

INDICE

1.	ANTECEDENTES.....	2
2.	CAMBIOS SIGNIFICATIVOS EN EL PROYECTO MODIFICADO.....	3
2.1.	Cambios en los Datos de Partida	3
2.2.	Cambios en el proceso.....	3
2.3.	Cambios en los equipos	3
2.4.	Cambios en la obra civil	5
3.	BASES DE DISEÑO.....	6
4.	LINEA DE TRATAMIENTO.	8
5.	DESCRIPCION DE LA INSTALACION.....	9
5.1.	Pozo de gruesos	9
5.2.	Bombeo inicial.....	10
5.3.	Desbaste fino	10
5.4.	Tratamiento biológico	11
5.4.1.	Sistema de aireación.	12
5.4.2.	Sistema de agitación	12
5.5.	Decantación secundaria.....	13
5.6.	Producción de fangos biológicos.....	14
5.7.	Recirculación de fangos.	15
5.8.	Espesamiento de fangos.....	15
5.8.1.	Acondicionamiento del fango.....	15
5.9.	Depósito para los fangos espesados	16
5.10.	Deshidratación de fangos	16
5.10.1.	Unidad de deshidratación.....	16
5.10.2.	Bombeo de fangos a deshidratación	17
5.10.3.	Acondicionamiento del fango	17
5.11.	Agua de riego, limpieza y servicios.....	18
5.12.	Instrumentación y tomamuestras	18

1. ANTECEDENTES

Las empresas OHL, S.A. y INIMA Servicios Europeos de Medio Ambiente, S.A., presentan en los documentos que se adjuntan, la propuesta de proyecto modificado de la obra:

DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE VILLALGORDO (ALBACETE)

Obra que les fue adjudicada por la Consejería de Obras Publicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

La estación propuesta se ha diseñado siguiendo criterios de depuración experimentados en el mundo entero, consiguiendo un funcionamiento sencillo y totalmente seguro, de elevado rendimiento y muy fácilmente adaptable a las diferentes condiciones del agua de entrada.

2. CAMBIOS SIGNIFICATIVOS EN EL PROYECTO MODIFICADO

2.1. Cambios en los Datos de Partida

Los resultados de una campaña de análisis realizada en febrero del 2003 aconsejaron modificar los datos de partida, adoptándose los que se reflejan en el apartado de Bases de diseño de esta memoria.

2.2. Cambios en el proceso

A fin de reducir los costes de inversión y de explotación, de la E.D.A.R, se propone cambiar el funcionamiento secuencial de los 2 reactores biológicos por un funcionamiento continuo y en serie.

2.3. Cambios en los equipos

- Se introduce una reja de gruesos en el bombeo del río.
- Se introduce un polipasto eléctrico para el accionamiento de la cuchara bivalva.
- Se cambia el tamiz de canal por un rototamiz para evitar decantaciones en el canal dado el caudal tan pequeño de la planta.
- Se elimina el desarenador ya que se instalará un rototamiz de paso muy pequeño, 1mm, que hará las veces de desarenador.
- Dado el pequeño volumen del tanque anaerobio, es suficiente que sea de 1 única cámara.

