

MEMORIA

INDICE

MEMORIA.....	4
1. OBJETO.....	4
2. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE PROCESO.....	5
3. DIMENSIONADO DE COLECTORES.....	7
3.1.1. COLECTOR 1	7
3.1.2. COLECTOR 2	9
4. PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA.....	12
5. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS	14
6. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO	16
7. DIMENSIONADO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	20
7.1. ARQUETA DE ENTRADA Y DESGÜE AL RÍO HUECHA.....	20
7.2. POZO DE GRUESOS.....	21
7.3. POZO DE BOMBEO.....	21
8. DIMENSIONADO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DEPURADORA.....	25
8.1. PRETRATAMIENTO.....	25
8.1.1. DESBASTE/TAMIZADO	25
8.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR	27
8.3. MEDICIÓN DE CAUDAL Y ALIVIADO DE EXCESOS.....	32
8.4. ELEMENTO DE PARTICIÓN	33
8.5. TRATAMIENTO SECUNDARIO: REACTOR BIOLÓGICO	34
8.5.1. REACTOR BIOLÓGICO	35
8.5.2. COMPROBACIÓN DE LA ALCALINIDAD.....	44
8.6. DECANTADOR SECUNDARIO	44
8.6.1. FANGOS EN EXCESO	45
8.6.2. RECIRCULACIÓN DE FANGOS.....	46
8.6.3. SOBRENADANTES DEL DECANTADOR SECUNDARIO.....	47
8.6.4. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS	48
8.7. MEDIDA DE CAUDAL DEL AGUA TRATADA	48
8.8. OBRA DE SALIDA Y CONDUCCIÓN AL CAUCE RECEPTOR	49

8.9. TRATAMIENTO DE FANGOS.....	49
8.9.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD.....	49
8.9.2. DESHIDRATACIÓN.....	52
8.10. ALMACENAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS.....	55
8.11. DESODORIZACIÓN.....	56
8.12. EQUIPOS ANEJOS.....	58
8.12.1. GRUPO DE PRESIÓN.....	58
8.12.2. RED DE AGUA POTABLE.....	59
8.12.3. RED DE AIRE A PRESIÓN.....	59
8.12.4. ELEMENTOS DE TRASIEGO DE EQUIPOS.....	60
9. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO.....	61
9.1. INTRODUCCIÓN.....	61
9.2. DATOS DE PARTIDA.....	63
9.2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO.....	63
9.2.2. LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.....	63
9.2.3. LÍNEA DE FANGOS.....	65
9.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA.....	66
9.4. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDUCCIONES DISEÑADAS.....	66
10. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO.....	68
10.1. ACOMETIDA DE LÍNEA ELÉCTRICA.....	68
10.2. DIMENSIONADO ELÉCTRICO.....	68
11. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.....	71
12. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL.....	75
12.1. RESUMEN GEOTÉCNICO.....	75
12.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES.....	76
13. IMPLANTACIÓN, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN.....	77
13.1. VIALES.....	77
13.2. ACERADO.....	78
13.3. CERRAMIENTO.....	78
13.4. JARDINERÍA.....	78
13.5. RED DE RIEGO.....	79
13.6. PROGRAMADOR DE RIEGO.....	80
13.7. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES A EMPLEAR.....	80

13.8. RESUMEN DE MEDICIONES DE AJARDINAMIENTO	81
13.9. RED DE VACIADOS.....	81
13.10. RED DE DRENAJE	82
13.11. RED DE AIRE COMPRIMIDO.....	82
13.12. ACOMETIDAS DE AGUA POTABLE.....	82
13.13. ACOMETIDAS DE LINEA ELÉCTRICA.....	83
13.14. EDIFICACIÓN.....	83
13.15. UBICACIÓN DE LA PARCELA	83
14. DECLARACION DE OBRA COMPLETA.....	85
15. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS.....	86
16. COSTE DE LA MANO DE OBRA	88
17. PROGRAMA DE TRABAJOS	89
18. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	90
19. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	91
20. RESUMEN DE PRESUPUESTOS.....	92
21. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	95
22. CONCLUSIONES	97

MEMORIA.

1. OBJETO

El presente Proyecto de Construcción se redacta en base a la adjudicación del expediente C10/2003 “Proyecto, Construcción y Funcionamiento inicial de la Estación Depuradora de Aguas residuales de Mallén (Zaragoza)” a la empresa ELECNOR, S.A. con un presupuesto de 64.254,72 Euros para la redacción del presente proyecto y 3.118.843,94 Euros para la construcción y explotación durante el año inicial de la depuradora. El plazo de ejecución será de 30 meses. Estas cifras incluyen el I.V.A.

Este proyecto ha sido redactado por la Dirección de Medio Ambiente de ELECNOR, S.A.

En la redacción del Proyecto se han considerado los siguientes documentos:

- Proyecto de Licitación presentado ante el Gobierno de Aragón en el Área de Ingeniería Sanitaria del Instituto Aragonés del Agua, con número de expediente de contratación C10/2003 y cuya descripción del objeto del contrato fue “Proyecto, Construcción y Funcionamiento Inicial de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Mallén (Zaragoza)”
- El documento titulado “13.Q.23.- Proyecto: Estación Depuradora de aguas residuales para Mallén, agosto de 1991”, utilizado como Anteproyecto tras la redacción de la Addenda.
- Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares
- Addenda al anteproyecto de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Mallén (Zaragoza)
- Pliego de Prescripciones Técnicas
- Aclaraciones al Pliego realizadas por el Instituto Aragonés del Agua.

2. DESCRIPCIÓN DE UNIDADES DE PROCESO

Dadas las características requeridas en la planta a diseñar se ha considerado que la estación depuradora objeto del presente proyecto debe tener las siguientes unidades de proceso:

Aliviaderos previos a los colectores de conexión

Prolongación de los colectores I y II

Estación de bombeo de aguas residuales

- Arqueta de entrada
- Extracción de gruesos mediante cuchara bivalva en pozo de gruesos.
- Pozo de bombeo

Línea de by-pass general diseñado para el caudal máximo de entrada

Estación Depuradora

Línea de agua

- Tamizado/Desbaste.
- Desarenado-desengrasado, con clasificado de arenas y concentración de grasas.
- Medición de caudal y aliviado de excesos
- Línea de by-pass previo al biológico diseñado para $3 \cdot Q_m$
- Aireación prolongada en reactor biológico. Dos líneas
- Decantación secundaria. Dos líneas
- Medida de caudal de agua tratada
- Fuente de presentación
- Vertido al cauce

Línea de fangos:

- Recirculación de fangos a la entrada del reactor biológico.
- Extracción de los fangos en exceso y bombeo al espesador.
- Espesado de fangos por gravedad.
- Deshidratación de fangos. Dos líneas
- Almacenamiento de fangos deshidratados.

Elementos auxiliares:

- Red de drenajes y vaciados y su bombeo a cabecera
- Instrumentación.
- Edificio industrial incluyendo deshidratación, desbaste y residuos del desarenado.
- Desodorización del edificio industrial por absorción con carbón activo con conexión al espesador y a la tolva de fangos.
- Acometida eléctrica exterior en media tensión mediante línea aérea, e instalación interior en baja tensión.
- Acometida de agua potable.
- Doble línea de agua (potable e industrial) en los puntos de limpieza de equipos y contenedores, así como para la alimentación del equipo de polielectrolito y el agua de dilución.
- Urbanización de la parcela.
- Edificio de control.
- Equipamiento de laboratorio según establecía el Anejo 3 del PPT del Pliego de Bases de la Licitación.
- Instalación de aire comprimido en el taller.
- Instalación de riego por aspersion sectorizado y automatizado, con posibilidad de utilizar agua depurada o potable.
- Instalación telefónica, con centralita y teléfono inalámbrico.
- Portero automático en la puerta de acceso a la EDAR.
- Instalación de agua caliente en duchas y lavabos.
- Instalación de lavadora y secadora automática en vestuarios.
- Instalación de climatización (calor, frío) en el edificio de control.
- Mobiliario de todas las dependencias del edificio de control.

- Instalación de accesos adecuados (plataformas, escaleras, barandillas...) a todos los equipos electromecánicos para poder realizar las labores de mantenimiento y reparación.
- Medios de elevación y transporte necesarios para las operaciones de mantenimiento y reparación de los elementos electromecánicos.
- Elementos de seguridad y salud en toda la planta.

3. DIMENSIONADO DE COLECTORES

Actualmente el vertido de Mallén se realiza a través de dos colectores que desaguan directamente al río Huecha. De ellos, el colector denominado Colector 1, lleva la mayor parte del caudal. El colector denominado Colector II, transporta hoy poco caudal, pero se prevé que la expansión urbanística incremente éste notablemente.

Dado que es necesario que ambos colectores crucen el río, se opta por reunirlos en un solo punto, y cruzar el río con un solo colector, para lo que se prolongan ambos colectores hasta el punto de conexión previsto. La solución se completará con una estación de impulsión, con una conducción hasta la planta de tratamiento de 368 m.

Previamente a la conexión, se proyectan sendos aliviaderos, que se conectan a los emisarios existentes.

3.1.1. COLECTOR 1

Colector que discurre paralelo a la Carretera Local, construido en hormigón y un diámetro de 60 Cm. Recoje los caudales de la mayoría de la población.

La cota de fondo del último pozo de registro antes de suvertido al río Huecha, a la altura del parque de San Sebastián (pero al otro lado de la carretera) es de 2,45 m por debajo del suelo. La cota absoluta del fondo del citado pozo es la 251,44 m.

Los caudales a vehicular de este colector, son los siguientes:

	Qmin:	Qm:	Qmax:	
Caudales a vehicular	11,3	18,8	56,3	l/s

Con una pendiente media del colector de 5 m/km, el caudal a sección llena del mismo es de 433,1 l/s. Será preciso aliviar el exceso sobre el caudal máximo de diseño.

Se acometerá en el último pozo de registro previo a su vertido y el colector interceptor será de hormigón armado.

La solución adoptada para el Colector 1 se describe a continuación, y se desarrolla en el Anejo II.1 “Cálculo Hidráulico de Colectores”:

Tramo Pozo de Registro – Aliviadero de pluviales:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	60 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	2 m
Cota de clave en pozo:	251,44 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,43 m

Aliviadero de pluviales (Canal Lateral):

Altura de labio adoptado:	0,15	m
Caudal a aliviar (Q):	0,38	m ³ /s
Carga sobre el umbral (h):	0,561	m
Pendiente del canal:	1,8	m/km
Coefficiente de vertedero (μ):	0,62	

Ce	0,98	
Coef. Seguridad (v):	1,5	
Longitud vertedero calculada:	3,57	m
Longitud de vertedero adoptada:	4,00	m
Diámetro de colector de salida:	400	mm
Diámetro colector de aliviado:	600	mm

Tramo Aliviadero de Pluviales – Estación de Bombeo:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	22 m/km - 5 m/km
Longitud:	50 m - 180 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,31 m
Cota de clave en Arqueta:	249,30 m

Colector de aliviado hasta el río:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	60 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	40 m
Cota de clave en Aliviadero:	251,11 m
Cota de clave en salida río:	250,91 m

3.1.2. COLECTOR 2

Colector que discurre paralelo a la Carretera Nacional 232, construido en hormigón y un diámetro de 40 Cm. Recoje los caudales de una pequeña parte de la población y de una serie de industrias (Conservas Martínez).

Presenta la dificultad de discurrir a mucha profundidad (clave 4 m por debajo del terreno), lo que seguramente produce que se inunde en los momentos de crecida del río. En el momento de su inspección se observó una capa de sedimentos en su fondo que corroboran esta hipótesis.

Los caudales a vehicular de este colector, son los siguientes:

	Qmin:	Qm:	Qmax:	
Caudales a vehicular	1,3	2,1	6,3	l/s

Con una pendiente media del colector de 5 m/km, el caudal a sección llena del mismo es de 148,3 l/s. Será preciso aliviar el exceso sobre el caudal máximo de diseño.

