medio de pulsador o el automático por medio de un reloj temporizado.

Además el tamiz va dotado de una boya de máximo nivel, que pondrá en funcionamiento el sistema de limpieza automática, en caso de que se colmate y el temporizador no dé la señal de marcha.

El tamiz se proyecta a la cota 594,65 m, sobre una estructura metálica elevada 1,05 m sobre la cota de urbanización, que permitirá obtener la altura necesaria para que el resto de la línea de agua pueda realizarse por gravedad.

#### **4.2.5.- MEDICIÓN DE CAUDAL**

Para la medición de caudal se instalará un caudalímetro electromagnético de DN 100 mm, con salida analógica 4-20 Ma, para indicación y registro del caudal instantáneo y con salida pulso de 24 voltios. Se considera este sistema de medida por la mayor precisión (0,5% sobre fondo de escala) con respecto a cualquier otro sistema de medida de caudal.

El caudalímetro se instalará en la tubería de impulsión de las bombas.

#### **4.2.6.- Balsa DCD. (1 línea)**

El efluente una vez ha sido pretratado llega a la balsa DCD (digestor-decantador-

clarificador), mediante tubería de PVC de diámetro 200 mm por la parte central de la balsa.

El DCD es una balsa con una profundidad útil de 3,50 m y resguardo de 0,30 m, con macrofitas en flotación (dotación 15 plantas/m<sup>2</sup>). Esta mayor profundidad permitirá la formación de una zona anóxica y una zona anaerobia, además de permitir la decantación sólidos presentes en el agua.

Tanto el reparto de agua de entrada a la balsa como la recogida se realiza de forma homogénea y constante en toda su longitud, para evitar los flujos preferenciales de la lámina agua dentro de la balsa, para ello se disponen codos y tuberías secundarias a pequeñas longitudes equidistantes entre sí.

La balsa se ejecuta en tierras de préstamo y sus características son las siguientes:

- Base inferior de 1m x 7 m con pendiente hacia la zona de extracción de fangos donde acomete una tubería de PVC de diámetro 200 mm y comunica el DCD y la arqueta de extracción de fangos.
- Base superior de dimensiones interiores 12,40 m x 18,40 m
- Talud de la balsa (3H;2V)
- Capa de grava de 20 cm. de espesor en la base inferior.
- Impermeabilización mediante lámina de polietileno de 2 mm de espesor.
- Lamina de geotextil de poliéster de 200 g/m<sup>2</sup>.

#### **4.2.7.- ARQUETA DE REPARTO**

La salida de agua del DCD se realiza mediante tubería de 200 mm de PVC y acomete al primer recinto de la arqueta de reparto con salida hacia las dos balsas FMF.

La arqueta está formada por un primer recinto de dimensiones interiores 1,50 m

x 3,30 m donde el agua adquiere cota y vierte a través de dos muros (vertedero) de idéntica altura y longitud a dos arquetas. A partir de cada una de estas dos arquetas sale una tubería de diámetro 200 mm de PVC hacia cada una de las dos balsas FMF, configurando de esta forma, las dos líneas de balsas FMF de igual capacidad de tratamiento. La arqueta se realiza en hormigón armado.

#### **4.2.8.- BALSA FMF. (2 líneas)**

Se trata de balsas con una profundidad útil de 1,50 m y resguardo de 0,30 m, con macrofitas en flotación (dotación 10 plantas/m<sup>2</sup>). Esta menor profundidad permitirá que la superficie radicular esté prácticamente en contacto con toda la lámina de agua, evitando la formación de zonas anaerobias.

Tanto el reparto de agua de entrada a la balsa como la recogida se realiza de forma homogénea y constante en toda su longitud, para evitar los flujos preferenciales de la lámina agua dentro de la balsa, para ello se disponen codos y tuberías secundarias a pequeñas longitudes equidistantes entre sí. (El sistema es el mismo que en el DCD)

La balsa se ejecuta en tierras de préstamo y sus características son las siguientes:

- Base inferior de 6,60 m x 36 m
- Base superior de dimensiones interiores 12,00 m x 41,40 m
- Talud de la balsa (3H;2V)
- Capa de grava de 20 cm de espesor en la base inferior.
- Impermeabilización mediante lámina de polietileno de 2 mm de espesor.
- Lamina de geotextil de poliéster de 200 g/m<sup>2</sup>.

