



**Junta de Comunidades de  
Castilla -La Mancha  
Consejería de Obras Públicas**

Nº EXPEDIENTE: HV-CR-96-271

**ESTUDIO DE ANALITICA Y REDACCION DEL  
PROYECTO DE LAS ESTACIONES DEPURADORAS  
DE AGUAS RESIDUALES DE HERENCIA, PUERTO  
LAPICE, VILLARTA DE SAN JUAN, ARENAS DE  
SAN JUAN, VILLARRUBIA DE LOS OJOS Y LAS  
LABORES (TABLAS DE DAIMIEL)**

**E.D.A.R. DE LAS LABORES**

**DOCUMENTO Nº 1  
MEMORIA Y ANEJOS I  
TOMO I**

**DOCUMENTO N° 1**  
**MEMORIA Y ANEJOS**

## **MEMORIA**

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>Página 1</b>
1.1.	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO	
<b>2.</b>	<b>DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER .....</b>	<b>Página 2</b>
2.1.	POBLACIÓN	
2.2.	CAUDALES ADMISIBLES EN DIVERSAS FASES TRATAMIENTO	
2.2.1.	LÍNEA DE AGUA	
2.2.2.	LÍNEA DE FANGOS	
2.3.	CONTAMINACIÓN	
2.4.	RESULTADOS A OBTENER	
2.4.1.	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA TRATADA	
2.4.2.	CARACTERÍSTICAS DEL FANGO	
2.5.	PREVISIÓN PARA FUTURAS AMPLIACIONES	
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO ADOPTADO .....</b>	<b>Página 6</b>
3.1.	PLANTEAMIENTO GENERAL	
3.2.	CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PROCESO ADOPTADO	
3.3.	LÍNEA DE TRATAMIENTO ADOPTADA	
3.4.	LÍNEA PIEZOMÉTRICA	
<b>4.</b>	<b>CRITERIO DE DISEÑO .....</b>	<b>Página 14</b>
<b>5.</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS .....</b>	<b>Página 15</b>
5.1.	LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUA	
5.1.1.	CONEXIÓN CON EL COLECTOR EMISARIO	
5.1.2.	OBRA DE LLEGADA Y BY-PASS GENERAL	
5.1.3.	PREDESBASTE DE SÓLIDOS GRUESOS	
5.1.4.	BOMBEO DE AGUA BRUTA	
5.1.5.	TAMIZADO DE SÓLIDOS FINOS	
5.1.6.	DESARENADO-DESENGRASADO	
5.1.6.1.	DESARENADOR-DESENGRASADOR	
5.1.6.2.	EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE ARENAS	
5.1.6.3.	EXTRACCIÓN Y SEPARACIÓN DE GRASAS Y FLOTANTES	

- 5.1.7. MEDIDA DE CAUDAL ENTRADA TRATAMIENTO BIOLÓGICO Y BY-PASS
- 5.1.8. TRATAMIENTO BIOLÓGICO
  - 5.1.8.1. REACTOR BIOLÓGICO
  - 5.1.8.2. FUNCIONAMIENTO DEL REACTOR BIOLÓGICO
  - 5.1.8.3. PRECIPITACIÓN SIMULTÁNEA DEL FÓSFORO
  - 5.1.8.4. DECANTACIÓN SECUNDARIA
- 5.1.9. DESINFECCIÓN DEL EFLUENTE
  - 5.1.9.1. CÁMARA DE CONTACTO
  - 5.1.9.2. DOSIFICACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE HIPOCLORITO
- 5.1.10. RESTITUCIÓN DE AGUA TRATADA
- 5.2. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE FANGOS
  - 5.2.1. PURGA Y BOMBEO DE FANGOS BIOLÓGICOS
    - 5.2.1.1. PURGA DE FANGOS DEL DECANTADOR
    - 5.2.1.2. BOMBEO DE RECIRCULACIÓN DE FANGOS
    - 5.2.1.3. BOMBEO DE FANGOS EN EXCESO
  - 5.2.2. ESPESAMIENTO DE FANGOS
  - 5.2.3. DESHIDRATACIÓN DE FANGOS
    - 5.2.3.1. BOMBEO DE FANGOS A DESHIDRATACIÓN
    - 5.2.3.2. CENTRIFUGADORAS
    - 5.2.3.3. ALMACENAMIENTO DE FANGOS DESHIDRATADOS
- 5.3. ELECTRICIDAD GENERAL
  - 5.3.1. FUERZA EN BAJA TENSIÓN
  - 5.3.2. LÍNEAS DE ALIMENTACIÓN
  - 5.3.3. ALUMBRADO GENERAL
  - 5.3.4. INSTALACIÓN GENERAL DE TIERRAS
- 5.4. CONTROL Y AUTOMATISMO
- 5.5. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS
  - 5.5.1. RED DE AGUA POTABLE
  - 5.5.2. RED DE AGUA DE SERVICIOS
  - 5.5.3. RED DE VACIADOS
  - 5.5.4. LABORATORIO
  - 5.5.5. ALMACÉN TALLER
  - 5.5.6. REPUESTOS
  - 5.5.7. MOBILIARIO

	5.5.8.	PROTECCIONES	
	5.5.9.	EQUIPOS DE MANUTENCIÓN	
5.6.		EDIFICIOS, ESTRUCTURAS URBANIZACIÓN Y ACCESOS	
	5.6.1.	EDIFICACIÓN	
	5.6.2.	ESTRUCTURAS	
	5.6.3.	CIMENTACIONES	
	5.6.4.	URBANIZACIÓN Y ACCESOS	
5.7.		CONEXIONES CON EL EXTERIOR	
	5.7.1.	LLEGADA DE AGUA BRUTA	
	5.7.2.	RESTITUCIÓN DE AGUA TRATADA	
	5.7.3.	CAMINO DE ACCESO A E.D.A.R.	
	5.7.4.	PUNTO DE ENGANCHE DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	5.7.5.	PUNTO DE CONEXIÓN DE AGUA POTABLE	
6.		JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	Página 60
7.		PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA .....	Página 61
8.		REVISIÓN DE PRECIOS .....	Página 62
9.		DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO .....	Página 63
10.		CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....	Página 66
11.		DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....	Página 67
12.		PRESUPUESTOS .....	Página 68

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO**

El 11 de Abril de 1996 se aprueba por Resolución de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha el Expediente de Asistencia Técnica para el "Estudio de Analítica y Redacción del Proyecto de las E.D.A.R. de Herencia, Puerto Lapice, Villarta de San Juan, Arenas de San Juan, Villarubia de los Ojos, Las labores (Ciudad Real)", siendo elevada a concurso público.

INTECSA, Internacional de Ingeniería y Estudios Técnicos S.A. presenta oferta al concurso convocado, siéndole adjudicado, firmándose el contrato con fecha 30 de Julio de 1996.

Con posterioridad se decidió unificar los proyectos de la E.D.A.R. de Villarta de San Juan, Las Labores, Puerto Lápice y Arenas de San Juan, emglobandolos en una sola actuación.

De acuerdo con lo anterior, el presente Proyecto tiene por objeto caracterizar los vertidos y precisar las obras e instalaciones necesarias para realizar la depuración de las aguas residuales generadas en el municipio de LAS LABORES, de forma que la calidad de las aguas vertidas al cauce receptor cumpla todos los requerimientos establecidos por la legislación vigente.

## 2. DATOS DE PARTIDA Y RESULTADOS A OBTENER

Después de analizar los resultados de las campañas de aforos y análisis realizadas y viendo la tendencia descendente del censo de población en los últimos años, se decide, para la obtención de los datos de partida, considerar la población actual de temporada alta, previendo un aumento del consumo de agua por habitante en los próximos años y mantener las concentraciones medias de contaminación resultantes de las campañas analíticas realizadas.

Con este método operativo, se pretende asegurar los resultados del tratamiento ante posibles aumentos de caudal o contaminación, sin la necesidad de prever ampliaciones futuras a corto plazo (20 años).

Para la obtención del caudal máximo se utiliza la fórmula  $Q_m \times (1,15 + 2,575/Q_m^{1/4})$ .

El caudal mínimo utilizado es el obtenido en la campaña de aforos realizada.

### 2.1. POBLACIÓN

De los estudios previos realizados (estudio demográfico y campaña de aforos y análisis) se desprende que la población del municipio de LAS LABORES es estable la mayor parte del año, excepto en los meses de verano, en los que se ve incrementada su población debido principalmente a la afluencia de veraneantes.

Población actual:

- Media: 700 hab.
- Alta: 1.200 hab.



La población considerada en el presente proyecto es la siguiente:

- Población de hecho.....	1.200	Hab
- Dotación.....	250	l/hab.día
- Población equivalente (60 gr/hb/día).....	1.940	Hab.equi
- Dotación.....	154,6	l/hab.día

## 2.2. CAUDALES ADMISIBLES EN DIVERSAS FASES TRATAMIENTO

### 2.2.1. Línea de agua

Detallamos a continuación, los diversos caudales admisibles en los diversos procesos de tratamiento de la planta depuradora para la etapa de diseño.

Caudal medio diario (QMD)	300	m <sup>3</sup> /día
Caudal medio horario (QMH)	12,50	m <sup>3</sup> /hora
Caudal punta horario (QPH)	31,50	m <sup>3</sup> /hora
Caudal máx. admisible en desbaste de gruesos, bombeo de agua bruta y pretratamiento	31,50	m <sup>3</sup> /hora
Caudal máx. admisible en tratamiento biológico	31,50	m <sup>3</sup> /hora
Caudal máximo de dilución (5 x QMH)	62,50	m <sup>3</sup> /hora

### 2.2.2. Línea de fangos

La capacidad de la totalidad de los componentes de la línea de fangos de la planta es la correspondiente al caudal medio diario de diseño.

## 2.3. CONTAMINACIÓN

De los estudio previos realizados se recoge la siguiente caracterización del agua residual que alcanza la planta depuradora.

- DBO <sub>5</sub> media	388 mg/l.
- DQO media	780 mg/l.
- S.S.T. media	295 mg/l.
- S.S.V. media	264 mg/l.
- N-NTK. media	64,1 mg N/l
- P.total medio	14,19 mg P/l
- Aceites y grasas	108 mg/l
- pH	7,49

Se considera que el contenido en nitratos del agua bruta es cero.

## 2.4. RESULTADOS A OBTENER

### 2.4.1. Características del agua tratada

El rendimiento de la estación depuradora, deberá garantizar el cumplimiento de lo indicado por el Real Decreto 11/1995 de transposición de la Directiva Comunitaria 91/271, teniendo en cuenta que se trata de zona Sensible.

De acuerdo con ello, el agua tratada analizada, tendrá como mínimo las siguientes características:

- DBO<sub>5</sub> . . . . . ≤ 25 ppm
- DQO . . . . . ≤ 125 ppm
- SST . . . . . ≤ 25 ppm
- N. total . . . . . ≤ 15 mg/l.
- P. total . . . . . ≤ 2 mg/l.
- Contaminación bacteriológica, cuando se utilice cloración (expresada en Escherichia Coli), nmp . . . . . ≤ 1.000/100 ml

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

#### 2.4.2. Características del fango

Asimismo, se garantiza que el fango procedente de la depuración, después de tratado y analizado, tendrá como mínimo las siguientes características:

- Sequedad (% en peso de sólidos secos) . . . . . ≥ 20%
- Reducción de sólidos volátiles en el proceso  
de estabilización . . . . . ≥ 40 %

#### 2.5. PREVISIÓN PARA FUTURAS AMPLIACIONES

En el estudio demográfico realizado (Anejo nº 1) puede observarse la tendencia al descenso de la población estudiada, por lo que no se han previsto en el proyecto futuras ampliaciones.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROCESO ADOPTADO**

#### **3.1. PLANTEAMIENTO GENERAL**

El presente apartado de la memoria tiene como fundamento exponer aquellos razonamientos, técnicos y económicos, que conducen a la elección del proceso de tratamiento incluido en el Proyecto.