- Tal como se justifica en los cálculos de proceso, se modifica la potencia de los 2 rotores que se utilizaban para el aporte de oxígeno a los reactores.
- Los 2 rotores que se utilizaban para la agitación de los reactores se sustituyen por aceleradores de corriente. Puesto que para conseguir un elevado rendimiento tanto en la eliminación de fósforo como de nitrógeno es necesario reducir el aporte de oxígeno al estrictamente necesario, es preferible que la agitación no se realice con rotores superficiales puesto que estos, al tiempo que agitan introducen oxígeno.
- Si los 2 reactores funcionan en serie y en continuo las compuertas murales de entrada al reactor pueden ser manuales en lugar de motorizadas. Por la misma razón, los vertederos motorizados de salida se sustituyen por dos vertederos fijos y dos compuertas manuales de regulación. Y Por la misma razón anterior, no son necesarios los medidores de Redox. El control se realiza a partir de la señal de O₂ que emite la sonda instalada en cada canal. En el primer canal, donde se mantiene una concentración de O₂ baja (0,1ppm), se realiza la nitrificación, la desnitrificación y la reducción de DBO simultáneamente. En el segundo canal con una concentración de 2 ppm se acaban de eliminar la DBO y de nitrificar el NH₄.
- Se eliminan las bombas de flotantes del decantador al pretratamiento puesto que pueden conducirse por gravedad al pozo de entrada.
- Siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de espesadores rotativos y de centrífugas, se aumenta la capacidad del depósito de fangos espesados y se incluyen variadores de frecuencia para las bombas de entrada al espesador y de entrada a la centrífuga.
- Dado el pequeño consumo de polielectrolito en la deshidratación de fangos, la instalación de preparación automática puede sustituirse por un depósito de 1000 lts. con agitador.

- Se sustituye la bomba de impulsión de fangos deshidratados al contenedor por un cinta transportadora puesto que dicha bomba presenta un elevado coste de mantenimiento.

2.4. Cambios en la obra civil

- Se sustituye el cerramiento posterior de la E.D.A.R. por cerramiento de malla galvanizada de simple torsión de 2 m de altura.
- Los colectores de P.R.F.V. se sustituyen por tuberías de PVC de doble capa, del mismo diámetro.
- El camino de acceso a la E.D.A.R. se proyecta con doble tratamiento superficial.
- Los revestimientos de los edificios serán, en el exterior, a base de mortero monocapa tipo "Cotegran" de color a elegir por D.F.
- Los forjados serán a base de losa alveolar y capa de compresión.
- Las ventanas se protegerán con rejas de seguridad constuidas en acero pintado con pintura tipo "oxiron".
- Se elimina la cloración incluso el edificio
- Se proyecta una red de riego con agua tratada.
- Se proyecta un camino de acceso nuevo

3. BASES DE DISEÑO

A continuación se exponen las nuevas bases de diseño:

CAUDALES:

Caudal máximo entrada planta	:	46,40	m ³ /h
Caudal máximo desbaste	:	46,40	m ³ /h
Caudal máximo desarenado	:	46,40	m ³ /h
Caudal máximo tratamiento biológico	:	46,40	m ³ /h
Caudal medio	:	23,44	m ³ /h
Caudal diario	:	563	m ³ /día

CARGAS CONTAMINANTES EN EL AGUA DE ENTRADA:

DBO₅:

Concentración máxima	:	500	mg/l
Concentración media	:	320	mg/l
Carga diaria	:	180,0	Kg/día
Habitantes equivalentes	:	3.000	hab.eq

Sólidos en suspensión:

Concentración máxima	:	375	mg/l
Concentración media	:	280	mg/l
Carga diaria	:	157,5	Kg/día

Nitrógeno:

Concentración media TKN	:	50,0	mg/l
Carga diaria	:	28,1	Kg/día

Fósforo:

Concentración media	:	11,0	mg/l
---------------------	---	------	------

Carga diaria : 6,2 Kg/día

CALIDAD EXIGIDA EN EL AGUA EFLUENTE:

Concentración media DBO5 : ≤ 25 mg/l

Concentración media SS : ≤ 35 mg/l

Concentración media N total : ≤ 15 mg/l

Concentración media Fósforo : ≤ 2 mg/l

CONCENTRACION DEL FANGO DESHIDRATADO : 20 %

4. LINEA DE TRATAMIENTO.

A continuación se resume la línea de tratamiento propuesta.