Se acometerá en el último pozo de registro previo a su vertido al río Huecha, estando este pozo situado en las proximidades de la Estación de Bombeo a diseñar. El colector interceptor será de hormigón armado. La cota absoluta del fondo del citado pozo es la 247,71 m.

La solución adoptada para el Colector 2 se describe a continuación, y se revisa en el Anejo II.1 “Cálculo Hidráulico de Colectores”:

Tramo Pozo de Registro – Aliviadero de pluviales:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	2 m
Cota de clave en pozo:	247,71 m

Cota de clave en Aliviadero:	247,70 m
------------------------------	----------

Aliviadero de pluviales:

Altura de labio adoptado:	0,05	m
Caudal a aliviar (Q):	0,14	m ³ /s
Carga sobre el umbral (h):	0,466	m
Pendiente del canal:	1,5	m/km
Coefficiente de vertedero (μ):	0,62	
Ce	0,98	
Coef. Seguridad (v):	1,5	
Longitud vertedero calculada:	2,35	m
Longitud de vertedero adoptada:	3,00	m
Diámetro de colector de salida:	400	mm
Diámetro colector de aliviado:	400	mm

Tramo Aliviadero de Pluviales – Estación de Bombeo:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	15 m/km
Longitud:	35 m
Cota de clave en Aliviadero:	247,58 m
Cota de clave en Arqueta:	247,06 m

Colector de aliviado hasta el río:

Material:	Hormigón Armado
Diámetro:	40 Cm
Pendiente media:	5 m/km
Longitud:	20 m
Cota de clave en Aliviadero:	247,48 m
Cota de clave en salida río:	247,38 m

4. PARÁMETROS DE DISEÑO ADOPTADOS EN EL DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

Partiendo de una población de diseño de 10.500 hab para el año horizonte de diseño, los parámetros de partida para el cálculo de los elementos de la estación depuradora son los que siguen:

CAUDALES

DESCRIPCIÓN	DISEÑO	UNIDAD
Caudales de Diseño		
Caudal Medio de Diseño (Qmed)	20,8	[l/s]
	75	[m ³ /h]
	1.800	[m ³ /día]
Caudal Máximo de Diseño (Qmax)	63	[l/s]
	225,0	[m ³ /h]
	5.400	[m ³ /día]
Caudal punta de diseño Biológico (2 * Qmed)	42	[l/s]
	150	[m ³ /h]
	3.600	[m ³ /día]
Caudal mínimo de diseño (0,5 * Qm)	10	[l/s]
	37,5	[m ³ /h]
	900	[m ³ /día]

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA

Las características del agua en la presente Estación Depuradora, a los efectos de dimensionamiento, son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL AGUA BRUTA	DISENO	UNIDAD
SST Afluente	60,00	[grSST/hab/dia]
	300	(mg/l)
	540	(kg/d)
SST Afluente máximo	60,0	[grSST/hab/dia]
	600	[mg/l]
	1.080,0	[Kg/dia]
DBO Afluente	70,0	[grDBO/hab/dia]
	350	[mg/l]
	630,0	[Kg/dia]
DBO Afluente Máximo	140,0	[grDBO/hab/dia]
	700	[mg/l]
	1.260,0	[Kg/dia]
DQO Afluente	126,0	[grDQO/hab/dia]
	630	[mg/l]
	1.134,0	[Kg/dia]
Nitrógeno NTK Afluente	10,4	[grNTK/hab/dia]
	52	[mg/l]
	93,6	[Kg/dia]
Fósforo P-total Afluente	1,4	[gr P/hab/dia]
	7,00	[mg/l]
	12,6	[Kg/dia]
Grasas Afluente	8,0	[gr Grasa/hab/dia]
	40,00	[mg/l]
	72,0	[Kg/dia]
pH agua bruta	7,80	[s.u]
Factor punta de contaminación SST	2,00	
Factor punta de contaminación DBO	2,00	
Factor punta de contaminación DQO	2,0	
Temperatura del agua (invierno)	13,0	[°C]
Temperatura del agua (verano)	23,0	[°C]

5. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS

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

CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL VERTIDO.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
SST Salida	[mg/l]	30
	[Kg/día]	54
% Reducción SST	%	90
DQO salida	[mg/l]	125
	[Kg/día]	225
% Reducción DQO	%	80,2
DBO5 Salida	[mg/l]	25
	[Kg/día]	45
% Reducción DBO5	%	92,9
DBO soluble	[mg/l]	8
	[Kg/día]	14,4
Nitrógeno total	[mg/l]	15
	[Kg/día]	27
% Reducción Nitrógeno total		71,2
Fósforo P-total	[mg/l]	2
	[Kg/día]	3,6
% Reducción Fósforo P-total	%	71,4
Contenido lím. materia orgánica arenas	%	5
pH agua tratada		6-9

El agua no tendrá olor desagradable.

Características del fango

El fango procedente del proceso tendrá las siguientes características, entendiéndose que los valores aportados son mínimos exigibles:

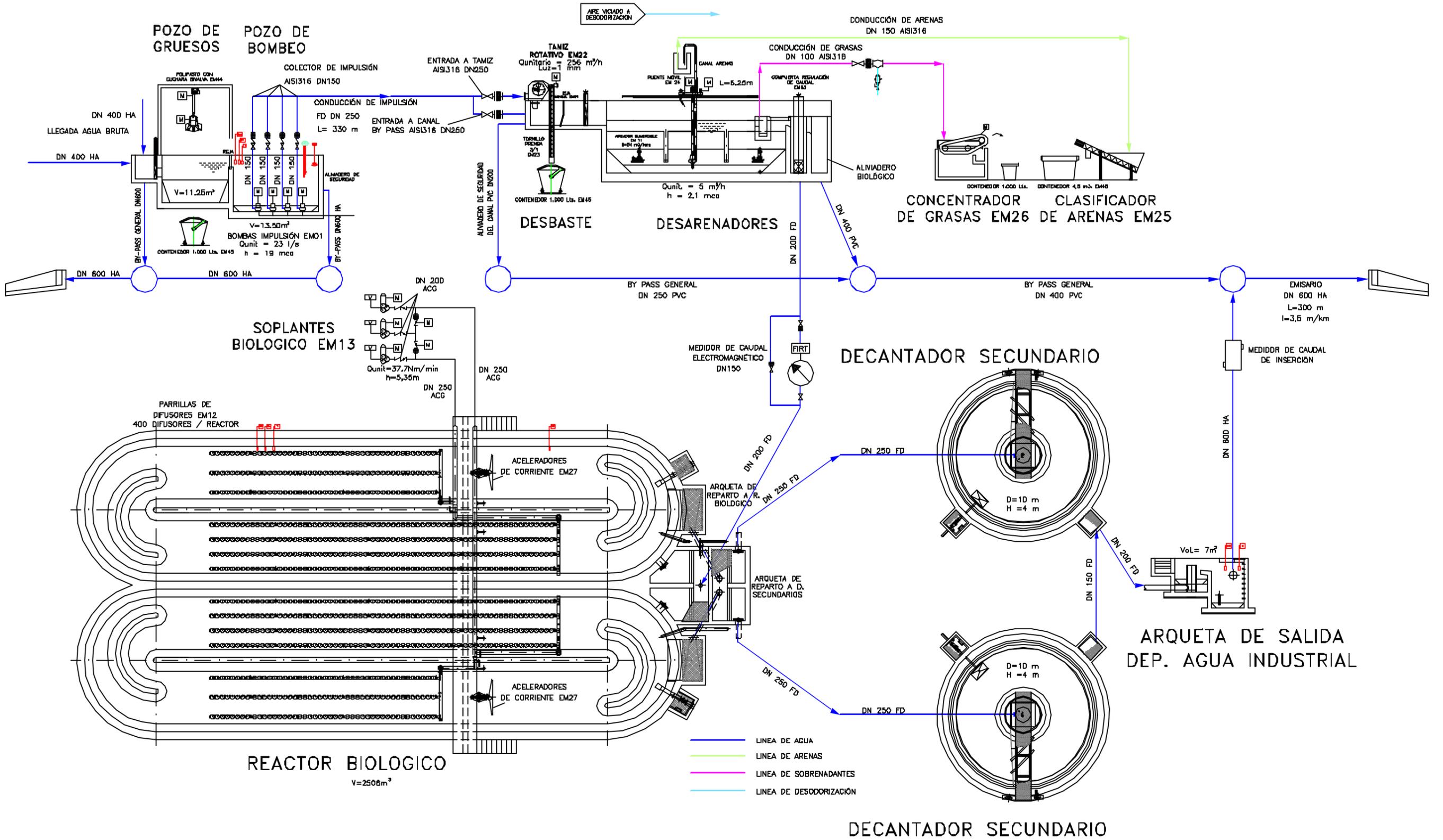
CARACTERÍSTICAS EXIGIDAS AL FANGO.		
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	DISEÑO
Estabilidad (en % peso de SSV)	%	40
Sequedad del fango deshidratado	%	18

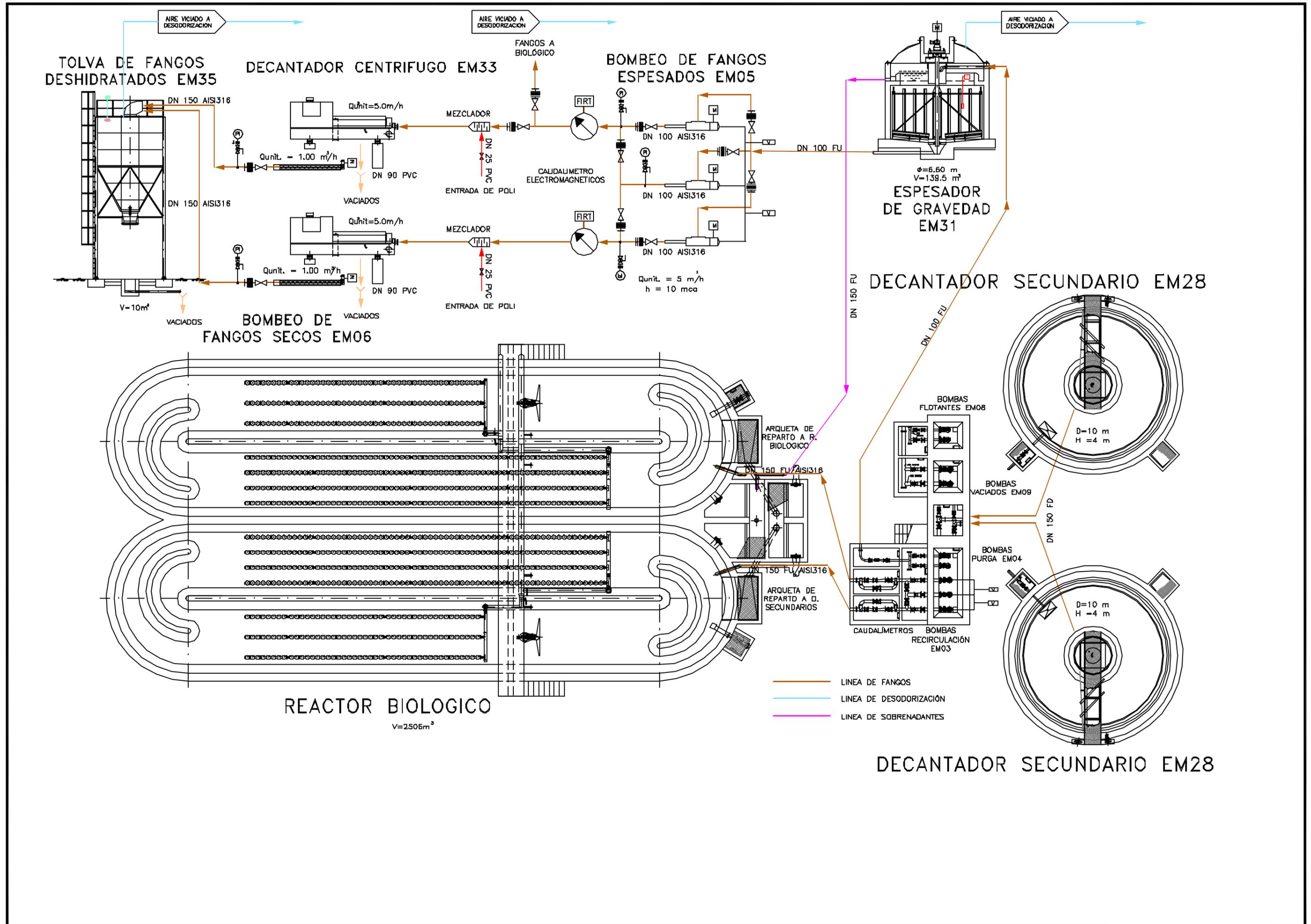
6. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO

A continuación se adjunta, previo al resumen del dimensionamiento los diagramas del proceso para una mejor comprensión de la presente memoria.