Es necesario tener en cuenta que no se incluye la justificación de todos y cada uno de los elementos del proceso, sino únicamente de aquellos que por su singularidad, importancia, etc., determinan a juicio del proyectista, el interés del Proyecto. Los otros, por ser de uso corriente dentro del ámbito de la depuración, quedan perfectamente definidos en el apartado: 5. Descripción general de las Obras.

#### **3.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN DEL PROCESO ADOPTADO**

En el Anejo nº 2 de la presente Memoria se describe el proceso realizado para la elección de la alternativa de tratamiento considerada como idónea

En el mencionado Anejo se justifica la elección del tratamiento biológico mediante oxidación prolongada como el mas idóneo para tratar las aguas residuales generadas en el Municipio de Las Labores. Eligiéndose, el proceso mediante canal cerrado y aireadores superficiales, al resultar la alternativa más económica considerando un período de amortización de las instalaciones de 20 años.

A continuación se realiza la justificación de cada uno de los procesos unitarios de tratamiento.

**- Predesbaste de sólidos gruesos**

Dada la cota de llegada del colector emisario se ha incluido un predesbaste de sólidos gruesos con reja automática y manual en by-pass para proteger los equipos de elevación.

**- Tamizado de sólidos finos mediante tamiz rotativo**

Se ha incluido un proceso de tamizado para retener los pequeños residuos incorporados en el agua residual que podrían provocar problemas en las instalaciones posteriores de no eliminarse.

Se ha elegido un tamiz del tipo rotativo autolimpiante por ser el más económico dentro de los que funcionan correctamente con agua residual y disponer de cota suficiente para su instalación.

**- Desarenado-desengrasado en doble cámara aireado**

Se ha elegido este sistema de tratamiento para proteger las instalaciones de tratamiento biológico de grasas y arenas.

**- Medida de caudal en canal Parshall**

Se ha elegido este sistema de medida por resultar fiable y con un mantenimiento sencillo.

**- Tratamiento biológico mediante canal cerrado (Carrousel) y aireadores superficiales**

Como ya se ha indicado se ha elegido este tipo de tratamiento por resultar el más económico en el estudio de alternativas realizado.

El corazón del sistema de tratamiento desarrollado en el presente proyecto es el reactor biológico en forma de circuito, conocido como Carrousel, que ha sido desarrollado en base al concepto de zanja de oxidación.

Inicialmente las zanjas de oxidación se equipaban con aireadores del tipo cepillo de eje horizontal. Una desventaja de este tipo de aireador reside en su límite de transferencia de oxígeno que se sitúa en un valor unitario de alrededor de 75 Kg O<sub>2</sub>/h, ya que el eje horizontal de esta clase de aireadores se limita a una longitud máxima de 8 o 9 m., para evitar problemas mecánicos.

Otra desventaja de los aireadores del tipo cepillo es la limitada altura de agua permitida en el reactor (no puede superar los 3 metros), debido al accionamiento hidráulico preferentemente horizontal del aireador y a la pobre capacidad de dispersión de oxígeno en el sentido vertical.

En cambio, las turbinas de aireación de eje vertical no tienen estos problemas. La CO (Capacidad de Oxigenación) unitaria puede alcanzar valores del 400-500 Kg O<sub>2</sub>/h.

La profundidad máxima de agua permitida para el funcionamiento de turbinas de aireación depende del diámetro de la turbina y puede llegar hasta 5-6 m. gracias al fuerte accionamiento hidráulico en el sentido vertical.

Las ventajas de las turbinas verticales han permitido el desarrollo fundamental del reactor Carrousel.

El primer Carrousel fue construido en los Países Bajos en el año 1967. El concepto Carrousel ha resultado ser un diseño muy apropiado y de gran éxito debido a:

- su capacidad de eliminación avanzada de la  $\text{DBO}_5$  y el contenido de nitrógeno.
- su consumo energético bajo, en la práctica comparable con sistema de aireación por difusores.
- su bajo coste de mantenimiento. En los Países Bajos se encuentran sistemas Carrousel con capacidad hasta 100.000 habitantes equivalentes ( $20.000 \text{ m}^3/\text{d}$ ) que funcionan de forma automática, sin necesidad de la presencia y/o intervención de personal de explotación.
- su destacable sencillez de funcionamiento.
- su insensibilidad a vertidos de aguas residuales de choque.

En los primeros años, la capacidad de eliminación biológica de nitrógeno del Carrousel sorprendía a los proyectistas, ya que en aquellos momentos aún no se tenía un conocimiento completo de los mecanismos biológicos en el reactor, aunque tampoco existían límites de vertido para el efluente final en cuanto a nitrógeno.

Gradualmente se ha descubierto que la capacidad de eliminación de nitrógeno residía en la presencia de zonas con alto contenido en oxígeno alternadas por zonas pobres en oxígeno a lo largo de los canales que forma el reactor Carrousel.

Se observaba que en las zonas con una concentración de oxígeno mayor del  $0,5 \text{ mg/l}$  predominaba la oxidación y la conversión de amoníaco a nitrato. En las zonas con menos de  $0,5 \text{ mg O}_2/\text{l}$ , o sea en un ambiente anóxico, el nitrato formado anteriormente se transforma biológicamente en gas nitrógeno que escapa a la atmósfera y en oxígeno que nuevamente era aprovechado por los microorganismos. Por tanto se comprobó que en un reactor Carrousel se daba la existencia de procesos biológicos aeróbicos y anóxicos en paralelo.

En el presente, alrededor de 800 estaciones del tipo Carrousel están en funcionamiento a nivel mundial. La estación más grande es la depuradora de aguas residuales industriales de la empresa BASF en Ludwingshafen en Alemania, construida en 1972. La planta consiste en cinco reactores biológicos con una capacidad de 60.000 m<sup>3</sup>, equipados con 110 turbinas de aireación de eje vertical con una potencia instalada total de 15.000 Kw. El caudal diario de la estación es del orden de 850.000 m<sup>3</sup>/d (7.500.000 habitantes equivalentes).

Gracias a sus favorables características de funcionamiento, el concepto básico del Carrousel ha variado muy poco en los primeros veinte años. Sin embargo se han producido nuevos desarrollos para combatir la emisión de ruido y aerosoles, que han llevado a modificaciones en la forma de la zona de aireación.

Para elevar aun más el rendimiento de eliminación de nitrógeno total, se ha introducido el modo de aireación intermitente, controlado por la señal de una sonda redox. Este modo de funcionamiento, la nueva forma de la zona de aireación y el empleo de aireadores de última generación, permiten el funcionamiento de un sistema Carrousel a muy bajos costes energéticos.

Los desarrollos en materia de la eliminación biológica de fósforo han encontrado un excelente agente en el Carrousel, que ampliado con una zona anaeróbica, puede cumplir perfectamente las exigencias expuestas en la normativa Europea para vertidos de efluentes en zonas sensibles.

Todos los conceptos nuevos indicados anteriormente han sido incorporados en el presente proyecto.



#### **- Instalación de desinfección del efluente**

Se ha incluido una instalación de desinfección del efluente como medida de seguridad ante posibles epidemias, dada la posibilidad de que el agua tratada pueda ser utilizada para riego de campos y huertas.

#### **- Deshidratación de fangos mediante centrífugas**

Se ha elegido este sistema de deshidratación por la sencillez y limpieza de funcionamiento, consiguiendo, las centrífugas de última generación, sequedades similares a las del filtro banda.

### **3.3. LÍNEA DE TRATAMIENTO ADOPTADA**

La línea de tratamiento contemplada en el presente proyecto consta de los siguientes elementos.

#### **LÍNEA DE AGUA**

El tratamiento de agua residual, consta de las siguientes operaciones:

- Conexión con el colector emisario de aguas residuales.**
- Obra de llegada, con aliviadero de seguridad y by-pass general de la planta.**
- Predesbaste de sólidos gruesos.**
- Elevación de agua bruta.**
- Pretratamiento, en el que se incluirán las siguientes operaciones unitarias:**
  - Desbaste de sólidos (tamices de finos)
  - Desarenado - Desengrasado (aireado)
  - Concentradores y almacenamiento de arenas y grasas
  - Transporte, prensado y almacenamiento de detritus

- Medición de caudal de agua pretratada.
- Tratamiento secundario Biológico por el proceso de aireación prolongada con nitrificación-desnitrificación, en el que se incluirán las siguientes operaciones unitarias.
  - Reactor Biológico por el método de aireación prolongada en canal de oxidación tipo Carrusel con aireadores superficiales.
  - Decantación secundaria.
  - Recirculación de fangos de la decantación secundaria al reactor biológico.
  - Extracción y evacuación de flotantes a pretratamiento.
- Desinfección del efluente.
- Restitución de agua tratada.

## **LÍNEA DE FANGOS**

El tratamiento de los fangos contará con los siguientes procesos y operaciones unitarias.

- Extracción y bombeo de fangos biológicos en exceso a espesamiento.
- Espesamiento por gravedad de los fangos biológicos.
- Deshidratación, formada por:
  - Bombeo de fangos espesados a deshidratación.
  - Deshidratación mecánica del fango mediante centrifugas.
  - Instalación de acondicionamiento químico del fango.
  - Almacenamiento del fango deshidratado para su posterior transporte al vertedero.

## **INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

- Red de agua potable.
- Red de agua industrial y riego.

- Red de vaciados.
- Laboratorio.
- Almacén Taller
- Repuestos.
- Mobiliario.
- Equipos de protección.
- Equipos de manutención.

### 3.4. LÍNEA PIEZOMETRICA

El saneamiento actual del municipio de LAS LABORES dispone de un único punto de vertido, realizándose por infiltración en el terreno, al arroyo Valdezarza. Dicho punto de vertido se encuentra en los terrenos destinados a la E.D.A.R. Se proyecta, por tanto, la instalación de la obra de llegada conectando el colector de vertido existente.

La cota de rasante del colector de entrada a la E.D.A.R. es la + 634,10 m. siendo la pendiente en el último tramo del 1,0% y el diámetro del colector de 300 mm.

La cota media del terreno en la parcela de la E.D.A.R. es la + 636,00 m. y la cota mínima de vertido del efluente al arroyo Valdezarza la + 634,00 m.

A partir de este punto se desarrolla en el Anejo N° 8 de esta Memoria el cálculo de la línea piezométrica de la planta, considerándose tal y como queda reflejado en el mencionado Anejo, los caudales máximos, medios y mínimos por línea, con el fin de ajustar las velocidades de circulación del agua para los distintos caudales, evitando velocidades excesivas y desbordamientos a caudales máximos y decantación de sedimentos por bajas velocidades a caudal mínimo de bombeo.