#### **4.2.9.- EFICACIA Y FIABILIDAD DEL SISTEMA**

Aunque el tratamiento primario resulta muy eficaz para eliminar los sólidos

sedimentables, no puede eliminar los sólidos en suspensión más ligeros o los disueltos, que pueden producir una fuerte demanda de oxígeno en las aguas receptoras.

Para eliminar los sólidos en suspensión más pequeños (coloidales) y los sólidos disueltos, se prevé un tratamiento biológico adicional que aumente la eliminación de los sólidos en suspensión y de la D.B.O.

El tratamiento biológico se efectuará por medio de un filtro verde de macrofitas.

Las plantas macrofitas, han desarrollado un tejido vegetal hueco, teniendo toda la su estructura vegetal constituida por una red de tubos, que se encuentra cerrados transversalmente por membranas, tanto las paredes como las membranas son permeables al oxígeno, la longitud entre las paredes de cierre de los tubos y el diámetro de éstos es variable, dependiendo de la variedad del macrofito y del tamaño que ha adquirido este, para los macrofitos que se emplean en el presente proyecto, el tamaño de los huecos no suele superar los milímetros y el paso de oxígeno se realiza por la diferencia de presión (concentración) que existe entre el oxígeno que está en el interior del hueco y el de la cavidad inmediata a este, es decir el oxígeno puede pasar longitudinalmente por el tubo y entrar o salir de estos por sus paredes laterales. Si la posición del tubo es colindante con el exterior puede tomar el oxígeno del aire y llevarlo a los rizomas y raíces donde éstos pueden transferirlo al medio en el que se encuentran. Las aguas residuales tienden a ser anóxicas, cuanto más sucia este el agua, la diferencia de presión isostática es mayor y el macrofito puede transferir más cantidad de oxígeno del aire al agua, por unidad de superficie. El oxígeno siempre está presente en el aire y con la misma concentración constante de oxígeno del 21%.

Aplicando esta propiedad física de transferencia de oxígeno al agua, que realiza el macrofito, ha hecho posible desarrollar una nueva técnica, que activa la eficacia de la depuración de las aguas mediante el sistema FMF.

Al macrofito no le importa para su supervivencia el grado de suciedad del medio, es decir de la contaminación del agua por DBO, DQO, MES ó SS, el vive perfectamente y de forma natural en sustratos de lodos con un alto contenido en materia orgánica, pero en cambio es sensible como cualquier otro vegetal si es afectado por variaciones bruscas de temperatura, pH, y conductividad originada por sales de sodio, siendo estos tres condicionantes limitantes por encima de valores críticos.

Si se consigue concentrar y llevar la contaminación del agua al interior del filtro de raíces y rizomas de los macrofitos, el agua aumentará sus condiciones anóxicas y el macrofito inyectará más oxígeno, con lo que se reduciría la superficie necesaria de FMF por habitante equivalente

Así pues para disminuir la superficie de implantación del FMF con el fin de rebajar el área necesaria en casos donde éste sea un factor limitante, el problema ha de resolverse como transferir la contaminación del agua solo a una parte de esta, para que este agua más sucia (mayor DBO) fuera la que más tiempo estuviera en el interior de las raíces y rizomas, mejorando la eficiencia de inyección de  $O_2$  del macrofito por  $m^2$ .

Un avance fundamental, para empezar a aplicar adecuadamente la técnica FMF, ha sido comprobar que las macrofitas no deben segarse, pues dicha siega no solo no mejora significativamente la calidad de la depuración, si no que además se corre el riesgo de empeorar la eliminación biológica de la materia orgánica si se realiza inadecuadamente. Mas adelante el descubrimiento de la forma de plantación mediante la pieza ESE (Estructura Soporte Ensambladora) permitió realizar plantaciones con un alto nivel de supervivencia de las plantas superiores al 95% y el poder realizar siembras en aguas profundas con un sistema autoflotante sin necesidad de anclaje exterior y con total cubrición de cualquier tipo y forma de superficie de lámina de agua con la seguridad de que se iba a conseguir formar un filtro altamente estable y resistente a la separación de los macrofitos.