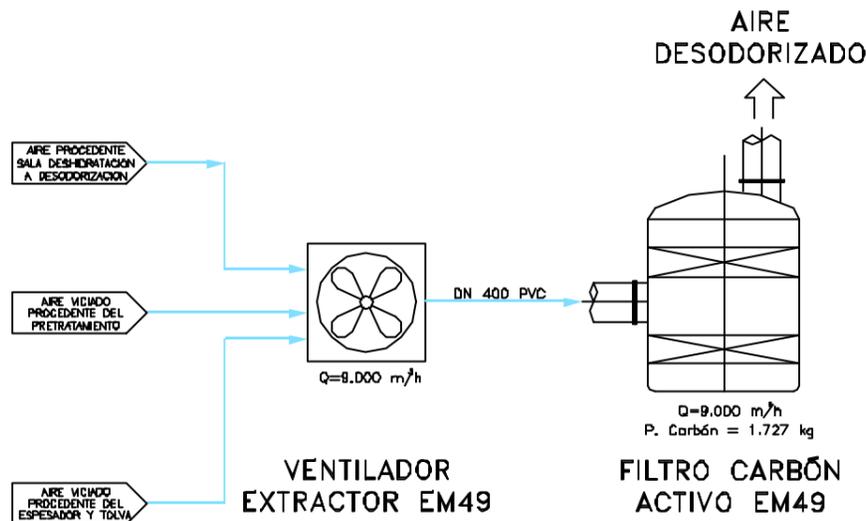
E.B.A.R.

PRETRATAMIENTO

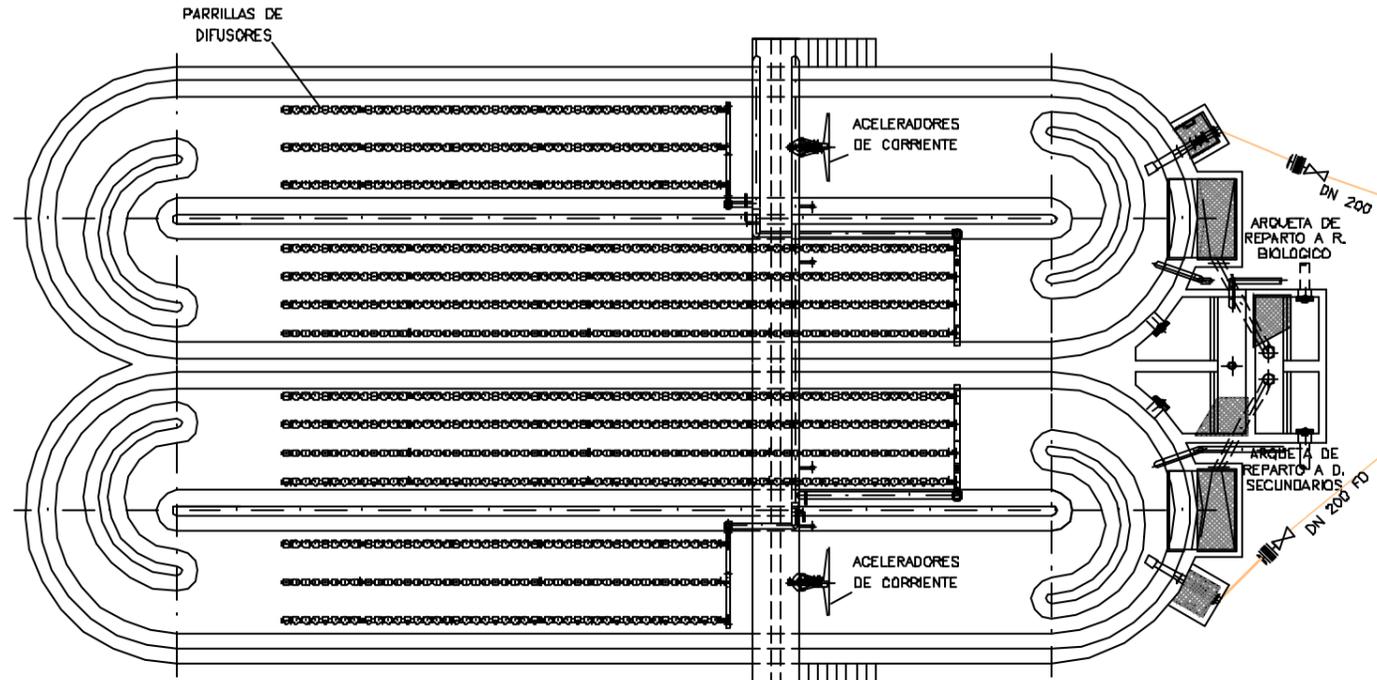
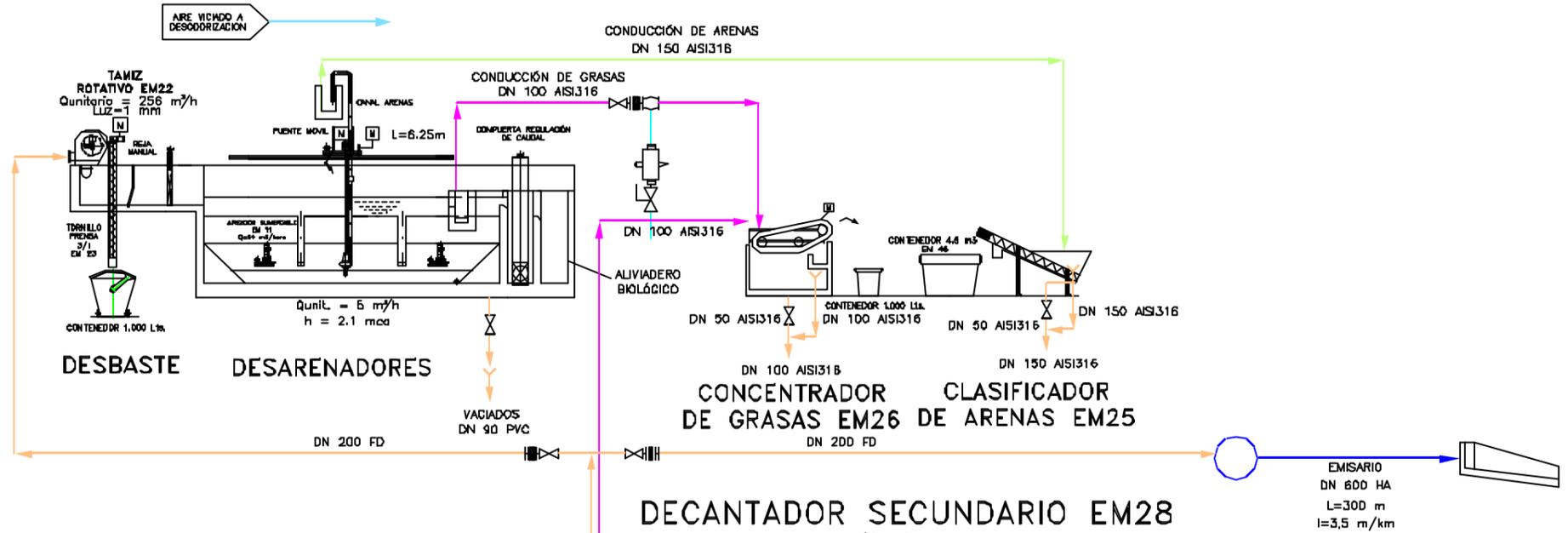




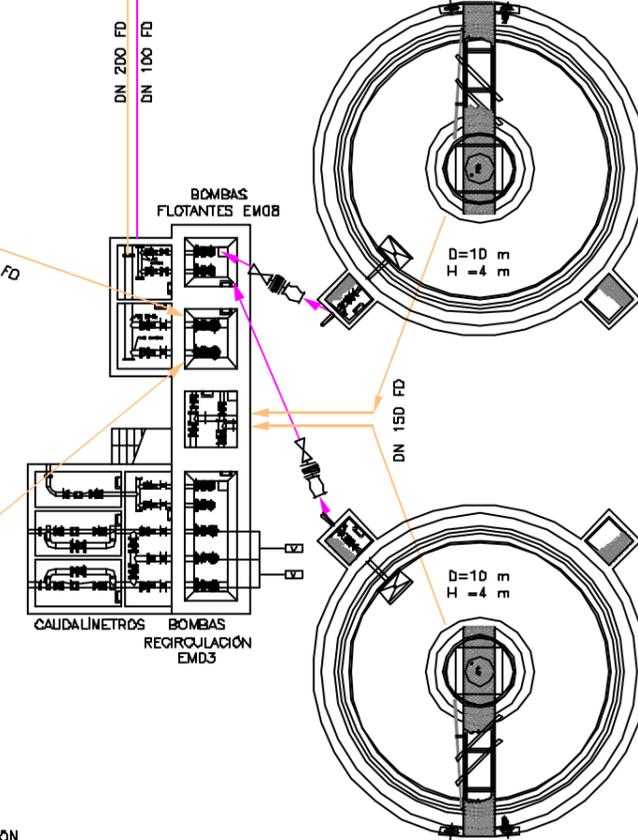
DESODORIZACIÓN



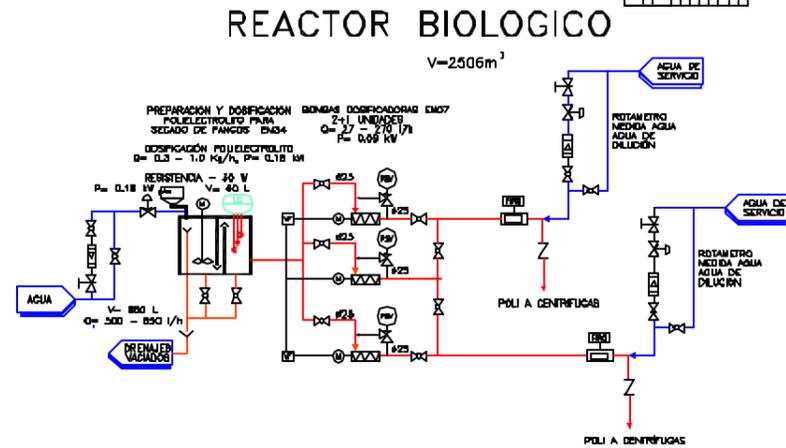
PRETRATAMIENTO



DECANTADOR SECUNDARIO EM28



DECANTADOR SECUNDARIO EM28



DOSIFICACIÓN DE POLI

- LINEA DE VACIADOS
- LINEA DE DESODORIZACION
- LINEA DE SOBRENADANTES
- LINEA DE POLI

7. DIMENSIONADO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

Dada la necesidad de paso inferior por el río Huecha por la situación de la parcela donde se ubicará la estación depuradora de aguas residuales y el recorrido del sistema de colectores, ha sido preciso el dimensionamiento de una estación de bombeo de aguas residuales.