#### **4. CRITERIOS DE DISEÑO**

Los criterios que han permitido llevar a cabo el diseño de las diferentes soluciones recogidas con este proyecto han sido:

- Dar la solución idónea respecto a la línea de proceso adoptada, dimensionando en sentido amplio las unidades que componen la estación, para que puedan absorber las pequeñas variaciones que pudieran presentarse sobre los parámetros básicos establecidos.
- Realizar una correcta distribución de los diversos elementos de la estación atendiendo a la secuencia lógica del proceso, a las características topográficas y geotécnicas del terreno y la obtención de una fácil y eficaz explotación, con unos gastos de mantenimiento reducidos.
- Dar una calidad a las obras civiles, equipos e instalaciones que nos permitan una relación calidad-precio que se ajuste a este tipo de obras, atendiendo sobre todo al cometido que éstas van a desempeñar.
- Dotar a las instalaciones de la flexibilidad suficiente para facilitar las maniobras de operación.
- Proyectar la Estación Depuradora de manera que forme un conjunto armónico, tanto en aparatos como en acabado de edificios.
- Integrar la Estación dentro de los terrenos disponibles actualmente.
- Por último definir un Proyecto en cuanto a medición y valoración que permita la realización de las obras con el mínimo de variaciones o alteraciones posibles.

## **5. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS**

### **5.1. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE AGUA**

#### **5.1.1. Conexión con el colector emisario**

Actualmente el municipio de LAS LABORES dispone de un punto de vertido de aguas residuales, realizándose por infiltración en el terreno al arroyo Valdezarza. El punto de vertido se encuentra en el interior de los terrenos destinados a la E.D.A.R.

#### **5.1.2. Obra de llegada y by-pass general**

Para introducir el agua bruta en la E.D.A.R. y permitir el by-pass general de la misma, se dispone una obra de llegada conectando el colector existente.

Dicha obra de llegada esta formada por dos canales paralelos de 0,30 m. de ancho y 3,00 m. de longitud recta, uno de entrada a la E.D.A.R. y otro de by-pass general.

La cota de rasante del colector interceptor en el entronque con la obra de llegada es la 634,10 m. situándose la solera de la obra de llegada a la misma cota para mantener la continuidad de circulación del agua.

Como medida de seguridad se dispone un vertedero longitudinal de by-pass de 2,40 m. de longitud situado a la cota 634,20 m.

La coronación del vertedero de by-pass se ajusta mediante la instalación de un vertedero de chapa de aluminio regulable en altura sobre la coronación del muro de hormigón. Para evitar la salida junto con los caudales en exceso de flotantes

y sólidos voluminosos en el caso de que funcione el vertedero, se instala un deflector de chapa de aluminio anodizado.

Para facilitar el by-pass general de la planta, se instala una compuerta mural de 0,30 x 0,30 m. construida en acero inoxidable y de accionamiento motorizado.

El aislamiento de la E.D.A.R.. se consigue actuando sobre las compuertas de la instalación de desbaste de sólidos gruesos, permitiendo dejar fuera de servicio la totalidad de las instalaciones de la E.D.A.R.

### **5.1.3. Predesbaste de sólidos gruesos**

De la obra de llegada se pasa a 2 canales paralelos, de 0,30 m., de anchura, donde se disponen las rejillas proyectadas para el predesbaste de las aguas, cada una de ellas con capacidad para 50 m<sup>3</sup>/h.

Los parámetros de diseño para las rejillas de gruesos han sido:

- Velocidad de aproximación superior a 0,3 m/sg. a caudal medio.
- Velocidad de paso por la rejilla inferior a 1,20 m/sg. supuesta una colmatación del 30 %.

Se instala una (1) rejilla de 40 mm. de paso y 12 mm. de ancho de pletinas, siendo de limpieza automática, comandado, el arranque, por un interruptor de nivel situado aguas arriba y la parada por un temporizador.

En el canal paralelo se dispone una rejilla de gruesos de las mismas características y limpieza manual.

Los parámetros de funcionamiento de esta instalación son los siguientes:

Calado a Qpunta . . . . .	0,08 m.
Calado a Qmedio . . . . .	0,03 m.
Velocidad de aproximación a caudal medio . . . . .	0,39 m/sg.
Velocidad de paso a caudal medio con 30 % de colmatación . . . . .	0,72 m/sg.
Velocidad de paso a caudal máximo con 30 % de colmatación . . . . .	0,72 m/sg.

Cuatro (4) compuertas murales de 0,30 m. de ancho, permiten el aislamiento de los canales de rejillas, siendo su accionamiento motorizado.

Los residuos extraídos por las rejillas, junto con los extraídos en el tratamiento posterior de tamizado de sólidos se vierten sobre un tornillo transportador-compactador transversal, situado a unos 120 cm., por encima de la plataforma de hormigón. Para permitir y facilitar la limpieza de restos que, inevitablemente, siempre se desprenden en esta operación; se ha situado junto al tornillo una toma de agua, con manguera y módulo de limpieza.

El funcionamiento del tornillo es automático, coordinado con el funcionamiento de las rejillas, permaneciendo accionado treinta (30) segundos más que estas.

Los residuos ya prensados son almacenados en un contenedor de 0,8 m<sup>3</sup>. de capacidad, proporcionando un tiempo de almacenamiento de 7,49 días.

El vaciado de los canales de rejillas está asegurado por la cota de parada del bombeo de agua bruta.

#### **5.1.4. Bombeo de agua bruta**

Las agua procedentes del predesbaste de sólidos gruesos pasan a una cámara de bombeo, que permite impulsar todo el caudal de diseño al tamizado de sólidos.

La instalación está formada por dos (2) bombas centrífugas sumergibles de rodete desplazado tipo Vortex, una en reserva, elevando todo el caudal al tamizado de sólidos a una altura manométrica de 4,0 m.c.a., con un caudal unitario variable entre 32 y 16 m<sup>3</sup>/h.

Para ajustar el caudal impulsado al de entrada, se dispone un variador de frecuencia conmutable de forma automática a ambas bombas. Dicho variador de frecuencia, así como el arranque y parada de los equipos de bombeo, se regulan en función de la medida de nivel de agua en el pozo detectado por un medidor ultrasónico, a través del PLC.

Se proyecta la instalación de un sistema de rotación de arranques de los equipos de bombeo, con el fin de realizar un mantenimiento uniforme para todos los equipos instalados.

La cota mínima de paro de la bomba es la 633,87 m., la cota máxima en el pozo de bombeo es la 634,18 m. y la cota del primer arranque es la 634,12 m.

Las bombas se ubican en un pozo de bombeo de 2,65 m. de largo y 2,00 m. de ancho.

Los grupos de bombeo impulsan el caudal hasta el desbaste, mediante tubería de diámetro 100 mm., con una velocidad de 1,1 m/sg. a caudal máximo. Los colectores individuales de impulsión son de 100 mm. de diámetro, instalándose en cada colector una válvula de retención y una válvula de guillotina de accionamiento manual para el aislamiento de las bombas.

Se dispone un manómetro en la impulsión de cada bomba situado entre la válvula de guillotina y de retención, así como un carrete de desmontaje para facilitar las tareas de montaje y desmontaje.



Para el mantenimiento de los grupos de bombeo se ha previsto la instalación de poleas manuales que permitan la extracción de las bombas.

#### **5.1.5. Tamizado de sólidos finos**

Para el desbaste de sólidos finos se instala un (1) tamiz rotativo autolimpiante de 3 mm. de paso de malla con capacidad para tratar un caudal de 50 m<sup>3</sup>/h.

El sistema de limpieza del tamiz es por rotación del tambor. Esta rotación conduce los sólidos retenidos en la malla hasta un rascador fijo con pendiente hacia la descarga. Posteriormente al rascador se efectúa la limpieza de la malla con inyección de agua a presión.

El tamiz incluido en el proyecto dispone de un sistema de péndulos para limpiar de acumulación de residuos la zona comprendida entre el rascador y la malla y el propio rascador.

La descarga de los residuos retenidos se efectúa al tornillo transportador-compactador instalado para el predesbaste de sólidos gruesos, consiguiendo, de esta manera, unificar el punto de recogida de residuos del desbaste.

En la caja de entrada de agua del tamiz se dispone un rebose de seguridad que devuelve el agua al pozo de bombeo.

El funcionamiento del tamiz está comandado por una sonda de nivel en la entrada y un temporizador.

El tamiz está construido íntegramente en acero inoxidable.

Se ha previsto una cota de agua en la entrada del tamiz 1,00 m. por encima de la cota de agua en el desarenador para asegurar el vaciado completo de la cámara de recogida.

#### **5.1.6. Desarenado-desengrasado**

##### **5.1.6.1. Desarenador-desengrasador**

Se ha proyectado una (1) unidad, de funcionamiento combinado, con preaireación, separación de grasa y extracción de arenas.

En esencia se compone de 2 cámaras, una de 4,0 m. de longitud y 1,20 m. de anchura que actúa como desarenador y otra de 1,0 m. de longitud y 1,20 m. de anchura, separado del anterior por deflector metálico que funciona como desengrasador, por lo que en adelante los denominaremos cámara desarenador y cámara desengrasador respectivamente.

La altura recta útil es de 1,50 m. y la altura trapezoidal de 0,90 m. La superficie unitaria es de  $6 \text{ m}^2$ ., proporcionando una carga superficial a caudal medio de  $2,08 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . y  $5,25 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ . a caudal máximo. La sección transversal es de  $1,80 \text{ m}^2$ ., proporcionando una velocidad de circulación a caudal máximo de  $0,005 \text{ m}/\text{sg}$ . El volumen total es de  $11,05 \text{ m}^3$ ., dando un tiempo de retención a caudal medio y máximo de 53,03 minutos y 21,04 minutos respectivamente.

La alimentación de agua se realiza por la parte frontal, desde el tamizado de sólidos finos mediante tubería de 125 mm. de diámetro, disponiéndose una válvula de guillotina de accionamiento manual para su aislamiento y otra para su by-pass.

Dada la especial disposición del deflector de entrada a la cámara de desengrasado, la superficie de ésta, queda libre de la agitación que se produce en el canal

desarenador, como consecuencia de la aireación, estableciéndose una zona de tranquilización en la que se recoge la grasa desemulsionada que pasa de la cámara de desarenado a la de desengrasado por la parte superior del deflector al encontrarse este, ligeramente sumergido en el agua.

Las arenas se depositan en una poceta central, situada previamente al deflector de paso a la cámara de desengrasado, para su posterior extracción.

Para la salida del efluente, se proyecta la instalación de un vertedero de 1,2 m. de longitud unitaria, con el fin de evitar variaciones de calado entre el caudal máximo y mínimo superiores a 6 cm., que puedan afectar al funcionamiento del sistema de extracción de flotantes.

El vaciado del desarenador se realiza por tubería de 150 mm. de diámetro que lo conduce al pozo de bombeo, aislada con válvula de compuerta manual.

La preaireación se ha diseñado para que aporte un caudal de 8 Nm<sup>3</sup>/h. de aire por metro de superficie de la cámara de desarenado, lo que significa un caudal de aire necesario de 38 Nm<sup>3</sup>/h. Con esto se asegura el movimiento helicoidal en el canal de desarenado y el deselmusionado de las grasas.

El caudal de aire necesario se suministra mediante dos (2) soplates de émbolos rotativos, una de ellas en reserva, de 40 Nm<sup>3</sup>/h. de caudal unitario a 2,8 m.c.a. Estos equipos irán instalados en el edificio de proceso e irán equipados con cabinas insonorizadoras.

La inyección de aire en los desarenadores se realiza mediante dos (1) parrilla equipada con 10 difusores de burbuja gruesa, proporcionando un caudal máximo por difusor de 4,00 Nm<sup>3</sup>/h.