Línea de agua:

<u>PROCESO</u>	<u>Nº LÍNEAS o UDS</u>
POZO DE GRUESOS	1
BOMBEO DE ELEVACION INICIAL	1+1
DESBASTE : TAMIZADO	1
MEDICION DE CAUDAL	1
REACTOR BIOLÓGICO: 1 cámara anaerobia y 2 canales de oxidación conectados en serie	
DECANTADOR SECUNDARIO	1

Línea de fangos:

<u>PROCESO</u>	<u>Nº LÍNEAS o UDS</u>
BOMBEO FANGOS BIOLOGICOS EN EXCESO	1
BOMBEO RECIRCULACION FANGOS	1+1
ESPESADOR ROTATIVO	1
DESHIDRATACION DE FANGOS : CENTRIFUGAS	1

5. DESCRIPCION DE LA INSTALACION.

En los apartados siguientes de esta memoria y en los anejos que la acompañan se describen las distintas instalaciones de que consta la estación depuradora proyectada.

5.1. Pozo de gruesos

La primera operación de tratamiento es un predesarenado de las aguas a fin de eliminar las gravas y arenas gruesas arrastradas por las aguas, principalmente en tiempo de lluvia. El predesarenado se realizará en 1 pozo de 4,07 m³ de volumen útil, con unas dimensiones mínimas para que la cuchara no golpee las paredes. Las condiciones de operación conseguidas son adecuadas para que puedan decantar los sólidos más pesados. Las condiciones que se consiguen son las siguientes:

Tiempo de retención a caudal máximo	: 5,26 min
Tiempo de retención a caudal medio	: 10,42 min
Velocidad de paso a caudal máximo	: 0,01 m/s
Velocidad de paso a caudal medio	: 0,00 m/s
Carga hidráulica a caudal máximo	: 12,89 m ³ /m ² /h
Carga hidráulica a caudal medio	: 6,51 m ³ /m ² /h

La extracción de las gravas se realizará mediante una cuchara bivalva de 0,10 m³ de capacidad, suspendida de un polipasto eléctrico de 1.000 Kg de carga, que permite su desplazamiento a lo largo del pozo.

El fondo del pozo se protegerá contra los golpes de la cuchara mediante perfiles de acero parcialmente embebidos en el hormigón.

Las gravas recogidas serán descargadas en 1 contenedor de 4,25 m³ de capacidad.

A la salida del pozo de gruesos se instalará una reja de protección, de limpieza manual, de 600 mm de anchura y de 600 mm de altura, formada por barrotes verticales de 53 mm de paso y 12 mm de grosor.

5.2. Bombeo inicial

La estación de bombeo se ha diseñado para el caudal máximo admisible en la planta, 46,40 m³/h, habiéndose previsto la instalación de 2 bombas centrífugas sumergibles (1 de ellas en reserva).

Las bombas instaladas suministrarán un caudal unitario de 47 m³/h a 9,3 m.c.a, con una potencia instalada de 3 kW.

El accionamiento de las distintas bombas se activará a través de los interruptores de nivel, de tipo flotador, que se instalarán en el pozo.

Se ha previsto que la entrada en servicio de las bombas sea rotativa a fin de que todas ellas, incluso la de reserva, funcionen un número similar de horas.

5.3. Desbaste fino

La operación de desbaste fino se realizará en 1 rototamiz de 1 mm de luz, y se instalará también 1 reja de limpieza manual de 15 mm de paso, para permitir el by-pass del tamiz.

La puesta en marcha y paro del tamiz se activará mediante un temporizador y un interruptor tipo flotador metálico.

Se ha estimado una producción diaria de sólidos de 0,06 m³/día, que se almacenarán en 1 contenedor de 1,1 m³ de capacidad.

5.4. Tratamiento biológico

El tratamiento biológico permite transformar en decantable la materia biodegradable disuelta en el agua residual.

En esta planta se propone construir 1 reactor formado por 1 cámara anaeróbica de 47 m³ y por 2 canales de oxidación de 304 m³ cada uno.

El reactor trabajará a una carga másica de 0,069 Kgr.DBO₅/día/KgMLSS con una concentración de sólidos de 4,00 Kg/m³. Permitirá un tiempo de retención hidráulico de 27,94 horas a caudal medio y una edad del fango de 20,0 días.