7.1. ARQUETA DE ENTRADA Y DESGÜE AL RÍO HUECHA

El caudal ingresa a la estación de impulsión por medio de dos colectores de 40 Cm de diámetro en hormigón armado, siendo las cotas de sus claves en la llegada a la arqueta de entrada la 249,70 m para el Colector 1, y 247,06 m para el Colector 2. Se fija la cota de solera en la arqueta de entrada en la 246,76 m.

El caudal ingresa en el pozo de gruesos por medio de una compuerta mural de 40x40 Cm, que permite aislar por completo la estación de impulsión con la entrada en funcionamiento del By Pass general instalado, consistente en tubería de hormigón de 40 Cm.

La cota de clave del By Pass instalado es la 249,44 m, lo que significa que, en caso de entrar en funcionamiento, se inunda irremediablemente el Colector 2, circunstancia esta inevitable debido a su baja cota respecto a la lámina del río en caso de crecida.

El By Pass se protegerá con una chapa deflectora de flotantes, de manera que en la medida de lo posible se evite el arrastre de sólidos al río.

El desagüe al río Huecha es una conducción DN600 en HA que conduce el alivio hasta el cauce receptor, con una longitud de 45 m, y una pendiente de 3 m/km, alcanzando una altura de lámina máxima de 0,174 m, estando conectado el By Pass general de entrada, con el aliviadero de seguridad en la cámara de bombeo.

7.2. POZO DE GRUESOS

El pozo de gruesos diseñado tiene unas medidas de 3,0 m por 2,5 m, de forma tronco – piramidal, con un calado máximo de diseño de 1,5 m, alcanzando un volumen total de 11,25 m³. El porcentaje de eliminación esperado es del 70%, para lo que se le ayudará con una reja vertical de luz de paso de 75 mm, interpuesta entre el pozo y la cámara de bombeo.

Los residuos acumulados en el pozo de gruesos se retiran, mediante la cuchara bivalva instalada al efecto, sobre un contenedor del tipo normalizado por el Ayuntamiento para RSU, con una capacidad para 1.000 litros, con lo que el tiempo de almacenamiento esperado supera los 15 días.

Los datos más relevantes de la cuchara adoptada, son los siguientes:

- Marca: BLUG.
- Modelo: C2A-300.
- Capacidad: 300 litros.
- Presión de trabajo: 120 bar.
- Tiempo de cierre: 8 segundos.
- Tiempo de apertura: 4 segundos.
- Potencia motor: 5,5 CV.
- Incluye peine de limpieza y orificio de escurrido.

7.3. POZO DE BOMBEO

Se ha diseñado un pozo de bombeo para albergar 3 (+1 de reserva) bombas centrífugas sumergidas, y una adicional en futura ampliación.

El pozo de bombeo tiene unas dimensiones de 4,5 m por 2,0 m, y un calado máximo de diseño de 1,5 m, siendo el volumen de 13,5 m³. Su forma es también tronco – piramidal de manera que se consiga un buen arrastre de sólidos por las bombas instaladas.

Se ha procedido a la instalación de 3 +1 bombas centrífugas verticales, diseñando el pozo para la adición de una más en futura ampliación, teniéndose en cuenta las siguientes consideraciones:

- Nº de arranques/Hora de los equipos en la peor condición de caudal inferior a 8.
- Diferencia de lámina entre cada punto de arranque de bombas superior a 20 cm, para evitar arranques falsos debidos a perturbaciones en la superficie del líquido.
- Calado mínimo en el pozo superior a 30 cm, evitando así que las bombas trabajen en vacío, y asegurando la refrigeración de las camisas hasta el punto de agotamiento.

El caudal a impulsar previsto coincide con el máximo en pretratamiento en la EDAR, $3Q_m=62,5$ l/s.

Las cuatro bombas instaladas son iguales e intercambiables entre sí. Una de las bombas llevará un variador de frecuencia electrónico, flotante entre las unidades de bombeo, de forma que se pueda adaptar el caudal de bombeo al de llegada de agua bruta, evitando aumentos bruscos en el mismo al ponerse en marcha uno de los equipos. El medidor de nivel adoptado será del tipo ultrasónico.

Las unidades de elevación entrarán en servicio, se regularán y se pararán de forma automática en función de la altura de agua en el pozo. En caso de fallo del variador entrarán en funcionamiento los equipos disponibles, incluidos los de reserva, a caudal nominal en función del nivel del pozo.

Se ha previsto que el sistema de control efectúe de forma automatizada la rotación de las unidades de bombeo, a fin de conseguir tiempos de funcionamiento semejantes.

Se ha diseñado un colector de impulsión 4 en 1 consistente en tubería de acero inoxidable AISI316 DN150 y DN250, en el que la velocidad máxima de circulación es de

1,3 m/s, dotado de los accesorios de aislamiento y no retorno habituales y manómetro por bomba.

La impulsión hasta la planta, consiste en tubería de fundición dúctil cementada interiormente DN250, con unión mediante junta elástica, que atraviesa el cauce del río Huecha por su parte inferior, retomando posteriormente una pendiente constante hasta el codo previo a la subida al tamiz en la estación depuradora. La velocidad máxima de circulación es de 1,29 m/s. La longitud total hasta el tamiz es de 368 m.

El paso bajo el río se realizará mediante dado de hormigón de protección, de 1x1 m, y con un resguardo de 1 m hasta la cota de fondo del cauce.

Se ha dotado a la conducción de impulsión de los anclajes de hormigón necesarios en los cambios de dirección.

Para prevenir problemas de ingreso de aire en la tubería en el punto alto previo al cruce del río Huecha, se ha dotado a la instalación de un purgador, situado a la salida del colector de impulsión, lo que facilitará también la expulsión de aire en la puesta en marcha del bombeo.

Siendo la altura geométrica calculada de 10,98 m a 11,65 m (en función de la altura de lámina en el pozo), las necesidades mínimas estrictas de las bombas, son las siguientes:

Q :	22,9	21,2	l/s
P :	12,56	14,03	mca

Las bombas elegidas corresponden a un planteamiento centrífugo sumergido, con impulsor monocanal abierto, marca ABS, modelo AFP1049.4-M90/4. El paso libre adoptado es de 80 mm, y la instalación eléctrica es 400 V, 50 Hz, con una potencia instalada de 11,3 kW para una potencia nominal de 9 kW.

Se han realizado los cálculos del golpe de ariete, calculando unas presiones máxima y mínima como siguen:

Pm+ (mca)	Pm- (mca)
47,74	-25,77

La conclusión es que el espesor mínimo necesario de tubería (con un factor de seguridad de 2) es de 4,2 mm, teniendo la propuesta más de 6 mm, por lo que no son necesarios dispositivos anti ariete.

Todos los cálculos realizados sobre estos apartados, se pueden encontrar adjuntos al Anejo III.5 "Dimensionado Hidráulico".

8. DIMENSIONADO FUNCIONAL DE LA ESTACIÓN DEPURADORA

8.1. PRETRATAMIENTO

Todos los procesos que conforman el pretratamiento se han alojado en el interior de un local, convenientemente diseñado a tal efecto.

Este local está dotado de un sistema de extracción de aire para su tratamiento en un proceso de desodorización tal y como se describe en los apartados siguientes.

Se ha dotado al edificio de todos los elementos precisos para la elevación y traslación de los diferentes equipos electromecánicos incluidos dentro del mismo.

8.1.1. DESBASTE/TAMIZADO

Línea principal:

- 1 Ud Tamiz autolimpiante rotativo.

Línea de by-pass:

- 1 Ud Rejas de limpieza manual de 12 mm de luz libre y 5 mm de barra.

Línea principal de desbaste:

El agua procedente de la estación de bombeo será introducida directamente al tamiz rotativo instalado, el cual tendrá las siguientes características:

- Paso de sólidos: 1 mm.
- Caudal máximo de diseño: 256 m³/h

El tamiz se ha instalado sobre un canal de 400 mm de ancho y 800 mm de altura. Para el caso de obstrucción o fallo del equipo, el mismo va dotado de un rebose de seguridad que descargará directamente sobre el canal, en el que se instala la reja de seguridad.

En caso de ser necesario realizar un by pass general a la planta, bastará con cortar la alimentación a las bombas del pozo de bombeo externo, por lo que no se juzga necesario contar con ninguna otra solución.

La compactación de los residuos del tamiz se realizará mediante un tornillo compactador de residuos sin núcleo de las siguientes características:

- Diámetro del sinfín: 160 mm.
- Longitud útil: 2.000 mm.
- Sección sinfín: 60 x 15 mm.
- Potencia motorreductor: 1,1 kW.
- Velocidad salida reductor: 20/23 rpm.
- Material carcasa y tapa: AISI 304.

Los residuos compactados se verterán a sendos contenedores de 1.000 litros, homologados por el Ayuntamiento para la recogida de RSU. Dicho volumen es de 350 litros diarios suponiendo una media de 14 l/hab· año de residuos retenidos en rejillas y tamices. Para un volumen medio de residuos la capacidad de retención será de 3 días para las condiciones de diseño.

Los tornillos sin núcleo permiten una mayor capacidad de transporte para el mismo régimen además de ser menos sensible a las materias fibrosas, transportando productos de granulometría muy variada.

De este modo solventamos los siguientes problemas:

- Recogida de residuos a distinto nivel y transporte de los mismos.
- Compactación de residuos.
- Eliminación del agua por efecto prensa.

La sección de tubería que parte del rototamiz hacia el desarenador-desengrasador es de 250mm en acero AISI 316. Las conducciones empleadas tanto en la línea de agua, como

en la de fangos, son de acero inoxidable AISI316 en el caso de tuberías a la intemperie, y Función Dúctil cementada interiormente con junta elástica en las enterradas.

Línea de by-pass de desbaste:

Para el caso de emergencia en que quedara fuera de servicio el tamiz rotativo, se incluye en un canal paralelo de by-pass, una reja de limpieza manual de las siguientes características:

- Luz de paso: 12 mm.
- Ancho de los barros: 5 mm.
- Inclinación: 75°.
- Anchura del canal: 400 mm.
- Altura del canal incluso resguardo: 800 mm.

Con estas condiciones, para caudal de diseño el calado a caudal máximo es de 271 mm y una velocidad de 0,64 m/s. Considerando una colmatación de un 30% la pérdida de carga será de 16 mm.

El resguardo de la coronación de los canales sobre el máximo nivel de lamina previsto es de 30 cm, siendo la altura total del canal de 80 cm.

En caso de atascamiento de la reja manual instalada, el nivel de agua subiría en el canal, alcanzando el vertedero de seguridad instalado, consistente en tubo de PVC DN250, el cual vehicularía los caudales hasta el By Pass general de planta.

Se incluyen en esta zona los elementos auxiliares para facilitar el mantenimiento del pretratamiento. En particular esta zona estará perfectamente dotada para la limpieza mediante manguero y todo el sistema gozará de una accesibilidad fácil y segura.

8.2. DESARENADOR-DESENGRASADOR

El desarenador-desengrasador tiene las siguientes dimensiones:

- Nº unidades: 1 Ud.
- Longitud. 6,25 m.
- Altura cónica: 1,9 m.
- Altura recta: 1,0 m.
- Anchura zona de grasas en superficie: 0,8 m.
- Anchura zona de arenas en superficie: 1,7 m.

La forma del desarenador es rectangular en superficie y la sección transversal es aproximadamente trapecial, teniendo un canal de fondo donde se depositan las arenas.

El canal está dividido por un chapa deflectora dispuesta en sentido longitudinal e introducida en el agua una profundidad determinada según planos. Dicha chapa separa la zona de flotación de grasas de la zona de decantación de las arenas.