#### 5.1.6.2. Extracción y separación de arenas

Se prevé un contenido de arena en el agua bruta de  $200 \text{ gr/m}^3$ . que con una concentración del 0,45 % significa un caudal de agua-arena de  $6,67 \text{ m}^3/\text{día}$ . Para la extracción de la mezcla se proyecta la instalación de una (1) bomba air-lift, especial para arenas, instalada sobre la poceta de recogida de arenas, con un caudal unitario de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . a 1,5 m.c.a.

La mezcla agua-arena es bombeada a un tamiz estático de 0,5 mm. de paso de malla con capacidad para tamizar un caudal de  $1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ . Se ha elegido esta opción de tratamiento de la arena para simplificar la instalación.

Las arenas extraídas por el tamiz se recogerán en el tornillo transportador-compactador instalado en el desbaste de sólidos.

#### 5.1.6.3. Extracción y separación de grasas y flotantes

Por otra parte las grasas, una vez ya en la cámara de desengrasado, son arrastradas por un separador de rasquetas colocado de forma transversal que deposita las flotantes en un contenedor.

#### **5.1.7. Medida de caudal entrada tratamiento biológico y by-pass**

La medida de caudal del agua pretratada, se realiza mediante canal de medida tipo Parshall, con un ancho de garganta de 76,2 mm. con capacidad para la medida de caudales entre  $3,06$  y  $198 \text{ m}^3/\text{h}$ . La medida de caudal se realiza por conversión de la medida de nivel realizada por un sensor ultrasónico.

La precisión eficacia y sencillez de este tipo de aparatos, avalada por muchos años de funcionamiento en multitud de plantas, lo hace idóneo para este tipo de

instalaciones. Su concepción de canal abierto permite un sencillo mantenimiento y limpieza.

Para la protección del sensor ultrasónico contra las inclemencias meteorológicas, éste se instala bajo una caja de protección construida en aluminio.

El by-pass del tratamiento biológico se consigue mediante la instalación de una compuerta de canal de accionamiento motorizado, construida en acero inoxidable, de 0,20 m. de ancho 0,40 m. de alto y 0,23 m. de carga de agua.

El by-pass del tratamiento biológico se consigue mediante un vertedero de 1,00 m. de longitud, calado a la cota 636,70 m., que envía el agua pretratada, directamente a la obra de salida.

#### **5.1.8. Tratamiento biológico**

##### **5.1.8.1. Reactor biológico**

Para el tratamiento biológico se ha adoptado un proceso de fangos activados con baja carga de fangos ( $< 0,1 \text{ Kg DBO}_5/\text{día por Kg de SS en el reactor}$ ) en modalidad de aireación prolongada.

Se ha elegido la utilización de un (1) reactor biológico en forma de circuito hidráulico (Carrousel) con aireadores superficiales.

Como concentración de sólidos en el reactor se ha adoptado 3500 mg/l. referido a sólidos totales. Concentración con la que se consigue una buena relación entre los costes de primera instalación y los costes de explotación.

La concentración de  $\text{DBO}_5$  de entrada al reactor es de 388 mg/l. y la máxima en el agua tratada de 25 mg/l., por lo que se necesita un rendimiento de eliminación superior al 93,56 %.

El reactor biológico se ha dimensionado para una carga másica de 0,078 Kg  $\text{DBO}_5$ /Kg MLSS/día, con el fin de asegurar la estabilización del fango para las distintas temperaturas de proceso.

Como consecuencia de los parámetros de diseño referidos en los párrafos anteriores, se hace necesario un volumen total de aireación de 429  $\text{m}^3$ .

Se proyecta, por lo tanto, el tratamiento biológico en una (1) línea compuesta por dos (2) canales paralelos de 4,50 m. de ancho y 2,25 m. de altura útil, la introducción de oxígeno se realiza en una de las partes curvas finales, resultando una longitud total de 23,10 m.

Con las dimensiones indicadas anteriormente, los parámetros de funcionamiento resultantes son los siguientes:

- Carga volumétrica 0,27 Kg  $\text{DBO}_5$  día/ $\text{m}^3$ .
- Tiempo de retención hidráulica a caudal medio 34 h.

La tasa de producción de fangos en exceso calculada es de 0,90 kg fango/Kg  $\text{DBO}_5$  resultando una producción de fangos en exceso de 105 Kg/día, lo que proporciona una edad del fango real de 14,3 días.

Con la temperatura de diseño ( $15^\circ\text{C}$ ) se produce nitrificación a partir de una edad del fango de 5,7 días. Por lo tanto, para las edades de fango consideradas en el diseño del reactor se produce nitrificación prácticamente durante todo el año.

Dados los rendimientos de eliminación de nutrientes necesarios, el reactor biológico se ha dimensionado para nitrificar-desnitrificar. Esto se consigue mediante el funcionamiento intermitente de las turbinas de aireación como se describe más adelante.

Aunque el tratamiento biológico proyectado permite tratar de forma avanzada el fósforo presente en el agua bruta, se proyecta una instalación de dosificación de cloruro férrico en el reactor biológico para precipitar químicamente el fósforo, con el fin de asegurar el contenido de fósforo en el agua tratada aun en el caso de un aumento de la concentración de entrada.

El balance de eliminación de contaminación en el tratamiento biológico proyectado, es el siguiente:

-	DBO <sub>5</sub> entrada	388 mg/l.
-	DBO <sub>5</sub> salida	≤ 15 mg/l.
-	SST entrada	295 mg/l.
-	SST salida	≤ 20 mg/l.
-	N-NTK entrada	64,1 mg/l.
-	Ntotal en el efluente	≤ 15 mg/l.
-	Ptotal entrada	14,19 mg/l
-	Ptotal en el efluente	≤ 2 mg/l

Las necesidades teóricas de oxígeno son el resultado de la suma del necesario para síntesis celular, respiración endógena y nitrificación, descontando el oxígeno recuperado en la desnitrificación, resultando un total medio diario de 182 Kg O<sub>2</sub>/d.

Para ajustar las necesidades teóricas de oxígeno a las reales, se utiliza un factor de reserva de 1,25, un factor Alfa de 0,8, un factor punta de 1,20 y un factor de

corrección de altura de 0,95, resultando unas necesidades de oxígeno en condiciones standard de 359 Kg O<sub>2</sub>/d. Se ha considerado un funcionamiento de la turbina de 16 h/día resultando unas necesidades horarias de oxígeno de 22 Kg O<sub>2</sub>/h.

La eficiencia del aireador está estimada en 2,3 Kg O<sub>2</sub>/Kwh necesitándose una potencia de aireación de 10 Kw. resultando una potencia específica instalada de 22,8 w/m<sup>3</sup>.

Los parámetros fijados para el proceso de tratamiento en el reactor biológico permiten condiciones favorables para los microorganismos en el fango activo de forma que pueden tratar biológicamente la materia orgánica, el nitrógeno Kjeldahl y el fósforo presentes en las aguas residuales y alcanzar las condiciones de vertido expuestas.

En el anejo de cálculos justificativos se presenta un resumen de los datos tecnológicos empleados para el dimensionamiento del reactor biológico.

En base a los datos estadísticos sobre los resultados de tratamiento en plantas del mismo tipo en los Países Bajos, la calidad esperada del efluente tratado es considerablemente mejor que la especificada en los parámetros de vertido exigidos.

Los cálculos están basados en el valor medio de la DBO<sub>5</sub> en vez de usar la carga máxima de la DBO<sub>5</sub>. Esto es un procedimiento plenamente justificable ya que este tipo de reactores biológicos disponen de una gran capacidad de amortiguación, que permite recibir y tratar cargas puntuales aún si aquellas se prolongan durante varios días.

La longitud del vertedero de salida es de 1 m., determinada en función de los caudales máximo y medio horario de aguas residuales y el caudal de retorno de



fangos, para limitar las fluctuaciones del nivel del agua en el reactor a valores aceptables.

El reactor biológico está equipado con una (1) turbina de aireación con una potencia unitaria instalada de 11 Kw.

Además, para posibilitar el funcionamiento del reactor biológico en modo de aireación intermitente (ver más adelante), se prevé la instalación de un (1) agitador sumergido de 1.400 mm. de diámetro y 1 Kw. de potencia unitaria.

La entrada de agua bruta se sitúa justo delante del agitador mencionado para permitir una mezcla rápida del afluente con el licor mixto. La posición de la salida se ha elegido de tal manera que no puede haber cortocircuitos entre la entrada y la salida y que la distancia hasta el decantador secundario es la más corta posible.

Para la reducción de ruido y para controlar la dispersión de los aerosoles producidos por las turbinas, las zonas de aireación van completamente cubiertas por una estructura de hormigón. Se contempla, además, la instalación de una caseta de insonorización en la que se ubica la parte superior de la turbina compuesto por el motor y la caja de engranajes.

Las dimensiones de los canales del reactor biológico y las características de las turbinas han sido elegidas de forma sincronizada, en base a modelos de cálculo y según la experiencia en la práctica, para garantizar un funcionamiento hidráulico y una transferencia de oxígeno óptimos.

#### 5.1.8.2.      Funcionamiento del reactor biológico.

Las turbinas funcionarán de forma intermitente, controladas por la señal emitida por una sonda de potencial redox (PR). Dicho potencial redox representa el ratio

de sustancias reducibles, sobre sustancias oxidables presentes en el agua. Un valor alto del potencial redox significa que el agua contiene gran cantidad de sustancias reducibles como nitratos y fosfatos, mientras que un valor bajo indica un alto contenido en sustancias oxidables como amoníaco.

Cuando el PR en el licor mixto es alto, la transferencia de oxígeno debe ser reducida o interrumpida para maximizar el proceso de desnitrificación. En el caso opuesto, se debe aumentar la transferencia de oxígeno para obtener una tasa máxima de nitrificación.

Se describe a continuación el comportamiento típico del PR en el tiempo, en función de la concentración de nitratos, fosfatos y amoníaco.

Partiendo de un valor bajo, el PR aumenta a medida que la aireación adelanta el proceso de nitrificación y aumenta la concentración de nitratos en el agua. Luego el PR se estabiliza cuando el contenido del amoníaco comienza a agotarse y el proceso de nitrificación se ve frenado.

En este momento la aireación es interrumpida, poniéndose en marcha los agitadores sumergidos para mantener las condiciones hidráulicas en el reactor. En la medida que se reduce la concentración de oxígeno el agua, el proceso de desnitrificación cobra fuerza y provoca una reducción de la concentración de nitratos y una reducción del PR. Se llega a un punto de ruptura y una caída pronunciada del PR cuando se agota totalmente el contenido de nitratos presentes en el agua y se produce un cambio de condiciones anóxicas a anaerobias. En este momento comienza a producirse la liberación de fosfatos por el fango activo marcando el punto de arranque de la aireación. La gestión controlada de los períodos anóxicos descritos permite alcanzar una eliminación muy avanzada del contenido del nitrógeno y fósforo total.

El ciclo, compuesto por períodos con y sin aireación, es controlado por dos puntos de consigna de valor alto y bajo en el medidor/controlador de potencial redox. El sobrepasar el límite superior de PR provoca la parada de las turbinas de aireación y el arranque de los agitadores sumergidos, mientras que la activación del límite inferior de PR da lugar a la maniobra opuesta.