Desarrollar una nueva técnica de depuración mediante decantadores, clarificador, digestores FMF en adelante DCD, que aumenta la eficacia del sistema de FMF, permitiendo reducir muy importantemente el espacio requerido por habitante equivalente. El objetivo es poder proyectar depuradoras con procesos robustos, altamente eficaces y auto sostenible energéticamente, utilizando solamente energía solar, es decir que el proceso cumpla el Protocolo de Kyoto.

### **Sistema de balsas de macrofitas en flotación FMF**

El sistema de macrofitas en flotación funciona de forma similar al filtro percolador. En este caso las bacterias depuradoras se fijan a las raíces de las plantas, y el oxígeno lo suministra la propia planta.

Por otro lado la propia planta absorbe nitrógeno y fósforo del agua, con lo que, no solo se termina de realizar la depuración a nivel de materia orgánica sino que además, al eliminarse fósforo, nitrógeno, iones de metales, oligoelementos, realiza el tratamiento terciario, es decir no solo no depura si no que regenera las aguas.

Recordar nuevamente que como valor añadido el efluente del filtro de macrofitas tiene una particularidad única que no lo hace ninguna otro sistema y es el gran poder eliminar las partículas coloidales (menores de 0.5 micrones) estas son atraídas por las raíces dado que el coloide tienen carga eléctrica negativa y las raíces tienden a estar con carga positiva (el aire al mover las hojas de las macrofitas arrastra los electrones de ellas) por lo que la planta se carga positivamente y atrae al coloide a sus raicillas. Esto supone añadidamente no solo una mejora de la calidad del vertido sino que ecológicamente se alcanza una importantísima mejora de la calidad de las aguas de ríos y estanques y de su ciclo de vida allí adonde llega el vertido.

A continuación se indican los datos más representativos de las balsas proyectadas

:DATOS DEL CONJUNTO			
Nº DE LÍNEAS			
	BALSA DCD	1,00	Ud
	BALSAS FMF	2,00	Ud
LONGITUDES UNITARIAS			
Ancho		12,40	m
Longitud DCD		18,40	m
Longitud FMF		41,40	m
SUPERFICIES TOTALES			
DCD		201,25	m <sup>2</sup>
FMF		899,10	m <sup>2</sup>
SUPERFICIE TOTAL ADOPTADA		1.100,35	m <sup>2</sup>
PLANTAS ADOPTADAS		12.009,75	Uds
VOLUMENES			
DCD		300,13	m <sup>3</sup>
FMF		1.020,60	m <sup>3</sup>
VOLUMEN TOTAL ADOPTADO		1.320,73	m <sup>3</sup>
Tiempo de retención total adoptado		5,28	días

#### 4.2.10.- OBRA DE SALIDA Y MEDICIÓN DE CAUDAL

El agua y la materia orgánica degradada del filtro de macrofitas (Balsa DCD y Balsas FMF), pasan a la obra de salida donde se realiza la medición de caudal.

El medidor de caudal es del tipo electromagnético. Las señales generadas por el instrumento son analógicas, de 4 a 20 mA. Además de un indicador local del caudal, el instrumento está dotado de un transmisor de las señales, que alimenta a un indicador, un

registrador y un totalizador de caudal montados en panel.

Formando parte de la obra de salida se realiza una caseta para alojar el grupo de presión. La ejecución se realiza manteniendo las mismas características constructivas que el edificio de control y proceso, con la excepción de la cubierta que en este caso es plana.



## **4.3.- LÍNEA DE FANGOS: EQUIPOS MECÁNICOS**

### **4.3.1.- EXTRACCIÓN DE FANGOS**

En las inmediaciones del DCD se proyecta una arqueta de donde se pueden extraer los fangos de forma periódica, mediante un camión adecuado para su transporte. Estos fangos son llevados a una EDAR donde se realiza la deshidratación de los mismos.

### **4.3.2.- LÍNEA DE AGUA INDUSTRIAL**

El agua tratada es impulsada desde la cámara de servicios auxiliares a la red de agua a presión.

## **4.4.- OTROS RESIDUOS**

### **SOBRANTES Y ESCURRIDOS**

Las aguas residuales procedentes del edificio de control serán conducidos a la red de pluviales y vaciados.