Existen también unos sistemas que inyectan aire en el canal. Dicha inyección de aire provoca una circulación rotacional del líquido, coadyuvando la separación de arenas y grasas.

Los parámetros reales de funcionamiento obtenidos a partir del dimensionamiento realizado son los siguientes:

PARÁMETROS DE FUNCIONAMIENTO		
V. Ascensional Q_{medio}	7,1	m/h
V. Ascensional Q_{punta}	14,1	m/h
V. Ascensional Q_{max}	21,2	m/h
V. Horizontal Q_{medio}	0,004	m/s
V. Horizontal Q_{punta}	0,008	m/s
V. Horizontal Q_{max}	0,012	m/s
Tiempo de retención Q_{medio}	25,8	min
Tiempo de retención Q_{punta}	12,9	min
Tiempo de retención Q_{max}	8,6	min

Otros parámetros relativos al tamaño y velocidad de sedimentación de las partículas de arena a retirar son:

Tamaño de partícula retenida	0,40 mm
Velocidad de caída	6,5 cm/s
Velocidad de arrastre	36 cm/s
Porcentaje de eliminación	75%

Con la forma cónica que se ha adoptado, se concentrarán en el fondo del cono las arenas, mientras que en la superficie se concentrarán las grasas.

La inyección de aire persigue romper la emulsión de las grasas en el agua y la separación de los flotantes además de ayudar a la decantación de las arenas. El caudal de aire a introducir es de 1,9 Nm³/min para cada desarenador-desengrasador. Como sistema de aireación se han dispuesto 2 aireadores sumergidos marca AEROFLOT, modelo F-211, con una aportación específica mínima de aire unitaria de 0,9 Nm³/min.

Estos aparatos están constituidos por un motor de arrastre sumergido, una cámara de aire conectada a una toma por encima del plano del líquido, y una turbina de difusión gaseosa, que junto con la turbina de mezcla, crea el efecto de turbulencia deseado.

Estos sistemas presentan sobre los sistemas clásicos a base de soplantes y difusores de membrana sumergidos indudables ventajas desde el punto de vista del mantenimiento (mayor facilidad de acceso y actuación, menor coste energético,..) y de explotación (mayor efectividad de la aireación por microburbujas)

El desarenador desengrasador se puede vaciar por una medio de tubería de PVC DN90 que se conduce hasta la arqueta de vaciados de la depuradora, por medio de la red de drenajes y escurridos del Edificio de Pretratamiento.

En superficie se sitúan los elementos de extracción de arenas, que consiste en una bomba centrífuga de eje vertical por desarenador, de rodete desplazado tipo Vórtex. El montaje es vertical sumergido. La bomba irá acoplada al puente de traslación, por lo que la extracción de arenas será continua a lo largo del recorrido. La bomba escogida no

tiene cojinetes ni cierres mecánicos en contacto con el fluido. Las características de la bomba son:

- Caudal: 5 m³/hora.
- Altura total: 2 metros.
- Paso libre: 50 mm.
- Diámetro impulsión: 50 mm.
- Potencia absorbida: 0,10 kW.
- Material cuerpo y tapa cuerpo: GG 25.

Los caudales de extracción medios de arena, considerando una concentración en la extracción del 2% y una producción específica de arena de 150 gr/m³ es de 140 l/d.

Para el almacenamiento de la arena se ha adoptado un contenedor en chapa de acero de 4,5 m³ de capacidad.

Un puente móvil con una longitud entre apoyos de 2,5 m recorrerá longitudinalmente el canal de desarenado teniendo una doble misión; en un sentido de avance se acciona el bombeo de arenas que se han depositado en el canal de fondo, y en el sentido contrario de avance empuja las grasas (con la oportuna rasqueta de flotantes bajada) hacia un canal transversal.

Las características del puente móvil escogido son:

- Ancho puente: 800 mm.
- Longitud puente: 3.000 mm.
- Potencia motorreductor: 0,18 kW.
- Material barredor flotantes y tubuladura bomba arenas: AISI 304.

La extracción de arenas se envía a un canal al final del cual, el agua con las arenas discurren por gravedad hasta un clasificador de arenas en el cual se separarán éstas. La conducción usada es DN150 AISI316.

Dicho clasificador de arenas, de tipo helicoidal, será capaz de retirar todas las arenas en un periodo de 5 h/día con funcionamiento alterno temporizado a lo largo de todo el día. La capacidad hidráulica total del clasificador será de hasta 30 m³/h.

Los flotantes y las grasas se recogerán en un canal situado al final del tanque en sentido transversal siendo empujadas las grasas hacia el mismo por el carro.

Desde el canal de recogida de grasa se vierte hacia una arqueta desde la cual mediante una tubería se envían las mismas hasta un concentrador de grasas-desnatador situado junto al clasificador de arenas. La conducción usada es DN100 AISI316, y contará con una válvula de corte del tipo manguito elástico, comandada por una válvula servoactuada de tres vías, que realizará la apertura cuando la arqueta de grasas alcance el nivel fijado previamente.

El concentrador de grasas posee las siguientes características:

- Sistema de arrastre: cadenas y rasquetas.
- Caudal nominal: 5 m³/hora.
- Potencia motor: 0,11 kW.
- Velocidad en eje lento: 1,7 rpm.
- Material depósito, cadenas de transporte y soportes rasquetas: AISI 304.
- Material cubierta de protección: PRFV.

La cantidad media de grasas retenidas se cifra en 0,08 m³/día, por lo que la capacidad media de almacenamiento, adoptando contenedores homologados de 1 m³, es de 12,5 días.

Finalmente las grasas deberán ser eliminadas mediante transporte a un vertedero controlado desde el contenedor, habiéndose considerado estas como RTP (residuo tóxico peligroso).

El agua sobrante en el proceso de clasificación de arenas y separación de grasas se dirigirá por gravedad a la red de vaciados para ser bombeada a cabecera.

Tanto el clasificador-lavador de arenas como el concentrador de grasas, así como sus respectivos contenedores, quedarán alojados en el interior del edificio de pretratamiento.

8.3. MEDICIÓN DE CAUDAL Y ALIVIADO DE EXCESOS

La medida de caudal de agua pretratada se ha situado a la salida de la unidad de desarenado - desengrasado. La medición se realiza con un medidor en tubería de tipo electromagnético, de diámetro DN 150.

La instalación del equipo se ha realizado de forma que se garantice la ausencia de perturbaciones hidráulicas que pudiesen afectar a la precisión de la medida. En este sentido se ha dejado libre una distancia anterior al medidor y posterior al mismo de 5 y 3 veces su diámetro respectivamente. Así mismo, se ha dotado a la instalación de una conducción en By Pass con el caudalímetro, para proceder al mantenimiento de éste, sin perjudicar el normal funcionamiento de la planta.

El sistema de medida incluye un indicador de caudal instantáneo así como un totalizador en el cuadro de control.

Previo a la medición de caudal, se ha proyectado un aliviado de excesos que permitirá limitar el caudal máximo de entrada al tratamiento biológico.

El caudal máximo de diseño para el pretratamiento previsto es de $3 \cdot Q_m$ a techo de planeamiento.

Por su parte, el tratamiento biológico, ha de diseñarse para un caudal igual a $2,0 \cdot Q_m$, coincidente con el caudal punta de diseño.

En consecuencia, es necesario diseñar un dispositivo de aliviado de los caudales de aguas pluviales en exceso, por valor de $3 \cdot Q_m - 2 \cdot Q_m = Q_m$.

No obstante y ante un eventual fallo o parada de las instalaciones correspondientes al tratamiento biológico, el diseño se ha realizado para la situación más desfavorable de tener que aliviar la totalidad del caudal del pretratamiento, es decir, $3 \cdot Q_m$.

El tipo de aliviadero diseñado es de pared delgada, con labio fijo. En función de la medida de caudal efectuada aguas abajo, se actuará sobre la compuerta de salida de caudal del desarenador, con el consiguiente aumento de la altura de la lámina, y la consiguiente entrada en funcionamiento del aliviadero.

El labio del aliviadero diseñado tiene una longitud de $L = 1 \text{ m}$, con lo que la altura de lámina para el máximo caudal de aliviado es de $0,1 \text{ m}$

La conducción de caudal a tratamiento biológico se realiza mediante una conducción en PVC Corrugado DN250.

8.4. ELEMENTO DE PARTICIÓN

Se disponen dos arquetas como elementos de partición de caudales: una a la entrada de los reactores biológicos y otra a la entrada de los decantadores secundarios. La principal característica que deben tener estos elementos es la perfecta nivelación del elemento de salida, para evitar sobrecargar una línea respecto a la otra.

Dichas arquetas se encuentran situadas de forma adosada a los reactores biológicos produciendo un doble reparto: en la entrada al reactor biológico y a la entrada del decantador secundario.

Es fundamental evitar zonas donde el agua quede retenida, ya que generalmente, a pesar de haber realizado un pretratamiento eficaz, aparecerán espumas y flotantes en las zonas de remanso. Por todo ello se ha procurado evitar zonas en las que la escasa velocidad del agua permita tales deficiencias.

Se ha previsto la interconexión de líneas por lo que se han dispuesto en la arqueta de reparto las compuertas necesarias para poder introducir la totalidad del caudal a uno de

los reactores, aislando uno de ellos. El reparto a los decantadores secundarios del caudal efluente de los reactores biológicos dispone también de esta posibilidad.

8.5. TRATAMIENTO SECUNDARIO: REACTOR BIOLÓGICO

Se ha escogido un sistema para el tratamiento secundario consistente en una doble línea de tratamiento de fangos activos por aireación prolongada con decantación secundaria posterior en el que se prevé una reducción de los siguientes parámetros:

Resultados a obtener	
Coeficiente de reducción de DBO ₅	93 %
Salida DBO ₅ Pretratamiento	350 [mg/l] 630 [Kg/día]
Salida DBO ₅ Tratamiento biológico	25 [mg/l] 45 [Kg/día]
Coeficiente de reducción de SST	90 %
Salida SST Pretratamiento	300 [mg/l] 540 [Kg/día]
Salida SST Tratamiento biológico	30 [mg/l] 54 [Kg/día]
Coeficiente de reducción de N-NTK	95 %
Salida NTK Pretratamiento	94 (kg NTK/d) 52 [mg/l]
Salida NTK Tratamiento biológico	8 [mg/l] 27 [Kg/día]

8.5.1. REACTOR BIOLÓGICO

El reactor biológico, calculado para eliminación tanto del sustrato carbonáceo, como del nitrogenado tendrá las siguientes características:

Carga volúmica (kg DBO ₅ /(m ³ · día))	0,252	(kg DBO ₅ /(m ³ · día))
C. másica (kg DBO ₅ /(kg MLSSV· día))	0,063	(kg DBO ₅ /(kg SSV· día))
Tiempo de retención a Q _{medio}	33,33	h
Tiempo de retención a Q _{MAX}	16,67	h
Concentración licor mezcla (ppm)	4.000	mg MLSS/l
Edad del fango	21	días
Temperatura de diseño	13° - 23°	°C

Dada la exigencia de eliminación de nitrógeno, se ha dimensionado el reactor biológico con una desnitrificación simultánea que se realiza en régimen de anoxia.

El proceso de cálculo seguido para dimensionar el reactor biológico de la presente instalación de nitrificación / desnitrificación se ha realizado según la norma ATV A – 131.

La aplicación de esta norma está condicionada al cumplimiento de las siguientes relaciones en el agua bruta:

$$DQO/DBO_5 \approx 2$$

$$NTK/DBO_5 < 0,25$$

Factores que en nuestro caso quedan verificados por la analítica realizada.

La norma establece que debe efectuarse un triple cálculo para comprobar cuál es la hipótesis más desfavorable. Los casos a estudiar son:

- Sólo nitrificación a Temperatura mínima
- Nitrificación / Desnitrificación a Temperatura mínima
- Nitrificación / Desnitrificación a Temperatura máxima

Se propone una configuración del reactor biológico en carrusel, previendo una zona de anoxia.