Durante la fase de aireación, la potencia consumida es controlada mediante una sonda de oxígeno disuelto. El controlador de oxígeno dispone de puntos de consigna alto y bajo, con los que se controla el funcionamiento de las turbinas. Valores normales para dichos puntos de consigna son 2,0 y 0,5 mg O<sub>2</sub>/l

#### 5.1.8.3. Precipitación simultánea del fósforo

Para conseguir la eliminación del fósforo, a las concentraciones exigidas en la salida, sin aumentos apreciables de coste de construcción, se ha optado por la precipitación simultánea del fósforo.

Para ello se dosifica cloruro férrico en la entrada a la cuba de aireación produciéndose junto a la recirculación de fangos una buena mezcla antes de entrar al reactor biológico.

La recirculación de fangos permite aprovechar la capacidad de absorción de los precipitados formados para una mayor eliminación del fósforo, además de igualar las oscilaciones de contenido de fósforo en la entrada

La reacción estequiométrica es de mol a mol considerándose una relación molar del reactivo de 1,5 mol de hierro por mol de fósforo. Considerando una cantidad de fósforo absorbido por el fango del 2,5 % del fango en exceso y un contenido de fósforo en el efluente de 2 mg/l., en condiciones medias, es necesario precipitar químicamente 1,04 kg/día de fósforo.

Resultando unas necesidades de reactivo puro de 8 Kg/d.

Se considera una riqueza de cloruro férrico en el producto comercial del 40%, resultando una dosificación media necesaria de reactivo comercial de 68,01 mg/l.

Para el almacenamiento del reactivo se dispone un depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1.000 litros de capacidad dando un tiempo de almacenamiento de 23 d. en condiciones medias.

La dosificación se realiza mediante dos (2) bombas dosificadoras, una en reserva, con un caudal variable entre 0,5 y 5 l/h con una presión de 60 m.c.a.

La dilución del reactivo, para facilitar su transporte, se realiza en línea al 10%, instalándose un rotámetro para controlar el caudal del agua de aporte.

#### 5.1.8.4. Decantación secundaria

Para la decantación secundaria se proyecta la instalación de un (1) decantador de gravedad.

Los parámetros de diseño de dicho decantador han sido:

- Índice volumétrico del fango (SVI) 120 ml/gr.
- Carga superficial a caudal medio menor de  $0,5 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .
- Carga superficial a caudal punta menor de  $1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ .
- Carga de sólidos menor de  $4,00 \text{ Kg/h/m}^2$ .
- Tiempo de retención a caudal medio, superior a 4,0 horas
- Caudal unitario por metro de vertedero a caudal medio, menor de  $12 \text{ m}^3/\text{h/ml}$ .

En base a los parámetros indicados se proyecta un (1) decantador circular de 7,00 m. de diámetro, con un calado en borde de 3,0 m., lo que da un volumen total unitario de 115,45 m<sup>3</sup>. y una superficie unitaria de 38,48 m<sup>2</sup>., siendo los tiempos de retención y carga hidráulica, para las diferentes situaciones, los reflejados en el siguiente cuadro:

- Carga superficial a caudal medio . . . . . 0,32 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.
- Carga de sólidos a caudal medio . . . . . 1,14 Kg/m<sup>2</sup>/h.
- Tiempo de retención a caudal medio . . . . . 9,24 h.
- Carga sobre vertedero a caudal medio . . . . . 0,57 m<sup>3</sup>/ml/h.

Para la recogida del agua decantada se dispone un canal perimetral exterior al muro del depósito, de 0,30 m. de ancho, en el que se dispone un vertedero metálico con entallas triangulares.

La alimentación de agua al depósito se realiza por el interior de la columna central soporte del sistema de barrido mediante tubería diámetro 150 mm.

La extracción de fangos se realiza mediante un sistema de rasquetas de barrido, sujetas al puente giratorio, que lo conducen hasta una poceta central. Desde aquí es conducido hasta la arqueta de bombeo de fangos mediante tubería de 150 mm. de diámetro en fundición.

El vaciado del aparato se realiza desde la arqueta de bombeo de fangos aprovechando las bombas de recirculación.

Para la recogida de flotantes, el puente lleva incorporada una rasqueta superficial, que arrastra, dichas flotantes, hasta un deflector instalado previo al vertedero en el muro del depósito. Aquí son recogidas por una rasqueta oscilante, también anclada al puente, que conduce las flotantes hasta una caja de extracción situada en un punto determinado del muro exterior.

La caja de recogida de espumas se encuentra ligeramente sumergida en el agua, aislada por una válvula de accionamiento motorizado, instalándose válvulas manuales de compuerta para su aislamiento y by-pass.

La apertura y cierre de la válvula esta comandado por dos contactores accionados por el puente barredor a su paso por la zona de recogida.

Las flotantes así recogidas son enviadas a una (1) arqueta de recogida de hormigón, con fuerte pendiente hacia el fondo, desde donde se conducen las flotantes extraídas hasta el pozo de elevación de agua bruta.

Se dispone un sistema de incorporación de agua de arrastre de forma automática, en el momento en el que se abre la válvula, para facilitar el trasiego de las flotantes por el colector.

#### **5.1.9. Desinfección del efluente**

##### **5.1.9.1. Cámara de contacto**

Como tratamiento final, el agua decantada es sometida a un proceso de desinfección, con objeto de minimizar la incidencia de los gérmenes patógenos que aún lleva ese agua, en casos de epidemia.

Esta esterilización se realiza con hipoclorito sódico, estimándose como idónea una dosificación media de 4 ppm., lo que supone un consumo medio de 0,15 Kg/h.

La cloración del efluente se realiza en una (1) cuba de 10 m<sup>3</sup>. que proporcionará un tiempo de contacto de 48 minutos a caudal medio. Unos tabiques (4) dividen la cuba en una serie de cámaras, con el fin de que el agua realice un recorrido serpenteante, asegurando así la ausencia de "zonas muertas", al no existir caminos

preferenciales. Al final de la cuba se proyecta un vertedero que comunica con la arqueta final de restitución de agua tratada.

La cámara de cloración se aprovecha como depósito de agua de servicios auxiliares.

El vaciado de la cámara se realiza mediante pasamuros y válvula de compuerta manual instalada en la arqueta de salida.

#### 5.1.9.2. Dosificación y almacenamiento de hipoclorito

Se han diseñado las instalaciones de almacenamiento y dosificación de hipoclorito sódico, para unas dosis medias de 4 mg/l. y máximas de 6 mg/l. de cloro libre.

Se considera una riqueza en cloro del producto comercial de 150 g/l. lo que proporciona unas necesidades horarias máximas de 1,26 l/h. y medias de 0,84 l/h. de hipoclorito comercial.

Para el almacenamiento se dispone un depósito de poliéster reforzado con fibra de vidrio de 1.000 litros de capacidad, que proporciona una autonomía de 33 días a dosis media.

Las instalaciones de dosificación de hipoclorito se componen de dos (2) bombas dosificadoras de pistón-membrana, una en reserva, con una caudal unitario variable entre 0,5 y 5 l/h.

#### **5.1.10. Restitución de agua tratada**

La restitución de agua tratada se realiza mediante tubería de 300 mm. de diámetro, conduciendo el agua tratada al arroyo Valdezarzas.

## 5.2. LÍNEA DE TRATAMIENTO DE FANGOS

### 5.2.1. Purga y bombeo de fangos biológicos

#### 5.2.1.1. Purga de fangos del decantador

La extracción de fangos de los decantadores secundarios se realiza en continuo, por tubería de fundición de 150 mm. de diámetro, que lo conduce hasta la arqueta de bombeo de fangos.

#### 5.2.1.2. Bombeo de recirculación de fangos

Para mantener la concentración de diseño en el reactor biológico es necesario realizar una recirculación de fangos desde el decantador.

El caudal de recirculación es función del caudal medio sobre 24 h., de la concentración a mantener en el reactor, del índice volumétrico de fangos y de la concentración del fango en el decantador.

En este caso se ha adoptado un caudal del 100 % sobre el caudal de entrada, con una concentración del 0,70 %. en la purga de fangos.

La recirculación de fangos se realiza mediante dos (2) grupos motobomba centrífugas sumergibles de rodete desplazado tipo Vortex, una en reserva, con un caudal unitario de 32 m<sup>3</sup>/h. a 3 m.c.a. Las bombas van equipadas con un variador de frecuencia y un medidor de caudal en la impulsión, para ajustar el caudal bombeado al de entrada.

En caso de condiciones extremas de funcionamiento de la instalación, utilizando el grupo de reserva, puede llegar a impulsarse el 512 % del caudal medio.



El fango, así impulsado, se conduce mediante una única tubería a la arqueta de alimentación a reactores biológicos.

#### 5.2.1.3. Bombeo de fangos en exceso

El rendimiento de eliminación de  $\text{DBO}_5$  en el tratamiento biológico está previsto del 93,56 %, la tasa de producción de fangos para el dimensionamiento es de 0,9 Kg fango/Kg  $\text{DBO}_5$  lo que significa un caudal diario de purga, con una concentración del 0,70 %, de 15,94  $\text{m}^3/\text{d}$ .

Para la elevación de los fangos en exceso hasta el espesamiento se han incluido dos (2) grupos motobomba centrífugas sumergibles de rodete desplazado tipo Vortex, una en reserva, con un caudal unitario de 3  $\text{m}^3/\text{h}$ . a 15 m.c.a. El funcionamiento de las bombas está comandado desde el PLC por temporización programable en ciclos de 48 h.

El fango en exceso es impulsado al espesamiento mediante un colector de 50 mm. de diámetro.

Con los caudales indicados el tiempo de funcionamiento de las bombas es de 5,31 h/d.

#### **5.2.2. Espesamiento de fangos**

Para el espesamiento de los fangos se ha proyectado un (1) espesador por gravedad.

Los parámetros de diseño de esta instalación han sido:

—	Concentración de fangos a la entrada . . . . .	0,70 %
—	Concentración de fangos espesados . . . . .	3,50 %

- Carga hidráulica, menor de . . . . . 0,5 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.
- Carga de fangos, menor de . . . . . 35 Kg/m<sup>2</sup>/día
- Tiempo de retención de fangos superior a . . . . . 24 h.

La alimentación de los fangos al espesador, se realiza en la parte central siendo equirrepartido y dirigido por un cilindro metálico central.

El espesamiento de los fangos se realiza por gravedad, sin sistema de barrido disponiéndose un fondo cónico con el 125 % de pendiente.

Los fangos espesados son purgados desde el fondo del apartado, mientras que el caudal sobrante es recogido en su parte superior para su reincorporación a cabecera de planta.

El espesador de fangos va cubierto, ya que se realizará la desodorización de este aparato.

El espesador tiene un diámetro de 3,0 m. con un calado en borde de 2,0 m., lo que proporciona un volumen útil unitario de 19 m<sup>3</sup>. y una superficie unitaria de 7 m<sup>2</sup>.

Las dimensiones del espesador proporcionan los siguientes parámetros de funcionamiento:

- Carga hidráulica . . . . . 0,42 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h.
- Carga de fangos . . . . . 15,79 Kg/m<sup>2</sup>/d.
- Tiempo de retención de fangos . . . . . 5,82 d.

### 5.2.3. Deshidratación de fangos

#### 5.2.3.1. Bombeo de fangos a deshidratación

Los fangos espesados son purgados del depósito a través de conducciones que conectan con las aspiraciones de los grupos motobomba para elevación al proceso de secado. Mediante esta aspiración directa se reducen los problemas de atascamiento en estas conducciones.