### **SÓLIDOS GRUESOS Y FINOS**

Los sólidos gruesos y finos se retiran directamente a contenedores de 800 l que lleve los residuos a vertedero

#### **4.5.- AUTOMATISMOS Y CONTROL**

- Todos los equipos de instrumentación existentes están comunicados con el autómata situado en la sala de cuadros, mediante un cable apantallado de 2x1,5 mm. Este será el medio por el cual estos equipos enviarán las señales correspondientes a dicho autómata.
- El autómata se encargará de detectar los fallos en los equipos y de dar la orden para el envío de SMS de alarma. La ventaja de utilizar un autómata respecto a un módulo GSM con entradas y salidas es que el programa puede discernir cuáles son los verdaderos eventos de alarma (durante la noche, periodos de parada voluntaria, etc.)
- La instrumentación que se instalará en la planta será:
  - Caudalímetro de agua Desbastada: Estará situado en la impulsión de las bombas y facilitará una medición del caudal de agua bruta en ese punto.
  - Medidor ultrasónico de nivel en el pozo de bombeo: Será el encargado de medir el nivel del pozo de bombeo, enviando dicha señal al centro informático el cual mostrará dicha medida en todo momento y actuará mediante señal 4-20 mA, sobre el variador de frecuencia del bombeo.
  - Caudalímetro de agua tratada: Estará situado en la obra de salida de la planta y facilitará una medición del caudal del agua tratada en ese punto.
  - Caudalímetro de agua de recirculación: Estará situado en la impulsión de la bomba de recirculación del agua de salida de las balsas.

En el Anejo nº 2.3, se hace una descripción más detallada de la automatización de la E.D.A.R.

#### **4.6.- SERVICIOS AUXILIARES**

Se ha previsto la instalación de un grupo de agua a presión que se utilizará para servicio de limpieza y auxiliares y red de agua potable.

## 4.7.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA CIVIL

### 4.7.1.- MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS

En primer lugar se ejecutará un desbroce de la parcela con un espesor medio de 20 cm.

A continuación, tras el estudio de inundabilidad de la parcela donde se proyecta la EDAR, se realiza el estudio de las características de la zona objeto del presente proyecto, y se fija la urbanización a la cota 593.60 m, para ello será necesario la elevación de la parcela hasta dicha cota mediante material de préstamo.

### 4.7.2.- ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Todas las estructuras se realizarán en hormigón armado tipo **HA-300** con los espesores determinados en planos.

El acero para armaduras será corrugado tipo **B-500 S** de dureza natural. Los encofrados para estos hormigones serán realizados con el máximo esmero, empleando encofrados metálicos o de madera cepillada.

En todos los encuentros se dispondrán en las juntas de construcción, bandas water-stop que consigan la impermeabilización adecuada.

### 4.7.3.- URBANIZACIÓN Y JARDINERÍA

Los viales permiten la circunvalación total de la depuradora, con acceso a todos los puntos singulares (edificios, descarga y extracción de materiales y productos, etc.). Los viales de la zona de acceso y urbanización (no los viales perimetrales de las balsas)

se construirán aplicando una capa de doble tratamiento superficial, sobre 20 cm. de base de zahorra artificial.

El vial incluirá además bordillo de hormigón y señalización de tráfico

En el acceso a la parcela se dispone una puerta abatible de 4,00 x 2,50 m. que será construida junto a unos machones de fabrica de ladrillo y enfoscado monocapa.

El cerramiento de la parcela se realizará basándose en perfiles metálicos tubulares galvanizados y cerramiento de vanos con malla galvanizada de simple torsión, separados con postes cada 3 m incluso p.p. cimentación con hormigón.

Alrededor de los edificios se realizarán Acerados, con firme de hormigón H-150, de 10 cm. de espesor y loseta hidráulica de 20 x 20 cm. colocada con mortero de cemento y arena de río 1:6.

Alrededor de las lagunas se proyecta un vial perimetral formado por una capa de zahorra de 20 cm. de espesor

Se han previsto aparcamientos junto al edificio de control ubicado en el acceso de la planta.

A fin de mejorar el aspecto estético del conjunto se sembrará especies autóctonas en el interior de la depuradora, así como en los taludes provocados por la explanación de la parcela.