A efecto de cálculo de la nitrificación se indica a continuación el balance global de nitrógeno:

Balance de nitrógeno	
Carga de Nitrógeno a nitrificar	29 [mg/l]
Carga de Nitrógeno a nitrificar	51 [Kg/dia]
Nitrógeno orgánico entrada	16 [mg/l]
	28 [Kg/dia]
Nitrógeno amoniacal entrada	36 [mg/l]
	66 [Kg/dia]
Nitrógeno orgánico y particulado en efluente	2 [mg/l]
	3 [Kg/dia]
Nitrógeno en fangos exceso	20 [mg/l]
	35 [Kg/dia]
Nitrato en efluente	1 [mg/l]
	2 [Kg/dia]
Salida NTK	2,5 [mg/l]
	5 [Kg/dia]
Nitrógeno a desnitrificar	28 [mg/l]
	50 [Kg/dia]

La edad del fango mínima para conseguir la completa nitrificación del afluente es inferior a la adoptada 21 días de tiempo de retención celular para invierno. Concretamente la edad del fango mínima según la norma ATV 131 sería de 11,2 días.

El volumen del reactor biológico aparece determinado automáticamente una vez definida la edad del fango, según la formulación anteriormente vista.

Las dimensiones que se escogen para cada uno de los dos reactores propuestos son:

- Número de reactores: 2 Ud.
- Longitud recta: 27,75 m.

- Anchura total: 8,5 m.
- Profundidad (altura útil): 4,5 m.
- Resguardo: 0,5 m.
- Volumen total: $2 \times 1.253 \text{ m}^3 = 2.506 \text{ m}^3$.

La necesidad teórica de oxígeno viene definido por las necesidades de la biomasa existente en el reactor, tanto para la degradación de la materia carbonácea como del proceso de nitrificación (asociado obviamente a la desnitrificación):

- Necesidad de Oxígeno para síntesis: 608,4 kg O₂/día
- Necesidad de Oxígeno para respiración endógena: 327,6 kg O₂/día
- Necesidad de Oxígeno a 22° degradación MO: 1,60 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno a 15° degradación MO : 1,564 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno a 12° degradación MO: 1,107 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno procesos nitrificantes: 0,37 kg O₂/kg DBO₅.
- Reducción por desnitrificación: 0,23 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad de Oxígeno proc. Nitrif.-Desnitrif: 0,15 kg O₂/kg DBO₅.
- Coeficiente punta demanda carbono: 1,09.
- Coeficiente punta demanda nitrógeno: 1,50.
- HIPÓTESIS 1: Sólo nitrificación a 13° C: 1,765 kg O₂/kg DBO₅.
- HIPÓTESIS 2: Nitrificación/Desnitrif. a 13° C: 1,427 kg O₂/kg DBO₅.
- HIPÓTESIS 3: Nitrificación/Desnitrif. a 23° C: 1,964 kg O₂/kg DBO₅.
- Coeficiente adoptado: 1,964 kg O₂/kg DBO₅.
- Necesidad Teórica de Oxígeno EN PUNTA: 1.149 kg O₂/día= 47,9 kg O₂/h.

Se ha tenido en cuenta a efectos de cálculo que con la retención contemplada existirá una demanda de oxígeno por la nitrificación del total del nitrógeno Kjeldahl existente. Dicha demanda de oxígeno depende de la cantidad de nitrógeno amoniacal que resulte nitrificado. Dicho porcentaje depende básicamente y entre otros parámetros de la edad del fango (tiempo de retención celular) y la temperatura de tal forma que el porcentaje que se prevé de nitrificación es de un 100%.

Se ha supuesto un mecanismo de mezcla completa en cuanto a la configuración de la aireación dentro del reactor.

Además, en el cálculo no se considera una sectorización en la demanda de oxígeno, ya que la formulación empleada por la ATV considera que la velocidad de desnitrificación es proporcional a la toma de oxígeno del carbono orgánico representando una media en el total del reactor, por todo ello considerando además que la secuencia de paso es, en primer lugar, por la cuba de anoxia, y en segundo lugar por el reactor aerobio, se supone que la diferencia sectorial en la demanda no es lo suficientemente importante como para ser considerada.

La necesidad de aire que debe introducirse en los reactores biológicos depende del sistema de transferencia.

El oxígeno a aportar en las condiciones reales vendrá dado por:

$$\text{Oxígeno real} = \frac{\text{Oxígeno necesario teórico}}{k_t}$$

Siendo k_t el coeficiente global de transferencia que se calcula a su vez como el producto de otros tres coeficientes:

$$K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$$

Coeficiente K_{t1} : Que tiene en cuenta el déficit de saturación de oxígeno del licor mezcla

- Temperatura del agua en el tanque de aireación invierno: 13 °C
- Temperatura del agua en el tanque de aireación verano: 23 °C
- Concentración media de oxígeno en el tanque de aireación: $C_x = 3,0$ mg/l
- Concentración de saturación en agua clara, a 13 °C y presión atmosférica normal $C_s = 10,60$ mg/l

a) Parámetro β que tiene en cuenta los sólidos en suspensión del licor y su salinidad

Para salinidad <3 g/l, adoptamos $\beta = 0.98$

- b) Parámetro C_p que tiene en cuenta las variaciones de presión debidas a la altitud
- c) Parámetro C_A que tiene en cuenta la altura de agua en el tanque de aireación.

Suponemos que la aireación se va a llevar a cabo mediante sistemas de difusión de aire, colocados a una profundidad $P = 4,25$ m.

$$C_A = 1,11$$

Aplicando los factores de corrección:

$$C'_S = C_S \cdot \beta \cdot C_p \cdot C_A$$

Calculándose entonces el coeficiente K_{t1} por medio de la expresión:

$$K_{t1} = \frac{C'_S - C_X}{C_S}$$

Coeficiente K_{t2} : Que tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de difusión del oxígeno:

$$K_{t2} = 1,024^{(T - 10)}$$

Coeficiente K_{t3} : Que tiene en cuenta la influencia de la temperatura en la velocidad de disolución del oxígeno según las características del licor.

En nuestro caso suponemos que la difusión de aire se realiza con burbujas finas, por lo que se ha adoptado el valor de K_{t3} .

$$K_{t3} = 0,65$$

Por lo tanto, el coeficiente global de transferencia K_t viene definido por la expresión siguiente, tomando diferentes valores para el verano y el invierno en función de la temperatura del agua bruta:

$$K_t = K_{t1} \cdot K_{t2} \cdot K_{t3}$$

Con las formulaciones anteriormente expuestas llegamos a las siguientes necesidades de oxígeno:

- Coeficiente global de transferencia K_t verano: 0,854
- Coeficiente global de transferencia K_t invierno: 0,891.
- Necesidad real de Oxígeno medio (verano): 1.345,16 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno punta (verano): 2.017,74 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno medio (invierno): 1.289,83 kg O_2 /día.
- Necesidad real de Oxígeno punta (invierno): 1.934,75 kg O_2 /día.

Existen diversas consideraciones que deben tenerse especialmente en cuenta, a la hora de diseñar el sistema de aireación:

- La configuración geométrica del reactor en carrusel, no justifica una distribución de la demanda no uniforme espacialmente, pero tampoco justifica que dicha distribución sea uniforme.
- La desnitrificación en la zona anóxica es fundamental para la correcta eliminación de nutrientes, por lo que debe garantizarse la ausencia de oxígeno en esta zona.

Por todo ello se ha dimensionado como una mezcla completa, pero se ha propuesto un sistema de aireación con la mayor flexibilidad posible con las siguientes posibilidades:

- Se incorporan dos medidores de oxígeno disuelto, uno de ellos a colocar justo después del sector aerobio, para controlar el oxígeno existente a la salida del mismo con los equipos de suministro de aire (para garantizar la adecuada síntesis de materia orgánica, la respiración endógena y la nitrificación). También se

dispondrá un medidor del potencial REDOX a la salida del reactor anóxico para comprobar la eficacia de la desnitrificación y en general del proceso.

- Todos los equipos soplantes estarán controlados por variadores de frecuencia, de manera que se pueda regular en cada instante el caudal de aire en función de la demanda de oxígeno en cada una de las balsas, según los valores suministrados continuamente por los medidores.
- La secuencia exacta para permitir una optimización del proceso puede definirse perfectamente dada la flexibilidad del sistema incluso con la posibilidad de incluir una secuencia temporal en lugar de la secuencia espacial propuesta.

Por lo demás se escogerán tres soplantes (una de ellas en reserva) que den el caudal total propuesto de 3.771 Nm³/h para ambos reactores. La distribución de aire a los reactores se realizará por conductos independientes, es decir, cada balsa estará alimentada por una soplante, estando la tercera unidad en reserva con la posibilidad de actuar indistintamente sobre cualquiera de los dos reactores. Se dispondrán de medidores de presión, temperatura y caudal de aire en cada una de las dos tuberías que llegan a los reactores para el control permanente e independiente de las condiciones de suministro de oxígeno.

La posibilidad de regular los motosoplantes para provocar una difusión correcta del O₂ hace que el sistema sea extremadamente flexible.

Como se ha dicho, el principal parámetro que se debe controlar es la concentración de oxígeno dentro del reactor biológico. Un control eficaz deberá mantener una concentración dentro del reactor (en la zona aerobia) en un rango entre 1,5 y 3,0 mg/l de oxígeno. En la zona anóxica no deberá existir oxígeno disuelto. La medición de oxígeno en el reactor biológico se realizará mediante un equipo de las siguientes características:

Salidas :	4-20mA
Rango:	0-50mg O ₂ /l
Precisión medida:	0,5%

Tal como se ha calculado, el caudal total a suministrar por las soplantes es de 62,85 Nm³/min. Como este valor esta referenciado a 24 h, se ha pedido un equipo comercial

capaz de suministrar este caudal en 20 horas. Por lo tanto el caudal por soplante será de $31,4 \cdot 24 / 20 = 37,71 \text{ Nm}^3/\text{min}$.

Las características principales de las soplantes escogidas son:

- Caudal suministrado: $2.262 \text{ Nm}^3/\text{hora}$.
- Presión diferencial: 535 mbar.
- Potencia absorbida: 47,81 kW.
- Potencia motor: 55 kW.
- Régimen soplante: 2.820 rpm.
- Régimen motor: 2.955 rpm.
- Material émbolos: C 45 N, forjado en una pieza.
- Incluye cabina de insonorización.

La conducción de aire hasta los reactores diseñada consta de 2 DN250 en ACG, uno por reactor, de manera que con los elementos de regulación instalados (variadores de frecuencia y masímetros, mas sondas de oxígeno), se pueda regular eficazmente el caudal de oxígeno por reactor, mejorando el proceso y reduciendo los costes energéticos.

La soplante en reserva podrá servir alternativamente a cualquiera de las líneas, para lo que se ha dotado a la instalación de las válvulas de mariposa automáticas pertinentes.

Para facilitar la puesta en funcionamiento de las soplantes, se ha dotado al colector de impulsión de cada una de una válvula de 2 vías, que permite la descompresión del circuito, en los primeros momentos del arranque, cerrándose posteriormente.

Por su parte, los difusores serán de membrana y sus características son las siguientes:

- Diámetro difusor: 9".
- Material membrana: EPDM.
- Cuerpo del difusor: PVC-ASTM D 3915.
- Superficie: 380 cm^2 .
- Número de perforaciones: 5.256.