La circulación del agua se realizará desde la cámara anaeróbica al primer reactor y desde éste al segundo, en continuo, las 24 horas del día. Sin embargo a fin de poder dejar fuera de servicio alguno de los dos reactores, la cámara anaeróbica se comunicará, mediante una tubería y una compuerta mural de accionamiento manual, a cada uno de los reactores.

El agua saldrá del segundo reactor a través de una compuerta mural de accionamiento manual que permitirá regular el nivel de agua en el reactor. Se dispondrá también de un vertedero de seguridad de labio fijo, para evitar que se supere la sumergencia máxima aceptable.

A fin de poder trabajar eventualmente con solo el primer reactor, se instalará también en el una compuerta de salida y un vertedero de seguridad.

En el primer canal de oxidación se mantendrá una concentración de oxígeno baja, de unos 0,5 ppm, a fin de conseguir unas condiciones anóxicas suficientes para desnitrificar los nitratos que se van formando, mientras que en el segundo canal la concentración se mantendrá a 2 ppm para asegurar que acabe de nitrificarse todo el nitrógeno amoniacal presente y que el agua llegue al decantador suficientemente oxigenada.

5.4.1. Sistema de aireación.

Se instalarán rotores de discos en lugar de los rotores de paletas especificados en el proyecto de licitación.

La justificación técnica del cambio es la siguiente: el menor tamaño de rotores del tipo especificado en el proyecto de licitación que se encuentra en el mercado es el de 15 kW. Esta potencia es superior a la potencia necesaria, 7,5 kW, y además para su correcto funcionamiento necesita unas dimensiones mínimas del reactor que obligarían a construir un reactor un 50% superior al necesario.

Se instalarán pues, un total de 30 discos de poliestireno de 1378 mm de diámetro, distribuidos en 2 rotores, accionados por moto reductores, con motores y discos girando a 1.500 r.p.m. y 48,4 r.p.m. respectivamente.

Las potencias totales, nominal máxima instalada y eléctrica media absorbida , ascienden a 18,4 kW y 10,79 kW respectivamente.

Los equipos instalados permiten un aporte de oxígeno máximo igual a 13,86 kgO_{2st}/h en condiciones estándar , valor que representa un 147% sobre las necesidades medias.

5.4.2. Sistema de agitación

En la cámara anaerobia se instalará un agitador sumergible de 1,3 kW.

Para la agitación de los canales de oxidación se instalará, en cada uno de ellos, un acelerador de corriente de 4 kW de potencia, con una hélice 1200 mm de diámetro y girando a 102 r.p.m.

5.5. Decantación secundaria.

En la decantación secundaria se produce la sedimentación de sólidos decantables generados en el reactor biológico.

Para el proceso de decantación secundaria se ha proyectado 1 decantador que trabajará con los siguientes caudales:

Caudal máximo unitario (sin recirculación)	: 46,40 m ³ /h
Caudal medio unitario (sin recirculación)	: 23,44 m ³ /h
Caudal recirculación máximo unitario	: 41,20 m ³ /h
Caudal recirculación medio unitario	: 29,43 m ³ /h
Caudal máximo unitario (con recirculación)	: 87,60 m ³ /h
Caudal medio unitario (con recirculación)	: 52,87 m ³ /h

siendo sus dimensiones unitarias principales :

Diámetro decantador	: 9,5 m
Altura de agua en pared	: 3,00 m
Altura de agua en vertedero	: 3,05 m
Pendiente del fondo	: 10 %
Situación canal perimetral	: interior
Longitud vertedero	: 27,02 m
Superficie	: 70,88 m ²
Volumen	: 223,87 m ³

consiguiéndose las siguientes condiciones de operación:

Carga hidráulica a caudal máximo (sin recirculación)	: 0,65 m ³ /h/m ²
Carga hidráulica a caudal medio (sin recirculación)	: 0,33 m ³ /h/m ²
Carga de sólidos a caudal máximo (con recirculación)	: 4,94 kg/h/m ³
Carga de sólidos a caudal medio (sin recirculación)	: 2,98 kg/h/m ²
Tiempo retención a caudal máximo (con recirculación)	: 4,82 h
Tiempo retención a caudal medio (con recirculación)	: 9,55 h

Carga en vertedero a caudal máximo (sin recirculación): $1,72 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Carga en vertedero a caudal medio (sin recirculación) : $0,87 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$

Las cargas hidráulicas son inferiores a las usuales a fin de limitar al máximo el fósforo que pueda escapar con los sólidos del agua efluente.

El mecanismo del decantador es de accionamiento perimetral con una potencia instalada de 0,18 kW.

Está dotado de unas rasquetas de fondo y de una barredera superficial , quedando así asegurada la conducción de los fangos a la zona central del fondo del decantador, y de los flotantes a la tolva superficial de recogida.

El agua llega a través de una tubería de 200 mm de diámetro y descarga en el interior de una campana deflectora , la cual mejora notablemente el rendimiento de la decantación.

El agua clarificada escapa por la parte superior a través de un vertedero tipo Thompson de entallas triangulares, protegido con pantalla de detención de flotantes, y vierte sobre un canal interior, construido a lo largo de todo el perímetro. De esta manera se asegura la equirrepartición del flujo sin crear corrientes preferenciales de salida.

5.6. Producción de fangos biológicos.

En el proceso biológico se producen unos fangos en exceso que hay que extraer a fin de mantener constante la concentración de sólidos en el reactor biológico.

Se ha previsto poder purgar 1 día a la semana, 10 horas al día. Así pues, y tal como se justifica en los cálculos, deberán purgarse 917,7 Kg de materia seca el día que se realice la purga, que a una concentración de sólidos en los fangos de $7.000 \text{ gr}/\text{m}^3$ resulta un caudal de purga diario de $131,1 \text{ m}^3/\text{día}$ y horario de $13,11 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para la extracción de los fangos se instalará 1 bomba helicoidal que suministrará un caudal unitario de $16 \text{ m}^3/\text{h}$ a 15 m.c.a., con una potencia instalada de 2,2 KW .

5.7. Recirculación de fangos.

A fin de restituir al reactor biológico los fangos activos que pasan de éste al decantador secundario, se realizará una recirculación de los mismos desde el fondo del decantador a la entrada del reactor.

Aunque el caudal de recirculación necesario según cálculos representa un 126 % del caudal medio de entrada al tratamiento biológico, la capacidad de recirculación que se ha previsto representa el 175 % de dicho caudal.

Se instalarán 2 bombas sumergibles ,1 en reserva, de $41,24 \text{ m}^3/\text{h}$ a 3 m.c.a. con una potencia instalada de 2,20 kW.

5.8. Espesamiento de fangos

El espesado de los fangos se realizará mediante un espesador rotativo que acepta un caudal máximo de entrada $15 \text{ m}^3/\text{h}$ al 0,7 %, y permite concentrarlo hasta el 4%. El agua del filtrado se devuelve, directamente por gravedad, a cabecera de planta.

Se utiliza este tipo de equipo en lugar de un espesador de gravedad para facilitar la eliminación del fósforo . En los espesadores por gravedad, los microorganismos pueden liberar de nuevo una parte del fósforo que han absorbido en el reactor biológico ya que se encuentran en condiciones anaeróbicas, con lo que el fósforo retorna a cabecera de planta con el sobrenadante.

5.8.1. Acondicionamiento del fango

A fin de mejorar la filtrabilidad de los fangos, es necesario su acondicionamiento químico mediante la adición de polielectrolito.

Así pues, antes de introducirlos en el espesador entran en un depósito agitado, el floculador de fangos, donde se mezclan con polielectrolito.