#### **4.7.4.- TUBERÍAS INTERIORES**

El material utilizado en las tuberías de proceso será el indicado en planos, teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Bombeo de agua bruta - tamiz rotativo: acero al carbono galvanizado.
- Línea de agua: PVC
- Bombeo de recirculación: PEAD

#### **4.7.5.- RED DE RIEGO Y AGUA INDUSTRIAL**

La tubería se plantea en polietileno de diámetro 63 mm. Y 6 atm. De presión con su correspondiente valvulería, así como tomas de riego y de limpieza en número necesario a fin de satisfacer las necesidades de la planta.

#### **4.7.6.- RED DE PLUVIALES**

La red de vaciados se ejecutará en P.V.C de diámetros Ø 200 mm para el colector general y Ø160 mm en conexión con sumideros de calzada y conexiones con saneamiento del edificio de control.

La zona de urbanización tendrá caída hacia los bordes con la finalidad de evacuar las aguas pluviales de escorrentía y conducir las a cabeza de tratamiento.

#### **4.7.7.- CAMINO DE ACCESO**

El camino de acceso para llegar hasta la EDAR, es el que actualmente se utiliza para acceder hasta la nueva casa de cultura. El camino actualmente se encuentra en buen estado hasta la EDAR.

El **Trayecto** para llegar a la parcela de la E.D.A.R. se describe a continuación:

- Saliendo del pueblo dirección a la carretera CM-4106 giramos a la derecha y

pasando por la nueva Casa de la Cultura continuamos todo el camino recto.

- Seguimos todo este camino recto hasta llegar a la nueva parcela en la cual se construirá la E.D.A.R.
- Tramo casa de la cultura-EDAR donde no se proyecta ningún tipo de actuación.

#### **4.7.8.- ACOMETIDA DE AGUA POTABLE**

Se tomará dentro del casco urbano, en las acometidas existentes próximas a la nueva arqueta aliviadero, dentro del casco urbano.

El material empleado es polietileno de diámetro Ø63 mm. Y 6 atm. De presión, a la entrada se dispone de una acometida con contador de 2,5" y valvulería y piezas necesarias para su correcto funcionamiento. La longitud de la conducción hasta llegar a la planta será de unos **900 metros** e irá paralela a la conducción de saneamiento, proyectadas ambas por el margen del arroyo hasta llegar a la nueva parcela en la cual se ubicará la E.D.A.R.

#### **4.7.9.- EDIFICIO DE CONTROL**

### **EDIFICACIÓN**

A la hora de proyectar los edificios que componen las plantas, se ha optado por conservar las características arquitectónicas de la zona.

Se trata de un edificio de 1 planta con unas dimensiones de 8,00 x 6,00 m y las siguientes dependencias:

- Sala de control
- Almacén

- Vestuario
- Aseo

## **CIMENTACIONES**

La estructura de edificio de explotación se plantea a través de zapatas corridas de 1,00 x 1,00 x 0,80 m de hormigón armado HA-300.

Se realizará una capa de 10 cm. de hormigón de limpieza HM-125 sobre los que se asentarán las zapatas. La solera del edificio se compone de 20 cm. de hormigón armado, apoyado sobre 15 cm. de enchado de piedra.

## **CUBIERTAS**

El forjado es unidireccional a base de viguetas autoresistentes de armaduras pretensadas, bovedillas cerámicas y capa de compresión de 4 cm. de hormigón.

La cubierta será a cuatro aguas en teja curva y formación de pendientes mediante tabiques palomeros separados 50 cm., tabique de rasillón y capa de compresión de 5 cm.

## **CERRAMIENTO**

El cerramiento será de fábrica de un pie de espesor con ladrillo tosco macizo, enfoscado en monocapa y zócalo de piedra hasta una altura de 1m.

La tabiquería interior se realizará con ladrillo hueco doble de 9 cm. de espesor.

## **SOLERÍAS**

Se ejecutará a base de baldosas de terrazo de 40 x 40 cm., nivelado, pulido y



abrillantado así como rodapié del mismo.

## **CARPINTERÍA**

Las puertas serán de madera de pino y de hojas abatibles ejecutadas con perfiles conformados en frío.

Se realizarán recibidos de madera para algunas de las puertas mientras que para ventanas y balcones serán de tipo metálico.

## **ALICATADOS**

Se plantean alicatados de 1ª calidad y dimensiones 15 x 15 cm. de azulejo blanco.

## **REVESTIMIENTOS**

Los paramentos irán enlucidos con pasta de yeso en paredes y techo.