La instalación de bombeo se compone de dos (2) bombas de tornillo helicoidal, una en reserva, con un caudal unitario variable entre 1 y 5 m<sup>3</sup>/h. y una presión de 15 m.c.a. Estas bombas irán equipadas con variador electrónico de frecuencia, para ajustar el caudal con el equipo de deshidratación, desde el cuadro de control.

Cada bomba irá equipada en su impulsión con un indicador de presión y una válvula de seguridad conectada con las aspiración para evitar averías en la bomba en caso de falsa maniobra.

#### 5.2.3.2. Centrifugadoras

Se proyecta realizar el secado de fangos mediante centrifugadoras, con lo que se espera obtener una concentración de fangos a la salida superior al 20 %.

Las instalaciones de secado se han proyectado para las cargas de fangos que se producen en la estación depuradora con capacidad para su tratamiento en un período de operación de dos (2) días a la semana, durante cinco (5) horas al día. Para acondicionamiento químico de este tipo de fangos se utiliza polielectrolito catiónico.

Este reactivo, que se suministra en polvo, se diluye en una (1) cuba de dilución, donde el electroagitador lo mezcla con agua limpia hasta conseguir su dilución de

trabajo (0,5%). Esta instalación de dilución se suministrará en un elemento compacto. La salida de esta cuba alimenta a dos (2) bombas dosificadoras, una en reserva, con un caudal variable entre 15 y 150 l/h. El caudal de polielectrolito diluido, se inyecta en las tuberías de impulsión de los fangos a deshidratación.

La centrifugadora es un equipo que, aprovechando la fuerza centrífuga que obtiene girando a grandes revoluciones, separa la fase sólida de la líquida en los fangos floculados.

El factor de diseño en la carga de sólidos que el equipo puede admitir en función de las características cuantitativas y cualitativas del mismo y que delimitará los tiempos de retención en función de la sequedad que se pretende lograr.

La mejora sustancial que estos equipos han experimentado con la regulación hidráulica de la velocidad diferencial del tornillo frente al motor (velocidad relativa que viene en función del Par), permite obtener unos rendimientos similares a los filtros banda, con una mayor flexibilidad de la instalación.

A lo largo del proceso de secado mediante centrifugadoras el fangos a tratar se encuentra completamente oculto sin que haya agresiones al medio ambiente que deterioren las condiciones de trabajo del personal.

Se instalará una (1) unidad de 3 m<sup>3</sup>/h., de caudal en el mismo edificio de proceso.

La descarga de fangos deshidratados de la centrífuga, es recogida en una tolva equipada con un dispositivo de tajadera neumática, que permite recoger el agua arrojada por la centrífuga, por la zona de evacuación del fango, en el arranque y en la parada y enviarla con la salida de escurridos. El sistema de apertura y cierre de la tajadera está temporizado con el arranque y la parada de la centrífuga.

Desde la tolva de recogida, el fango deshidratado es conducido hasta los contenedores de almacenamiento mediante un tornillo transportador.

#### 5.2.3.3. Almacenamiento de fangos deshidratados.

Con objeto de posibilitar el almacenamiento del fango deshidratado, se proyecta la instalación de un (1) contenedor de 7 m<sup>3</sup>. de capacidad unitaria, lo que proporciona un tiempo de retención de 3,58 días.

Desde el edificio de deshidratación y mediante tornillo transportador se alimenta al contenedor que almacenará los fangos para su posterior transporte a vertedero.

El contenedor de almacenamiento, al igual que los equipos de deshidratación, irá instalado en el interior del edificio de proceso para evitar producción de olores. En la zona de ubicación del contenedor la solera incorporará perfiles metálicos, donde apoyará el contenedor, con el fin de evitar agresiones al hormigón en las operaciones de carga y descarga. Esta zona incorporará, además, una recogida de escurridos y mangueros que los conducirá a cabecera de planta.

### **5.3. ELECTRICIDAD GENERAL**

#### **ACOMETIDA ELÉCTRICA DE M.T.**

La acometida de energía eléctrica se realizará en 15 KV, en el punto que señale la compañía suministradora de electricidad Unión Fenosa.

Desde dicho punto, se deriva con apoyos metálicos de 12 m. de altura y cable LA-56 hasta un centro de transformación tipo intemperie de 100 KVA, situado en la parcela de la E.D.A.R.

En el primer apoyo se instalarán tres cortacircuitos fusibles seccionadores de expulsión tipo "SXS" de 24, 300 A.

## **CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**

El Centro de Transformación será tipo intemperie sobre apoyo metálico y estará constituido por:

Un apoyo metálico de 12 metros de altura y 1800 kg de esfuerzo en punta, sobre el que se colocarán tres cortacircuitos unipolares tipo "XS", un juego de autoválvulas-pararrayos de 24 KV-10 KA, un transformador de potencia trifásico de 100 KVA, una caja de protección con interruptor manual y fusibles de A.P.R. de 160 A, herrajes y demás elementos auxiliares.

### **Transformador de potencia**

- Un transformador de potencia trifásico de 100 KVA, conexión Yzn 11, tensión primaria  $15000/\pm 2,5 \pm 5$  % V y 398/230 V secundarios, en baño de aceite equipado con conmutador bajo tapa, ruedas de transporte, indicador nivel y termómetro de esfera con contactos.

### **Armario de contadores**

Armario estanco para colocación de los contadores de medida según normas de Cía.

- Un contador de energía activa 3 hilos, con dispositivo de triple tarifa, clase 1 y elemento maxímetro, preparado para conectar a X/5A y a X/110V.

- Un contador de energía reactiva, 3 hilos de simple tarifa. Clase 2,3. preparado para conectar a X/5A y a X/110V.
- 3 transformadores de intensidad 150/5 A.
- Un interruptor conmutador horario para triple tarifa.
- Regletero de bornas comprobación, pulsador y pilotos de señalización.

### **5.3.1. Fuerza en baja tensión**

#### **Armarios**

El armario de protección, maniobra y control de motores, se encuentra situado en la sala de cuadros eléctricos del edificio de explotación y control.

A él se acomete desde el centro de transformación a través de un interruptor automático de corte omnipolar con poder de corte de 36 KA.

Desde el embarrado de este armario, se alimenta a los distintos motores, cuadros auxiliares y cuadro de alumbrado, por medio de líneas independientes y protegidas por medio de interruptores automáticos con protección magnetotermica y diferencial.

El armario está construido en chapa de acero de 2 mm. de espesor, pintado en color beige, previo desengrasado y tratada contra la corrosión; sus características principales son: grado de protección IP-547, tensión nominal de aislamiento en el circuito principal 1.000 V., 380 V alterna en el circuito auxiliar, intensidad de cortocircuito en construcción standard 35 KA eficaces.

La fijación de los embarrados tanto horizontales como verticales, está prevista en ejecución normal para una intensidad de cortocircuito de 35 KA.

La entrada al cuadro está formada, en su panel correspondiente, de un interruptor automático magnetotérmico con relé diferencial y transformador toroidal de 300 mA según MI.BT/021-2.8.

A continuación del interruptor general se han colocado tres amperímetros y un voltímetro con conmutador, con objeto de vigilar el consumo, así como la tensión en cada instante. A partir del embarrado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor constituido por:

- Interruptor automático tripolar de motor, con relés magnéticos.
- Contactor tripolar o arrancador estrella-triángulo.
- Un bloque de tres relés, térmico, compensado y diferencial, con dispositivo contra la marcha en monofásico
- Transformador toroidal y relé diferencial de 300 mA

Para los motores de potencia igual o superior a 10 CV, el contactor se sustituirá por una combinación de tres contactores para hacer el arranque estrella-triángulo.

### **5.3.2. Líneas de alimentación**

A partir de los automáticos alojados en el armario de protección y maniobra salen las líneas de alimentación a los distintos motores y cuadros auxiliares de la planta. Estas alimentaciones se realizará con cables tipo RV 0,6/1 KV de aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC. Las secciones de los cables, se han calculado, de acuerdo con las intensidades admisibles en el reglamento MI.BT-017, tablas I y II. Una vez dimensionados, teniendo en cuenta los factores de corrección de las intensidades máxima admisible por agrupación de cables



aislados en bandeja perforada se ha comprobado que la caída de tensión al final de cada línea no ha sobrepasado el 5% en fuerza y 3% en alumbrado admisibles según MI.BT-017.

La Sección mínima empleada para fuerza en los receptores ha sido 2,5 mm<sup>2</sup> y para los elementos auxiliares tales como pulsadores in situ, finales de carrera limitadores de paro ha sido 1,5 mm<sup>2</sup>.

Desde los armarios hasta los elementos receptores los cables discurrirán por bandeja de PVC en instalaciones interiores, bandeja metálica galvanizada en caliente o bajo tubo de PVC enterrado en exteriores. En los edificios los tubos serán de acero galvanizado con rosca Pg.

### **5.3.3. Alumbrado general**

#### **Cableado de alumbrado exterior y de reparto hasta Armario Locales**

Desde el armario general de baja tensión y a través de un conductor apropiado, se acometerá a un armario de alumbrado situado en el edificio de explotación.

En este armario, se alojará un interruptor automático magnetotérmico, así como los interruptores automáticos magnetotérmicos que alimentará a los distintos circuitos secundarios de alumbrado. Estos van equipados con automático diferencial de In adecuada y 30 mA de sensibilidad según MI.BT/021-2.8.

La iluminación de los edificios se hará a base de equipo fluorescente con reactancia, cebador y condensador de 2 x 36 W. En locales húmedos se emplearán equipos estancos.

La iluminación exterior de viales y equipos se realizará con columnas de 4 metros de altura y luminarias esféricas antivandalicas con difusor opal y lámparas de vapor de sodio de 150 W.

La instalación de alumbrado exterior se hará con cable de aislamiento 0,6/1 KV de 6 mm<sup>2</sup> de sección mínima. Estos cables discurrirán bajo tubería de plástico enterrado a 0,50 m de profundidad.

La instalación de alumbrado interior de las distintas dependencias de los edificios se realizará bajo tubo de PVC rígido en superficie y en las zonas nobles se realizará bajo tubo empotrado tipo corrugado. Se utilizará cable unipolar con doble capa de aislamiento.

### **Alumbrado de emergencia**

Se ha previsto alumbrado de emergencia, dicha iluminación se concentrará exclusivamente en puertas, escaleras, pasillos y en general en zonas de escape o paneles en los que hubiera que realizar alguna maniobra de inspección o medida. El sistema de alumbrado de emergencia es autónomo que cumple con las prescripciones establecidas en las normas UNE 20062 y 20392, e instrucciones complementarias MIBT-005.

Sus características son difusor de vidrio, acumulador estanco de Níquelcadmio con cargador que asegura la recarga de los acumuladores en menos de 24 h, con nivel medio de 5 lux para todos los pasos a iluminar en emergencia.

### **Empalmes y derivaciones**

Todos los empalmes y derivaciones de la red de alumbrado, se realizará en los cuadros y en las cajas de registros, que serán de dimensiones adecuadas a la

sección del cable, por medio de bornas de apriete y rigidez eléctrica adecuada, con el fin de evitar calentamiento y pérdidas de aislamiento.

#### **5.3.4. Instalación general de tierras**

##### **Red de tierras**

Además de las tierras propias del Centro de Transformación, que estará constituida por red de malla independiente, se ha previsto una red general de tierras en la planta.