La experiencia ha demostrado que en la fase de espesado funcionan mejor los polielectrolitos que se comercializan en estado líquido. El polielectrolito previsto presenta una concentración de 400 g/l y posteriormente se diluye hasta una concentración de 0,7 g/l, utilizando agua tratada de la salida de la depuradora.

Para la dosificación y dilución del polielectrolito líquido se instalará 1 equipo compacto que incluye 1 bomba dosificadora, tipo peristáltica, de caudal regulable de 0,9 a 1,20 l/h, 2 cámaras de dilución agitadas y accesorios varios, válvulas, rotámetros, etc. necesarios para una correcta operación.

5.9. Depósito para los fangos espesados

Después del espesado de los fangos se procederá a la deshidratación de los fangos mediante una centrífuga.

Es necesario disponer un tanque pulmón que absorba el posible desajuste entre el caudal de salida del espesador y el de entrada a la centrífuga. Para ello se construirá un depósito en obra civil de 3,88 m³, que permitirá un tiempo de retención de 1,69 horas.

5.10. Deshidratación de fangos

5.10.1. Unidad de deshidratación

Para la deshidratación de los fangos se instalará una centrífuga que permite deshidratar un caudal máximo de 4 m³/h del tipo de fangos especificados en esta planta.

Se ha previsto que la instalación pueda funcionar como mínimo 10 horas diarias, 1 día a la semana, lo que supondría un caudal de alimentación de 2,29 m³/h. Con este régimen de funcionamiento se obtendría un volumen diario de 4,20 m³ de fangos con una concentración de materia seca del 20 %.

El fango deshidratado se transportará mediante 1 cinta transportadora y se almacenará en 1 contenedor de 4,25 m³ de capacidad unitaria permitiendo disponer de un stock de fangos de 1 día.

El agua del filtrado se devuelve, directamente por gravedad, a cabecera de planta.

5.10.2. Bombeo de fangos a deshidratación

Para el bombeo de los fangos a deshidratar se instalará 1 bomba helicoidal que suministrará un caudal regulable entre 0,70 y 4 m³/h a 15 m.c.a , accionada mediante un variador de frecuencia de 0,75 kW.

5.10.3. Acondicionamiento del fango

A fin de mejorar la filtrabilidad de los fangos, es necesario su acondicionamiento químico mediante la adición de polielectrolito.

El consumo de floculante se calcula entre 4,0 y 6,0 Kg por cada 1.000 Kg de materia seca.

El polielectrolito se dosifica diluido. Primeramente se prepara una dilución de 5 gr/l y luego se realiza una dilución en línea para conseguir una dilución final de 1 gr/l. El control del caudal de agua para esta postdilución se realizará mediante un medidor de caudal tipo rotámetro.

Para la dosificación de la dilución preparada se instalarán 1 bomba dosificadora, tipo membrana, que proporcionará un caudal regulable entre 17 - 170 l/h, mediante un variador mecánico.

Para la preparación de la dilución se instalará 1 depósito de 1 m³ de capacidad que permitirá una autonomía unitaria de 13,5 horas.

5.11. Agua de riego, limpieza y servicios

Para el riego, limpieza y dilución de reactivos, se reutilizará el agua de salida de la planta previa su filtración en un filtro de limpieza automático.

Se ha previsto un grupo de presión para poder disponer de agua para servicios varios, a una presión adecuada.

El grupo de bombeo instalado constará de 2 bombas, en funcionamiento simultáneo, que suministrará un caudal total de 14 m³/h a 42 m.c.a.

5.12. Instrumentación y tomamuestras

En la tabla siguiente se resume la instrumentación prevista.

<u>MEDIDA</u>	<u>TIPO</u>	<u>UNIDADES</u>
Caudal en el tratamiento biológico	magnético	1
Caudal de recirculación de fangos	magnético	1
Caudal de purga de fangos en exceso	magnético	1
Caudal de fangos a deshidratación	magnético	1
Oxígeno disuelto en aireación		2
Medidor de nivel en el tanque de fangos espesados		1

Se incluirá también 1 tomamuestras automático