## **FONTANERÍA**

La instalación de fontanería, se realiza a base de tuberías de cobre, así como todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento (válvulas de corte, latiguillos, aparatos sanitarios).

## **SANEAMIENTO**

Se preverán desagües hasta los bajantes generales del edificio, mediante tuberías de PVC.

## PINTURAS

Se empleará pintura plástica lisa sobre paramentos horizontales y verticales de ladrillo, yeso o cemento, incluso se procede al lijado y limpieza de la superficie.

## 4.8.- EQUIPOS ELÉCTRICOS

### 4.8.1- CONSIDERACIONES GENERALES.

El presente estudio tiene por objeto la aportación de la documentación necesaria para definir totalmente los detalles constructivos y económicos, que permitan la construcción de la instalación eléctrica de la nueva Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de El Torno (Ciudad Real).

Dicha E.D.A.R. estará equipada de un Centro de Transformación de 25 KVA, a construir en la misma parcela de la depuradora para la alimentación de la instalación en Baja Tensión.

Así mismo, servirá para poder obtener, de los Organismos Oficiales correspondientes, las autorizaciones necesarias para su construcción y su posterior puesta en funcionamiento.

#### **Reglamentación y normas.**

Para la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las siguientes normas y reglamentación vigentes:

- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión (RAT). Decreto 3151/68 de 20 de Noviembre.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.B.T - 842/2002).
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE), según orden 6/7/84 B.O.E. 183 de 1/8/84.
- Normas particulares de la Empresa Suministradora de la Energía, Unión Fenosa.

#### 4.8.2.- INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN.

Será necesario derivar una línea de Media Tensión hacia nuestra parcela, estableciéndose el punto de entronque en el apoyo nº 14 de la línea de media tensión ERO-705, (El Robledo - Bullaque). En la derivación del ramal instalaremos cruceta de derivación con sus correspondientes accesorios y un juego de seccionadores uniporales “XS”

Se incorpora en el presupuesto una partida denominada “derechos de Enganche” para cubrir los gastos relacionados con el enganche y derivación de la línea propiedad de la Compañía Suministradora.

##### **Línea de Media Tensión y C.T.**

La línea estará compuesta por material de Al-Ac LA-56, con una longitud de 948 metros aproximadamente. Estará sustentada por medio de 11 apoyos: uno de inicio de línea, otro de final de línea y apoyo de transformador, seis apoyos de ángulo y tres apoyos de alineación, siendo todos los apoyos de material acero galvanizado.

Las características de la línea aérea de media tensión serán las siguientes:

Longitud: .....	948 metros.
Potencia: .....	25 KVA.
Tensión de Transporte: .....	15 KV.
Sección del conductor:.....	54,6 mm2.

### **Intensidad:**

$$I = P / 1,73xV,$$

Siendo U la tensión de transporte de la línea, es decir,  $I = 0,96 \text{ A}$

### **Densidad de corriente:**

$$D = I / S,$$

Siendo S la sección del conductor, es decir,  $D = 0,017 \text{ A/mm}^2$

### **Intensidad del Secundario:**

$$I_s = P / 1,73 \times U,$$

Siendo U la tensión entre fases del secundario del transformador, es decir,

$$I_s = 25.000 / 1,73 \times 400 = 36,12 \text{ A}$$

Por tanto, se instalará un Centro de Transformación sobre apoyo metálico, instalando un transformador de 25 KVA, de acuerdo a lo obtenido en el Anejo de Cálculos Eléctricos. Dicho Centro de Transformación se construirá de acuerdo a Normas particulares y tensión de servicio indicadas por la Compañía suministradora y de acuerdo a la potencia del transformador a ubicar. Se cumplirán todas las prescripciones señaladas en el Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Para la alimentación de todos los equipos eléctricos de la depuradora, es necesario derivar varias líneas de alimentación a los distintos equipos eléctricos instalados, que partirán desde el Cuadro General o Cuadro de Control de Motores.

#### 4.8.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

##### Generalidades.

El transformador a instalar será trifásico en baño de aceite, tipo exterior, con las siguientes características:

Tipo.....EXTERIOR EN APOYO.  
Potencia.....25 KVA.  
Tensión primaria.....15.000 V  $\pm$  5%.  
Tensión secundaria.....400-230 V.  
Frecuencia.....50 Hz.  
Calentamiento en cobre.....65 °C.  
Regulación en Alta Tensión.....  $\pm$  5%.