Estará formada por pozos equipados de una pica de acero-cobre de 2 m de longitud, y 18 mm de diámetro colocándose una en las inmediaciones de cada armario. Las tomas de tierra estarán formadas a base de picas con cable en cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> para la red de tierra general y desde esta red se deriva con cable de 16 mm<sup>2</sup> para los báculos y columnas, las masas metálicas están conexas a la red general con cable de 35 mm y 50 mm<sup>2</sup>.

#### **5.4. CONTROL Y AUTOMATISMO**

##### **Centro de control de la E.D.A.R.**

##### **Controles automáticos**

En todos aquellos procesos que exigen o son susceptibles de regulación automática continua, se podrá adoptar alguna de las siguientes alternativas de regulación, y se valorará la incidencia sobre la eficacia y operatividad de la planta con cada uno de los sistemas, en aquellos procesos donde sean aplicables.

- El primer sistema de regulación sería todo o nada o por escalones, tales como entrada de una nueva unidad en servicio o apertura de una válvula.

- El segundo sistema sería un sistema de regulación por impulsos, aplicables a válvulas con accionamiento eléctrico que permite su control mediante autómatas programables y donde se puede cambiar a voluntad el punto de consigna.
- El tercer sistema sería el convencional PID, aplicable a equipos con accionamiento continuo, tales como válvulas servogobernadas, motores de velocidad variable, etc.

### **Centro de control de la E.D.A.R.**

El centro de control estará dotado al menos de los siguientes componentes:

- El cuadro sinóptico, que será del tipo mosaico y representará de forma simplificada toda la red de tratamiento, estará dotado de todos los accesorios necesarios. Incluirá señalización mediante pilotos luminosos, indicaciones de estado, alarmas, etc., estos datos le serán enviados desde el autómata de control de la E.D.A.R. Asimismo incluirá displays para señalización de todas las variables medidas, con indicación de fallo y protección de la señal de entrada. Las medidas de instrumentación de campo, se introducirán a través del autómata programable a un ordenador, que coordinará los automatismos de la planta.
- Pupitre de mando para gobierno de la planta a través del ordenador industrial de proceso mediante órdenes de pantalla. Incluirá un dispositivo de enclavamiento que permita operar la planta desde el pupitre a través del ordenador sólo a personal autorizado.
- El puesto de trabajo (pupitre de mando) irá equipado con un monitor en color, teclado, ratón e impresora.

También se dispondrá medios locales de mando, conmutación, cambio de puntos de consigna, etc., mediante elementos simples tales como pulsadores, conmutadores, etc. en cada armario de fuerza.

### **Autómata programable**

Todas las señales analógicas y digitales del proceso, a excepción de algunos mandos locales de operación discrecional, se procesarán a través de un autómata programable.

La solución adoptada se basa en la instalación de un autómata programable con lógica propia, situado en la sala de cuadros eléctricos del edificio de explotación y control.

El autómata se configurará en el entorno de un procesador del tipo de palabra rápida para tareas binarias y digitales.

El tratamiento de los programas será de forma cíclica con tiempo de tratamiento igual o inferior a 1,6 microsegundos por instrucción.

La memoria de programas se constituirá mediante unidades RAM y memorias borrrables EPROM. Cada PLC dispondrá de la memoria necesaria para las lógicas de funcionamiento en que van a trabajar y archivo de datos para un tiempo mínimo de 72 horas.

La programación podrá realizarse mediante ordenador y también ha de ser posible la programación con unidades específicas.

El autómata será instalado en el interior de un armario metálico, con puerta anterior dotada de ventana transparente, totalmente cableados hasta bornes

situados en la parte inferior de los armarios donde irán conectados todos los cables de señales de entrada y salida, tanto analógicas como digitales.

### **Ordenador Central**

Será compatible con el autómata y demás periféricos y permitirá cumplimentar las exigencias de Software correspondientes.

Sus características principales cumplirán como mínimo las siguientes especificaciones:

- Microprocesador PENTIUM
- Bus de datos de 32 bits
- Comprobación automática de los componentes del sistema
- 32 Mb de RAM
- Unidad de disco duro de 2 Gb
- Unidad de disquetes de doble cara de 1,44 Mb
- Interfase suficientes para comunicaciones asíncronas
- Interfases para impresora
- Teclado en español, con teclas de funciones, modos y numéricos.

### **Terminales**

Se instalará un monitor de las siguientes características:

- Pantalla gráfica y alfanumérica
- Alfa: 24 líneas x 80 columnas (mínimo)
- Gráfica: 640 x 480 pixels (mínimo)
- Tamaño 19" color VGA

Asimismo se instalará una impresora de inyección monocromo con calidad óptima de impresión a 300 puntos por pulgada y una velocidad de impresión de 3 páginas por minuto.

El paquete de software de aplicación de ordenador, incluirá:

- Comunicación con PLC.
- Creación y modificación de base de datos.
- Archivo e impresión de alarmas.
- Partes diarios, semanales, mensuales y anuales.
- Gráficos instalados en pantalla de supervisión.
- Cambio de parámetros y consignas a PLC.

Se dispondrá un sistema de alimentación ininterrumpida en corriente alterna para alimentar los ordenadores y periféricos, dimensionado suficientemente para garantizar el funcionamiento correcto del conjunto para cortes del suministro de la red durante 30 minutos de duración.

### **Instrumentación**

Para el control del proceso y la optimización de la explotación se dispondrá de las siguientes medidas:

**Caudalímetro ultrasónico de lectura digital para medición sobre canal abierto y con totalizador para medición de:**

- Agua pretratada (después del desarenado)

**Medidor de caudal en tuberías mediante medidor magnético, para medición de:**

- Bombeo de recirculación de fangos.
- Bombeo de fango en exceso a espesador.
- Bombeo de fangos espesados a deshidratación.

**Medidor de pH para medición de:**

- Agua bruta

**Medidor de oxígeno disuelto, tipo de inmersión, en el reactor biológico.**

**Analizador de potencial REDOX en el reactor biológico.**

**Medición de nivel mediante principio ultrasónico de:**

- Pozo bombeo de agua bruta

**Rotámetro en línea para medición de:**

- Agua para dilución de polielectrolito

**Medidor de nivel mediante principio capacitivo para la arqueta de recogida de sobrenadantes del decantador.**

## **5.5. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS**

### **5.5.1. Red de agua potable**

En la acometida de agua potable se dispone un contador del tipo homologado por el Ayuntamiento. Para mantener la presión necesaria se dispone un grupo de agua a presión de 1,5 m<sup>3</sup>/h. a 4 Kg/cm<sup>2</sup>. que da servicio a los aparatos sanitarios del edificio, así como a la dilución de reactivos y laboratorio. Las tuberías de



distribución son de cobre. Se dispone un calentador eléctrico de 50 L para el suministro de agua caliente sanitaria.

#### **5.5.2. Red de agua de servicios**

Existe una red de agua de servicios que permite disponer de agua para la limpieza en todos los puntos de la instalación. Esta red tiene caudal y presión suficiente para desobstruir las tuberías de fangos, limpiar las rejillas, red de incendios, etc. así como para riegos de ajardinamientos. Para ello cuenta con un grupo de agua a presión para servicio de agua industrial a la planta de 7,5 m<sup>3</sup>/h. a 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

El grupo de presión proyectado, tomará el agua tratada de la cámara de cloración, que funcionará como depósito de almacenamiento.

En la impulsión del grupo de agua a presión se dispone un filtro autolimpiante para retener los sólidos que pudiera contener el agua.

#### **5.5.3. Red de vaciados**

Se ha previsto el vaciado de todos los elementos de la planta.

Para ello se dispone una red de recogida de reboses, escurridos, fecales y vaciados, construida mediante tuberías de fibrocemento clase sanitaria que los conducirá a la obra de llegada.

La cámara de cloración se vaciará directamente a la obra de salida.

El decantador secundario y el reactor biológico se vaciarán a través de la arqueta de bombeo de fangos, de tal manera que el primero momento del vaciado se impulsará mediante las bombas de fangos en exceso a espesamiento y el resto mediante las bombas de recirculación de fangos a la obra de salida. Para esto, en

la impulsión de fangos en recirculación, se dispone un juego de válvulas que conecta, bien con el reactor biológico, bien con la obra de salida.

#### **5.5.4. Laboratorio**

El laboratorio ha sido equipado con los elementos necesarios para la realización de los análisis para el control de la explotación de la instalación, como son los ensayos relativos a las características garantizadas que deberán determinarse en el efluente y en los fangos, así como los parámetros básicos de agua bruta.

El laboratorio dispone de superficie e instalaciones para recepción de muestras y lavado de todo el material utilizado en el muestreo y en los análisis, así como los correspondientes servicios de electricidad, agua fría y caliente, dispuestos de modo uniforme y suficiente en las mesas murales. Se ha previsto los correspondientes desagües y la expulsión de los gases procedentes de las vitrinas.

Se dispone, así mismo, para facilitar el control del proceso, tomamuestras automáticos con refrigeración de las muestras en la entrada de agua al tratamiento biológico y en la salida de agua tratada.

#### **5.5.5. Almacén taller**

En el Edificio de Control y Proceso se ha previsto una zona destinada a taller y almacén de 20 m<sup>2</sup>.

El taller se ha equipado con los elementos necesarios para poder realizar la casi totalidad de los trabajos de mantenimiento al objeto de tener una gran autonomía que asegure realizar los trabajos en cualquier momento.

Se dispone un capítulo en el presupuesto con los elementos necesarios para equipar esta instalación.

#### **5.5.6. Repuestos**

Se ha considerado en el presupuesto el coste de las piezas de repuestos, que en condiciones de operación normales, deben ser sustituidas dentro de un plazo de dos años, así como el pequeño material fungible que se prevé pueda ser necesario en la explotación de la E.D.A.R. durante el mismo período.

Se dispone un capítulo en el presupuesto donde están valorados los repuestos considerados necesarios.

#### **5.5.7. Mobiliario**

Se ha dispuesto el mobiliario necesario en el edificio de control para dar servicio a la sala de control, (mesa de control, sillas, armarios, archivadores, papelera, etc...), vestuarios (taquillas, bancos, perchas, espejos, etc...) aseos y laboratorio.

Existe un capítulo en el presupuesto con el mobiliario previsto.

#### **5.5.8. Protecciones**

La planta cuenta con los elementos necesarios para dar una protección adecuado a toda la instalación y al personal de explotación. Para ello se ha previsto un botiquín de emergencia, extintores adecuados a las distintas zonas de la planta, mangueras contra incendios, máscaras personales, cinturones de seguridad, salvavidas, carteles, indicadores, luces de emergencia, etc...

Existe un capítulo en el presupuesto con los equipos de protección previstos.

#### **5.5.9. Equipos de manutención**

Se ha dispuesto, en el edificio de proceso, un polipasto eléctrico de 3.000 Kg de capacidad de carga, para facilitar el mantenimiento de las instalaciones de deshidratación y pretratamiento.

## **5.6. EDIFICIOS, ESTRUCTURAS URBANIZACIÓN Y ACCESOS**

### **5.6.1. Edificación**

La edificación de la planta se concentra en un único edificio que reunirá en sus interiores todas las actividades administrativas y de control de la planta así como los procesos de predesbaste y deshidratación de fangos.

El edificio se divide en dos zonas bien diferenciadas, por un lado el edificio de control y administración y por otro el edificio de proceso.

El edificio de control consta de dos planta: en la planta baja se encuentra el laboratorio, el vestuario, los aseos y el taller, en la primera planta se encuentra la sala de control.

Desde este edificio se puede acceder a la zona industrial.