En cada reactor, los difusores se estructuran en dos parrillas diferentes, a colocar en ambos pasillos, ocupando una de ellas la casi práctica totalidad del pasillo, y la otra mitad del mismo aproximadamente. Las características de ambas parrillas se enumeran en la tabla siguiente:

	Parrilla nº 1	Parrilla nº 2
Nº difusores	132	268
Longitud del colector	2,4 m	3 m
Diámetro bajante del colector	160 mm	200 mm
Nº líneas por parrilla	3	4
Longitud de cada línea	13,9 m	21,0 m
Nº difusores por línea	44	67
Pérdida de carga	5,20 mca	5,21 mca

El agitador de fondo evitará la decantación de los sólidos en suspensión, y el modelo escogido es de las siguientes características:

- Potencia nominal: 3 kW.
- Diámetro de la hélice: 2.200 mm.
- Ángulo de la hélice: 8,3 °.
- Número de álabes: 2.
- Velocidad de la hélice: 48 rpm.

El mecanismo de purga de fangos se describe en el apartado siguiente. El volumen de fangos generado puede calcularse según un balance de masas. Se han empleado en los cálculos que se adjuntan al final del presente anejo las metodologías o formulaciones propuestas por diferentes autores o normas. Como valor final de diseño, ante la escasa dispersión entre los resultados obtenidos por las diferentes metodologías, se ha optado por adoptar el valor promedio. Así obtenemos que la producción de fangos en exceso prevista será de 556 kgSST/día con una concentración de un 0,8% con lo que el volumen de fangos en exceso será de 69,47 m³/día.

La recirculación será de un 150% que se corresponde con 112,5 m³/h de lodos para los valores del índice de Molhman (IVF) más desfavorable (125 ml/g) y de la concentración de sólidos en suspensión en el licor mixto de 4.000 mg/l.

Existirá vaciado en cada reactor biológico, de tal forma que, conectando con la red de vaciados se pueda proceder a realizar esta operación en un periodo menor de 10 horas. La tubería empleada es FD DN200.

8.5.2. COMPROBACIÓN DE LA ALCALINIDAD.

Es fundamental comprobar que no van a existir problemas para los procesos de eliminación de nutrientes (nitrificación, desnitrificación y eliminación química del fósforo) por la ausencia de alcalinidad.

Puede calcularse la pérdida de alcalinidad en el agua como la pérdida producida en el proceso de nitrificación, desnitrificación, precipitación química del fósforo y empleo de sal metálica como coagulante (en concreto cloruro férrico).

El balance final arroja una pérdida de 6,1 mmol/l como valor promedio. Puede comprobarse que la alcalinidad residual es superior siempre a 1,5 mmol/l, por lo que no supone ningún limitante para los procesos descritos.

8.6. DECANTADOR SECUNDARIO

La conducción desde la arqueta de partición hasta los decantadores es un DN250 en Fundición dúctil cementada interiormente, para las que la velocidad de acceso a los decantadores nunca supera los 0,8 m/s.

Se proponen dos decantadores secundarios con las siguientes dimensiones:

- Nº unidades: 2 Ud.
- Diámetro: 10,00 m.
- Altura de lámina de agua en muro perimetral: 4,0 m.

- Resguardo: 0,5 m.
- Pendiente solera: 8%
- Diámetro de chapa deflectora: 2,0 m.
- Altura sumergida de chapa deflectora: 1,25 m.

Con todo ello los parámetros de decantación obtenidos son:

Velocidad ascensional a caudal máximo	0,95	$m^3/(m^2 \cdot h)$
Velocidad ascensional a caudal medio	0,48	$m^3/(m^2 \cdot h)$
Carga de sólidos a caudal máximo	3,82	$Kg/(m^2 \cdot h)$
Carga de sólidos a caudal medio	1,91	$Kg/(m^2 \cdot h)$
Carga sobre el vertedero a caudal máximo	2,39	$m^3/(h \cdot ml)$
Carga sobre el vertedero a caudal medio	1,19	$m^3/(h \cdot ml)$
Tiempo de retención a caudal máximo	4,19	h
Tiempo de retención a caudal medio	8,38	h

La purga de fangos se realiza desde la poceta central hacia donde vierten los lodos empujados por las rasquetas del puente móvil. El puente móvil del decantador tendrá las siguientes características:

- Ancho puente: 800 mm.
- Grupo motorreductor de potencia 0,37 kW.
- Par de 700 Nm.
- Puente en acero al carbono A42-b.
- Barredor fondo y flotantes, tolva y campana central en AISI 304.
- Incluye aliviaderos y reflectores en aluminio.

La solera tendrá un acabado realizado con mortero especial de nivelación a base de resina epoxy o similar para conseguir eficacia en la decantación.

8.6.1. FANGOS EN EXCESO

Se purgarán en 7 horas/día los 69,47 m³/d que se generan en el biológico, (con una concentración del 0,8%) con lo que la masa de sólidos purgada es de 556 kg SST/día. Se escogen dos bombas (1+1) capaces de evacuar un caudal unitario de 9,9 m³/h. Estas bombas se ubicarán junto a las bombas de recirculación en la arqueta proyectada al efecto, siendo su instalación sumergida. La arqueta de recirculación y purga se ha situado en las proximidades de los decantadores, favoreciendo la correcta purga de los mantos de fangos.

La secuencia de extracción de fangos deberá ser lo más continua posible a lo largo del día, para evitar que el fango quede retenido en el tanque durante un periodo mayor que el deseado de 30 minutos entre purgas. Las bombas escogidas son centrífugas sumergibles y cumplen con las siguientes especificaciones:

- Caudal unitario: 10 m³/hora.
- Altura total: 8 mca.
- Rendimiento hidráulico: 36 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Paso de sólidos: 60 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25.
- Eje del rotor en AISI 420.

Para un adecuado control de la purga de los fangos en exceso se ha previsto la instalación de un caudalímetro de fangos electromagnético en la tubería de purga que une la arqueta de recirculación y purga con el espesador de gravedad.

La conducción de purga de fangos hasta el espesador es en FD DN100 en la zona enterrada y AISI316 en las zonas a la intemperie.

8.6.2. RECIRCULACIÓN DE FANGOS

Se recirculará un caudal total de lodos de 113 m³/h mediante tres bombas, una de ellas en reserva de tal forma que se independiza una línea de la otra. La concentración de la recirculación será de 8.000 mg/l. Las características principales de las bombas de recirculación son:

- Caudal unitario: 57 m³/hora.
- Altura total: 2 mca.
- Rendimiento hidráulico: 60 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Impulsor tipo monocanal abierto.
- Paso de sólidos: 80 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25.
- Eje del rotor en AISI 420.

La recirculación estará controlada por el caudal tratado en la EDAR, siendo la capacidad prevista de diseño la correspondiente al 150% del caudal medio diario.

8.6.3. SOBRENADANTES DEL DECANTADOR SECUNDARIO

El decantador esta equipado con un sistema de recogida superficial de espumas y flotantes así como con una chapa deflectora que evita su posible salida con el efluente. La caja de recogida será sumergida y llevará su correspondiente válvula automática del tipo manguito elástico, que abrirá al orden de la señal enviada por la pera de nivel situada a tal efecto.

Dichos flotantes serán enviados al concentrador de grasas del pretratamiento mediante 1+1 bombas cuya orden de funcionamiento viene regulada por sendas peras de nivel máximo y mínimo colocadas en la arqueta que acumula los flotantes purgados de ambos decantadores. Las características de la bomba serán:

- Tipo impulsor: Vortex.
- Caudal unitario: 35 m³/hora.
- Altura total: 4 mca.
- Rendimiento hidráulico: 36 %.
- Potencia nominal: 1,3 kW.
- Paso de sólidos: 60 mm.
- Alojamiento motor, impulsor y voluta en fundición gris GG 25.

- Eje del rotor en AISI 420.

La tubería de sobrenadantes es DN100.

8.6.4. ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS

El vertedero será una chapa en la que se han practicado unas entalladuras de forma triangular con un ángulo en el vértice de 90°. Existirá una placa deflectora superficial anexa al vertedero para evitar el vertido de flotantes.

Los carros móviles son fácilmente accesibles y disponen de un sistema de paro frente a obstáculos. El colector y las escobillas centrales están adecuadamente protegidos contra viento y agua.

8.7. MEDIDA DE CAUDAL DEL AGUA TRATADA

La medida de caudal del agua tratada se realizará en tubería en la conducción que une la arqueta de recogida de agua clarificada con la arqueta de vertido final.

Se ha dispuesto una arqueta donde se ubicará el medidor ultrasónico de caudal en tubería, por el procedimiento de inserción.

Para garantizar la ausencia de perturbaciones hidráulicas que pudiesen afectar a la precisión de la medida, se ha dejado libre una distancia anterior al medidor y posterior al mismo de 3 y 2 veces su diámetro respectivamente.

La señal de salida de 4-20 mA será traducida y controlará todos los automatismos en que sea preciso una acción proporcional al caudal.

También se disponen medidores de oxígeno disuelto y de pH en la arqueta de vertido final, para un control continuo de las características del agua tratada.

8.8. OBRA DE SALIDA Y CONDUCCIÓN AL CAUCE RECEPTOR

Se ha proyectado una obra de salida a modo de fuente de presentación, con acceso para toma de muestras. Además, la obra de salida es en sí un depósito de almacenamiento de agua tratada, desde donde se realiza la toma de agua industrial.

El vertido al cauce se realiza mediante tubería DN600 en HA, de 300 m de longitud, discurriendo paralelamente a la conducción de impulsión, equipada con los accesorios de mantenimiento y control habituales.

8.9. TRATAMIENTO DE FANGOS

Dado que el tiempo de retención celular (o edad del fango) del reactor biológico es superior a 20 días con las condiciones físicas previstas en el fango (temperatura...), el fango presenta una elevada estabilidad (reducción de volátiles superior a un 55%, es decir fango mineralizado), con lo que no es preciso prever una digestión de los fangos.

Todas las bombas y equipos empleados en el presente diseño en la línea de fangos han sido seleccionados considerando las particulares características de dicho elemento a transportar.

Todas las tuberías enterradas de la línea de fangos son de fundición dúctil (K=9) con junta flexible automática. En tramos aéreos y conexión con equipos, las tuberías empleadas son de acero inoxidable AISI 316, s/pliego, con accesorios embridados PN-10. El diámetro mínimo empleado tanto en conducciones rodadas como en las forzadas ha sido 100 mm.

Los fangos generados en el tratamiento biológico son purgados desde cada decantador secundario, siendo enviados a la unidad de espesamiento pues son fangos ya estabilizados.

8.9.1. ESPESADOR DE GRAVEDAD.

El espesador consiste en un depósito cilíndrico de fondo inclinado, que contiene un puente móvil del cual penden y son arrastradas unas rasquetas en celosía.

La función de la celosía es la de cortar el fango, evitando su estratificación y facilitando el escape del agua hacia la superficie, por donde será eliminada por el vertedero periférico.

Los fangos espesados son eliminados desde la poceta central.

Existirá un caudal sobrenadante de 53,6 m³/día que será enviado a la arqueta de reparto a reactores biológicos por gravedad, mediante una conducción DN150. El caudal de fango espesado será de 15,9 m³/día que será extraído mediante un sistema de tres bombas (2+1) de tornillo excéntrico a deshidratación.

El único espesador propuesto está dimensionado para concentrar el fango desde una concentración media inicial de aproximadamente el 0,8 % hasta el 3,5 %, que es la concentración que se estima será alcanzada.

El espesador trabajará según los siguientes parámetros:

- Peso de sólidos: 556 kg SST/día.
- Concentración de entrada: 0,8%.
- Concentración de salida: 3,5%.
- Caudal de entrada: 69,5 m³/día.
- Carga de sólidos SST: 25 kg SS/(m²· d)
- Carga hidráulica. 0,35 m³/(m²· h)
- Tiempo de retención hidráulico: 48 h.

En función de estos parámetros se ha diseñado el espesador cuyas características son:

- Diámetro 6,60 m
- Altura recta: 4,0 m.
- Resguardo 0,5 m.
- Volumen total: 139,5 m³.
- Pendiente en solera: 10 %.