##### Interconexión de Baja Tensión.

El interconexión desde el transformador al cuadro de control de motores proyectado, se realizará con conductor de cobre enterrado en zanja bajo tubo de PVC, con aislamiento en PRC de 0,6/1KV y sección de acuerdo a lo obtenido en el Anexo de Cálculos.

##### Tomas de Tierra.

Para el cumplimiento de la MIE RAT 13 del Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, se instalará un sistema de tierras con conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> y el número suficiente de picas para obtener los valores de tensiones de paso donde se ubicará el centro. Así mismo, se instalará una tierra de servicio, a las cuales se conectarán mediante cable aislado de 0,6/1KV. El

neutro del transformador.

Para la interconexión entre el sistema de puesta a tierra y los elementos a conectar a dicho sistema, se utilizará conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.

Se dará tierra a todos los elementos metálicos del Centro de Transformación, a excepción de puertas de acceso, ventanas, tapas, registros, etc., salvo en el caso que pudieran ponerse en contacto con partes bajo tensión por causa de defectos o averías.

#### **Equipo de Medida.**

Se montará en el interior de un módulo de doble aislamiento, normalizado por la Compañía suministradora para montaje exterior y alojará los siguientes elementos:

- 1 Contador de energía activa de /110/V3 de /5 A. doble tarifa con maxímetro.
- 1 Contador de energía reactiva de /110/V3 de /5A.
- 1 Reloj doble tarifa y maxímetro.
- 1 Regleta de verificación.

La interconexión entre los transformadores de medida y los contadores se realizará con conductor de cobre de 750 V. de tensión de aislamiento de 2,5mm<sup>2</sup> de sección en montaje superficial bajo tubo de plástico endurecido.

#### **4.8.4.- INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN.**

Se instalará un cuadro de control de motores, el cual se encargará de gobernar a los distintos equipos instalados en la depuradora. Desde este cuadro partirá una línea en B.T. hacia el Subcuadros de Alumbrado y Fuerza.

Así mismo se dotará al sistema de control de autómatas programables tipo PLC para controlar principalmente el caudal de agua y de fangos, entre otros.

Además de las líneas a motores, se instalarán líneas de alimentación a los equipos de medición que se instalen en las distintas zonas de la Planta Depuradora, siendo del tipo monofásica. Dichos equipos de medición serán igualmente interconectados con los autómatas y registradores mediante cables del tipo apantallado.

Para la alimentación de los receptores de alumbrado que se instalen en los distintos edificios, se instalarán circuitos en montaje superficial bajo tubo con grado de protección contra la proyección de agua, estando constituidos por conductores de cobre de 750 V. de tensión de aislamiento tipo “hilo de línea” de las secciones obtenidas en el Anejo de Cálculos Eléctricos. Además de las líneas de alumbrado, se instalarán otras para la alimentación de las bases de usos varios (monofásicas y trifásicas).

El alumbrado interior de los Edificios de la EDAR, se realizará mediante luminarias fluorescentes, que serán estancas en el edificio de explotación, plafones estancos en las zonas de aseos y de lavamanos en la zona de Control del edificio.

El circuito de alumbrado exterior, partirá desde el cuadro de Alumbrado y Fuerza ubicado en el Edificio de explotación siendo éste alimentado desde el cuadro de control de Motores.

El diseño de iluminación de las distintas dependencias se ha realizado teniendo en cuenta los niveles de iluminación marcados en el Pliego.

Respecto al alumbrado exterior de la Planta Depuradora, éste se realizará mediante lámparas de descarga provistas de equipo reductor de flujo para el ahorro energético durante la noche. Dichos equipos se instalarán en luminarias de 250W. De VMCC, sobre columnas de 8 metros de altura. Para la alimentación de dichos puntos, se



Instalarán circuitos cuyo trazado transcurrirá por las canalizaciones eléctricas de la Planta. También se instalarán luminarias adosadas a la pared mediante brazos murales de 1 metro de longitud y equipadas con lámparas de 125W. De VMCC.

La instalación eléctrica a realizar se ajustará a cuantas disposiciones dicta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T.) y muy particularmente a la instrucción ITC- BT- 30, referente a locales Húmedos.