El edificio de proceso consta de una planta y en su interiores alberga, la sala de cuadros eléctricos, la deshidratación de fangos, la obra de llegada, el desbaste, el bombeo de agua bruta y el tamizado.

La arquitectura del edificio es de estética cuidada y ambientada en el entorno que le rodea.

Los acabados y calidades son las siguientes:

## — EDIFICIO DE CONTROL

- Cerramiento formado por fábrica de ladrillo de medio pie de espesor, cámara de aire con aislante térmico y trasdosado con fábrica de ladrillo hueco doble.
- Tabiquería interior formada por fábrica de ladrillo hueco doble.
- Cubierta inclinada de teja curva.
- Enfoscado con mortero de cemento en paramentos exteriores y en los paramentos interiores del taller.
- Guarnecido con yeso negro y enlucido con yeso blanco en paramentos horizontales de todas las dependencias excepto en el taller, así como en los paramentos verticales de la sala de control y pasillos.
- Solado de gres en todo del edificio excepto en el taller.
- Alicatado con azulejo blanco en laboratorio, vestuarios y aseos.
- Carpintería de aluminio en ventanas.
- Carpintería de madera barnizada en puertas de paso.
- Carpintería metálica en puerta de acceso a edificio de proceso y en puerta de acceso del taller.
- Carpintería de PVC en puerta de entrada al edificio.
- Climalit en ventanas.
- Escalera formada por estructura de acero y peldaños de madera.
- Barandilla de acero con pasamanos de madera.
- Pintura al gotelé sobre acabado de yeso.
- Pintura plástica en paramentos interiores del taller.
- Pintura pétreo con acabado rugoso en paramentos exteriores.
- Chapado con piedra caliza de 1 m. de altura en los paramentos exteriores.

## — EDIFICIO DE PROCESO

- Cerramiento formado por fábrica de ladrillo de un pie de espesor.
- Tabiquería interior formada por fábrica de ladrillo hueco doble.

- Cubierta inclinada de teja curva.
- Enfoscado con mortero de cemento en paramentos interiores y exteriores.
- Solado de cuarzo gris sobre solera de hormigón.
- Carpintería de aluminio en ventanas.
- Carpintería metálica en puerta de paso.
- Cristalina de 6 mm. en ventanas.
- Pintura plástica en paramentos horizontales y verticales interiores.
- Pintura pétreo con acabado rugoso en paramentos exteriores.
- Chapado con piedra caliza de 1 m. de altura en los paramentos exteriores.

#### **5.6.2. Estructuras**

La estructura del edificio es un entramado de vigas y pilares de hormigón armado.

El hormigón utilizado es H-200 y el acero AEH-400.

Los forjados son unidireccionales de 24 cm. de espesor formado por viguetas de hormigón armado y bovedillas cerámicas.

#### **5.6.3. Cimentaciones**

El terreno presenta suficiente capacidad portante, por lo que la cimentación de los edificios se ha resuelto mediante zapatas aisladas arriostradas entre si, cimentando los demás aparatos que componen la E.D.A.R. sobre losas armadas.

#### **5.6.4. Urbanización y accesos**

##### **- VIALES**

Existen dos tipos de viales, uno para tránsito de vehículos y otro de uso peatonal. El primero está formado por 20 cm. de zahorra natural, 20 cm. de zahorra artificial y 5 cm. de mezcla bituminosa en caliente, sobre explanada E.2. El segundo está formado por una capa de gravilla de 10 cm. de espesor compactada sobre el terreno natural.

Los viales de tipo bituminoso están limitados por bordillo de hormigón y aceras formadas por pavimento de loseta hidráulica de 15 x 15 sobre solera de hormigón.

## - CERRAMIENTO

Hay dos tipos de cerramientos con distinta calidad y acabado.

El primero está situado en la entrada a la planta y presenta un acabado acorde con la estética del edificio, de manera que el impacto visual sea agradable.

Está formado por fábrica de mampostería de 50 cm. de altura y 50 cm. de espesor. Sobre esta fábrica se sitúa otra de ladrillo de un pie enfoscado y pintado con pintura petrea de 70 cm. de altura y pilastras del mismo material cada 4,5 m. El espacio que queda entre pilastras se cerrará mediante reja de acero con adornos de pletina forjada.

Para terminar el cerramiento se colocará en la parte superior un adorno formado por tejas curvas.

El segundo cerramiento que ocupará el resto de la planta está formado por entelado metálico galvanizado de malla simple torsión y postes de tubo de acero.

## **- ACCESOS**

Existen dos accesos a la planta: uno para vehículos, formado por cancela metálica corredera de apertura automática, y otro para peatones, mediante puerta de chapa plegada.

## **5.7. CONEXIONES CON EL EXTERIOR**

En la Planta General de conexiones con el exterior incluida en el Documento N° 2 Planos, puede apreciarse la ubicación de los puntos de conexión que se desarrollan a continuación.

### **5.7.1. Llegada de agua bruta**

La toma de agua bruta se realiza en el colector existente, que vierte la totalidad de las aguas residuales de la población por infiltración al arroyo Valdezarzas.

Para realizar la conexión con la E.D.A.R. se ejecuta la obra de toma interceptando el colector existente, conduciendo el agua bruta a la E.D.A.R. mediante tubería de 300 mm. de diámetro.

La cota de rasante de dicho colector en el punto de conexión es la 634,10 m.

### **5.7.2. Restitución de agua tratada**

La restitución del agua tratada se realiza al arroyo Valdezarzas, situado en un lateral de la parcela, mediante colector de 300 mm. de diámetro.

La cota mínima vertido es la 634,00 m.



### **5.7.3. Camino de acceso a E.D.A.R.**

El acceso a la E.D.A.R. se realiza desde la carretera de Córdoba a Tarragona posteriormente por el camino de La Espinara, que habrá de remodelarse en 350 m. aproximadamente.

### **5.7.4. Punto de enganche de energía eléctrica**

La acometida de energía eléctrica se realizará en 15 Kv., en el punto que señale la Compañía suministradora de electricidad Unión Fenosa.

### **5.7.5. Punto de conexión de agua potable**

La conexión de agua potable se realiza desde el municipio conectando a una arteria de distribución. Dicha arteria está construida por tubería de 90 mm. de diámetro y dispone de  $2/3 \text{ Kg/cm}^2$  de presión.

La conexión con la E.D.A.R. se ha proyectado con tubería de polietileno de alta densidad de 50 mm. de diámetro y  $10 \text{ Kg/cm}^2$  de presión nominal.

## **6. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

En el Anejo N° 12 de la presente memoria se incluye la justificación de precios de todas las unidades de obra del proyecto.

En el mencionado Anejo se relaciona, unidad por unidad, los costes de: materiales, mano de obra, maquinaria, transporte y medios auxiliares. Resultando de su suma, el precio de las unidades de obra incluidas en los cuadros de precios.

## **7. PLAZO DE EJECUCIÓN Y GARANTÍA**

De acuerdo con lo reflejado en el programa de trabajo, los plazos considerados son los siguientes:

- Plazo de ejecución: (12) MESES
- Plazo de garantía: (12) MESES

## 8. REVISIÓN DE PRECIOS

De conformidad con lo dispuesto en el Decreto 3650/1970 de 19 de Diciembre, los precios de las obras a que se refiere el presente Proyecto serán revisables a cuyos efectos se utilizará la fórmula polinómica tipo 9.

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

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

En esta fórmula los símbolos utilizados son:

- K = Coeficiente teórico de revisión por el momento de la ejecución t.
- H<sub>o</sub> = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de la licitación.
- H<sub>t</sub> = Índice de coste de la mano de obra en el momento de la ejecución t.
- E<sub>o</sub> = Índice de coste de la energía en la fecha de la licitación.
- E<sub>t</sub> = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.
- C<sub>o</sub> = Índice de coste del elemento en el fecha de la licitación.
- C<sub>t</sub> = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución t.
- S<sub>o</sub> = Índice de coste de materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.
- S<sub>t</sub> = Índice de coste de materiales siderúrgicos en el momento de la ejecución t.

## **9. DOCUMENTOS DE QUE CONSTA EL PROYECTO**

### **\* Documento N° 1. Memoria y Anejos**

#### **- Memoria**

1. Antecedentes y objeto del proyecto
2. Datos de partida y resultados a obtener.
3. Justificación el proceso adoptado.
4. Criterios de diseño
5. Descripción general de las obras
  - 5.1. Línea de tratamiento de agua
  - 5.2. Línea de tratamiento de fangos
  - 5.3. Instalación eléctrica
  - 5.4. Instrumentación y control
  - 5.5. Instalaciones complementarias
  - 5.6. Edificios, estructuras, urbanización y accesos
  - 5.7. Conexiones con el exterior
6. Justificación de precios
7. Plazo de ejecución y garantía
8. Revisión de precios
9. Documentos de que consta el proyecto
10. Clasificación del contratista
11. Declaración de obra completa
12. Presupuesto

#### **- Anejos de la Memoria**

Anejo N° 1 Información básica

Anejo N° 2 Justificación de la solución adoptada

Anejo N° 3	Estudio geológico-geotécnico
Anejo N° 4	Cartografía y trabajos topográficos
Anejo N° 5	Reportaje fotográfico
Anejo N° 6	Resumen de variables del proyecto
Anejo N° 7	Cálculos justificativos funcionales
Anejo N° 8	Cálculos hidráulicos
Anejo N° 9	Cálculos estructurales y resistentes
Anejo N° 10	Cálculos eléctricos
Anejo N° 11	Plan de garantía de calidad
Anejo N° 12	Justificación de precios
Anejo N° 13	Estudio de explotación, conservación y mantenimiento
Anejo N° 14	Estudio de impacto ambiental
Anejo N° 15	Estudio de seguridad e higiene en el trabajo
Anejo N° 16	Propietarios y servicios afectados
Anejo N° 17	Plan de obra y programa de los trabajos
Anejo N° 18	Normativa de vertido a alcantarillado
Anejo N° 19	Presupuesto para conocimiento de la administración

**\* Documento N° 2. Planos**

- Planos generales
- Diagramas de funcionamiento
- Obra civil
- Equipos mecánicos
- Equipos eléctricos

**\* Documento N° 3. Pliego de prescripciones técnicas**

**\* Documento N° 4. Presupuesto**

- 4.1. Mediciones
- 4.2. Cuadro de precios N° 1
- 4.3. Cuadro de precios N° 2
- 4.4. Presupuestos parciales
- 4.5. Presupuestos generales

## **10. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA**

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

Grupo K, subgrupo 8, categoría E.



## **11. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA**

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

## **12. PRESUPUESTOS**

Aplicando a las mediciones realizadas los precios reflejados en el Cuadro de Precios nº 1 se obtienen los diferentes Presupuestos de Ejecución Material que, afectados del coeficiente de contrata, arrojar los Presupuestos de Contrata que a continuación se expresan y que, afectados del coeficiente de alza o baja darán lugar a los Presupuestos de oferta.

Presupuesto de ejecución por contrata de las E.D.A.R. de Villarta de San Juan, Las Labores, Puerto Lápice y Arenas de San Juan:

**NOVECIENTOS TREINTA Y OCHO MILLONES TRESCIENTAS  
DIECISEIS MIL SETECIENTAS SEIS PESETAS (938.316.706 Pts)**

Ciudad Real, Junio de 1997

El Ingeniero Director de Proyecto

El Ingeniero Autor del Proyecto

Fdo.: D. Cesar Rubio Zubiaur  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 4369

Fdo.: D. Javier Mey Almela  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado nº 11759