Para la toma de tierra de toda la instalación de baja tensión se dispondrá por cada cuadro de una configuración de picas de cobre de dos metros de longitud y 14 mm. De diámetro, convenientemente dispuestas e introducidas en el terreno de acuerdo a la resistividad del mismo a fin de obtener la resistencia mínima señalada en el Reglamento en vigor. Para el conexionado de estas picas con los cuadros de mando y protección se utilizará conductor de cobre de 35mm<sup>2</sup> de sección. Desde los cuadros de mando y protección de la misma sección que los conductores polares o de fase, haciéndose llegar dicho conductor de protección a todos los motores y bases instaladas.

Igualmente se dotará al alumbrado exterior de una toma de tierra individual por cada columna instalada, para conseguir que la resistencia de difusión de tierra de cualquier punto accesible de dicho alumbrado sea inferior a los 40 Ohmios reglamentados.

Para la puesta a tierra de las estructuras de los distintos elementos, se instalará una red de tierra general con conductor de cobre desnudo y picas en número suficiente.

## 5.- CONSIDERACIONES FINALES

### 5.1.- FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Para la revisión de precios se usará la fórmula indicada en este apartado y que es como sigue:

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

Siendo el significado de los distintos signos empleando el siguiente:

- $K_t$  = Coeficiente teórico de revisión para el momento de la ejecución t.
- $H_o$  = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.
- $H_t$  = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- $E_o$  = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- $C_o$  = Índice de coste del cemento en la fecha de la licitación.
- $C_t$  = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
- $S_o$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- $S_t$  = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

### 5.2.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

De acuerdo con lo reflejado en los programas de trabajo, el plazo de construcción de las obras e instalaciones será de **SIETE (7) MESES**.

### 5.3.- CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación exigida para la realización de las obras es la siguiente:

**GRUPO K, SUBGRUPO 8, CATEGORÍA E.**

Dicha clasificación, se ha obtenido según el art.25 de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas que establece varios grupos y subgrupos de aplicación para la clasificación de empresas en los contratos de obras, de entre los cuales el que se identifica con este proyecto es el grupo K) Especiales y el subgrupo 8. Estaciones de Tratamientos de aguas.

Por otra parte, según el art.26 de la citada Ley, se establecen las categorías de clasificación en los contratos de obras, determinados por su anualidad media. Dicha anualidad es obtenida dividiendo el presupuesto Base de Licitación por el número de meses del plazo de ejecución y multiplicando por 12 el cociente resultante.

### 6.-PRESUPUESTOS

El Presupuesto de Base de Licitación de la EDAR de El Torno asciende a la cantidad de UN MILLÓN DOSCIENTOS UN MIL SEISCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON OCHENTA Y DOS CENTIMOS DE EURO (1.201.622,82 € )

### 7.- CALIFICACIÓN DE OBRA COMPLETA

A efectos de lo previsto en los artículos 58 y 59 de la Ley de Contratos del Estado, se hace constar que el contenido del presente Proyecto constituye una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público general.

## 8.- CONCLUSIÓN

Con todo lo anteriormente expuesto se considera suficiente la información dada para comprender el carácter de las obras a realizar y constando los documentos necesarios para que se tramite su aprobación.

LA EMPRESA CONTRATISTA

LA DIRECCIÓN DE OBRA

Fdo: José Luís González Orodea  
I.C.C.P. Colegiado nº 10.504

Toledo, Marzo de 2.009

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

- 1.- CARACTERIZACIÓN DE VERTIDOS.
- 2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.
  - 2.1.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS FUNCIONALES.
  - 2.2.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS.
  - 2.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL
  - 2.4.- CÁLCULOS DE OBRA CIVIL.
- 3.- VARIABLES DEL PROYECTO.
- 4.- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.
- 5.- ESTUDIO DE INUNDABILIDAD
- 6.- CALIDAD DEL AGUA BRUTA.
- 7.- CALIDAD DEL AGUA TRATADA.
- 8.- GASTOS DE EXPLOTACIÓN.
- 9.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.
- 10.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- 11.- PLAN DE OBRAS.
- 12.- ESTUDIO GEOTÉCNICO.
- 13.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO.
- 14.- EXPROPIACIONES.
- 15.- ANEJO FOTOGRÁFICO.

16.- NORMATIVA DE VERTIDOS.

17.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.