- Diámetro hélice espesadora: 6,4 m.
- Velocidad: 0,05 rpm.
- Material espesador: AISI 304.
- Gomas barrederas en neopreno.

El espesador estará cubierto mediante un sistema desmontable construido en PRFV y conectado con el sistema de tratamiento de olores. Dicha cubierta presenta las siguientes características:

- Diámetro interior: 6,6 m.
- Superficie total: 26,7 m².
- Espesor: 7.
- Sobrecarga máxima: 90 kg/m².
- Incluye rejilla, brida de extracción y boca de hombre.

El sistema de arrastre será central, con elevador de rasquetas y velocidad en el eje de 0,05 rpm. El árbol de giro llevará un centrador inferior.

La alimentación al espesador será a la parte central del mismo incorporando el correspondiente cilindro deflector. En el colector de entrada al espesador se ha dispuesto una toma de inyección de agua tratada, aislada con válvula manual, para permitir el espesamiento con elutriación en caso de que lo requieran las condiciones de explotación.

El espesador se ha dispuesto elevado sobre la cota de urbanización para facilitar la aspiración de las bombas de alimentación al sistema de deshidratación.

En el bombeo de fangos se emplean tres bombas de tornillo helicoidal (una de ellas en reserva) para un caudal total de fangos espesados es de 15,9 m³/día secándose durante 6 h/día en días de secado. Las bombas activas llevarán sendos variadores de frecuencia para poder determinar el caudal de secado de forma exacta, y regularlo en función de los valores proporcionados por los caudalímetros electromagnéticos situados en las conducciones a las deshidratadoras.

Las características de las bombas de tornillo escogidas son:

- Caudal unitario: 5 m³/hora.
- Altura manométrica: 10 mca.
- Potencia absorbida: 0,91 kW.
- Rotor en AISI 4.140/cromado.
- Biela y eje accionamiento en AISI 431.

Estas bombas serán capaces de impulsar los fangos espesados a la entrada de los reactores biológicos si así lo requiriesen las condiciones de explotación. Para ello se ha instalado una conducción en By Pass a las centrífugas, que conduce el fango espesado hasta la arqueta de salida del desarenador.

Por último, se coloca un medidor de sólidos en suspensión en el espesador para controlar en todo momento la concentración del fango bombeado a deshidratación, de manera que el equipo centrífugo pueda controlar sus condiciones de funcionamiento en función de dicha medida así como del caudal bombeado.

8.9.2. DESHIDRATACIÓN

La deshidratación de fangos consta de dos etapas:

- Floculación mediante polielectrolito.
- Deshidratación propiamente dicha mediante decantador centrífugo.

Dosificación de polielectrolito:

Las condiciones de funcionamiento del secado de fangos serán las siguientes:

- Dosis de polielectrolito: 7 kg poli/T.
- Concentración de preparación: 0,4% (4 g/l solución)
- Caudal de bomba dosificadora: Q= 136 l/h

El caudal máximo que dará el equipo será aproximadamente mayor o igual al doble de estos caudales (270 l/h).

Para la dosificación del polielectrolito, se han escogido 3 bombas de tornillo (una de ellas en reserva) con las siguientes características:

- Rango de caudal: 27-270 litros/hora.
- Presión: 20 mca.
- Potencia absorbida: 0,09 kW.
- Rotor en AISI 431.
- Estator en nitrilo.

Estas bombas irán gobernadas independientemente cada una de ellas por un variador de frecuencia que regule el caudal a suministrar en función del valor generado por cada caudalímetro electromagnético situado en la tubería de impulsión del polielectrolito. Además, se dispone la posibilidad de unas tomas de agua para la dilución en línea del polielectrolito dosificado, dotadas de rotámetros.

Dado el volumen requerido de solución a preparar se ha adoptado un sistema de preparación en continuo, que requiere un menor mantenimiento, y un menor espacio.

El equipo de preparación de la solución en continuo presenta las siguientes características:

- Cuba de 850 litros dividida en dos compartimentos, y construida en AISI 304.
- Dos electroagitadores de eje vertical y amarre por brida, con reductores de salida de 150 rpm.
- Llegada de agua de red con un caudal de entrada de 1.000 litros/hora.
- Tres sondas de nivel capacitivas en versión inoxidable, montadas en el segundo compartimento.
- Dosificador volumétrico en AISI 316 con tolva de almacenaje de 60 litros.
- Tobera para pulverización del agua para la dilución del polielectrolito, construida en AISI 316L.

- Armario sinóptico para el mando automático completo del equipo.

El polielectrolito se añade inmediatamente antes de la entrada al elemento de deshidratación.

Secado del fango

La deshidratación de los fangos se realizará mediante centrifugadoras convencionales. El número de centrifugas decantadoras instaladas es de dos.

Se ha previsto un tiempo de secado de 5 h/día y 5 días/semana, lo que supone un caudal de 16 m³/d a la concentración de salida del espesador del 3,5%. El caudal unitario de cada una de la dos deshidratadoras seleccionadas es de 5 m³/h, instaladas en base al Pliego pues según cálculos realizados sería suficiente con un caudal de 2,2 m³/h.

El líquido obtenido del centrifugado se enviará a la instalación de tratamiento de sobrenadantes con un máximo del 0,2% de materias en suspensión.

Los equipos seleccionados disponen de los siguientes controles y automatismos:

- Regulación diferencial entre tambor y tornillo
- El lavado se efectuará de forma automática
- Dispositivo de seguridad para roce excesivo entre tambor y tornillo
- Limitador de par y dispositivo eléctrico para evitar deterioros en caso de sobrecarga o bloqueo accidental.
- Un rotovariador, que funcionará como unidad de control de velocidad diferencial y control de par según consigna (caudal y concentración del fango espesado que llega a la centrifuga).

De esta manera se han escogido unas centrifugas de las siguientes características:

- Caudal máximo: 5 m³/hora.
- Sequedad esperada: 22 %.

- Potencia motor principal: 11 kW.
- Potencia motor rascasólidos: 0,18 kW.
- Potencia rotovariador: 4 kW.
- Velocidad nominal de la carcasa: 1750 rpm.
- Velocidad nominal roto-estator: 2900 rpm.

Todas las partes de la centrífuga en contacto con el producto son de acero inoxidable AISI 316.

Se ha dispuesto un polipasto eléctrico de capacidad 1.600 kg que permita la extracción y manejo de las centrifugadoras para su instalación y mantenimiento.

8.10. ALMACENAMIENTO Y VERTIDO DE FANGOS

La finalidad del almacenamiento de fangos es permitir la adecuación entre el ritmo de producción de fango y el de evacuación para su disposición final.

El almacenamiento del fango deshidratado se realizará en una tolva cuya capacidad de almacenamiento corresponde con al menos 2,5 días de producción.

El volumen de fango deshidratado diariamente (considerando que se deshidrata todo el fango generado en cinco días a la semana) es de 3,89 m³/d, por lo que cada 2,5 días sería necesaria una capacidad de 9,73 m³. Por consideraciones funcionales se ha optado por instalar una tolva de almacenamiento de 10 m³, de las siguientes características:

- Capacidad: 10 m³.
- Diámetro: 2,5 metros.
- Altura cilindro: 2,0 metros.
- Altura cono: 2,0 metros.
- Sistema accionamiento tajadera: hidráulico cilindro doble efecto.

El suministro a las tolvas se realizará mediante sendas bombas de tornillo helicoidal especiales para el trasiego de fangos deshidratados. Las bombas serán alimentadas

mediante caída directa del fango deshidratado a una tolva de recogida, parte contemplada en el equipo especificado. Está equipada además con un sistema de protección contra funcionamiento en vacío del estator. Las bombas escogidas son las siguientes:

- Caudal unitario: 1-5 m³/hora.
- Presión de bombeo: 12 bar.
- Potencia absorbida: 3,32 kW.
- Accionada mediante motorreductor de 7,5 kW, con velocidad de salida 96 rpm.
- Rotor en acero de herramientas/cromado.
- Estator en perbunan.

Se han previsto además las adecuadas tomas de agua y de aire a presión para la limpieza del equipo una vez terminada la jornada. Igualmente, y en base a nuestra experiencia en instalaciones similares, se ha dejado preparada una conexión para poder dosificar polielectrolito muy diluido que realice las funciones de lubricación en la conducción.

La evacuación de fangos se realizará mediante camiones, preferiblemente con destino a reutilización agrícola.

La zona de evacuación de fangos se ha diseñado con amplitud y pendientes adecuadas para el acceso y trabajo de los camiones, estando previsto que su limpieza se realice mediante manguero, conduciéndose los escurridos y mangueros a la red de drenaje y vaciados.

8.11. DESODORIZACIÓN

Las instalaciones de pretratamiento y las de deshidratación de fangos se han alojado dentro de un edificio cerrado y desodorizado.

Además el espesador irá cubierto mediante una cubierta de poliéster reforzado prefabricado, para evitar la propagación de olores, y contará también con aspiración hasta el sistema de desodorización.

La tolva de fangos irá igualmente equipada para su correspondiente desodorización.

Se ha optado por instalar un sistema de desodorización basado en adsorción por carbón activo.

El carbón activo realiza la adsorción de los contaminantes a través de sus gránulos, sumamente porosos, de forma que son atraídos por fuerzas intermoleculares y fijados en su superficie.

El equipamiento del sistema, es el siguiente:

- Red de captación de aire viciado en el edificio de pretratamiento y sala de deshidratación, así como del espesador de gravedad y la tolva de fangos. Está compuesta por conductos de PVC DN300 y DN500 en el edificio, DN100 en la tolva y DN160 en el espesador.
- Ventilador centrífugo acoplado a la caja de aspiración donde se conectan los conductos procedentes de los puntos de desodorización por medio de manguitos elásticos. Las características del ventilador seleccionado, son las siguientes:
 - Caudal: 9.000 m³/h.
 - Presión estática: 225 mm.c.a.
 - Potencia instalada: 11 kW.
- Columna de contacto, con las siguientes características:
 - Diámetro: 2.000 mm.
 - Altura total: 3.200 mm.
 - Nº de lechos: 2.

- Altura lecho carbón: 500 mm.
- Carbón activo: 1.727 kg.
- Material: poliéster Derakane/fibra de vidrio.

- Carbón activado, con las siguientes características:
 - Tipo: carbón impregnado con Na(OH).
 - Nº de CC14 en % en peso: 60.
 - Índice de yodo mínimo: 1.000.
 - Diámetro medio en partícula: 3,7 mm.
 - % en cenizas: 4 %.

El carbón seleccionado se ajusta muy bien a la composición de los gases resultantes de los procesos de una depuradora de aguas residuales urbanas, cuyos principales contaminantes son los derivados sulfhídricos H_2S , con una concentración media de 10 mg/m^3 .

8.12. EQUIPOS ANEJOS

8.12.1. GRUPO DE PRESIÓN.

Para suministro de agua a presión se dispone un grupo de presión, para limpieza de las instalaciones, de las siguientes características:

- Marca: GRUNDFOS.
- Modelo: HYDRO 1000 2 CR8-80.
- Caudal: $10 \text{ m}^3/\text{hora}$.
- Altura total: 60 mca.
- Incluye electrobombas, válvulas de corte y retención, presostatos, manómetros, colectores, bancada y cuadro eléctrico.
- Potencia de cada bomba: 3 kW.

Este equipo irá instalado junto al depósito de agua industrial.

Además se adopta un filtro autolimpiante para la eliminación de posibles sólidos suspendidos en el agua destinada a limpieza de material, que pudiesen dañar a éste. Este filtro se caracteriza por:

- Marca: FILTRAMAS.
- Modelo: FB-150.
- Caudal máximo: 80 m³/hora.
- Luz de malla: 0,4 mm.
- Potencia motor: 0,25 CV.
- Elemento filtrante construido en AISI 304.

La red de agua de servicio proyectada consta de tubería de polietileno DN63 en la captación, red principal DN40 y tomas de agua DN25 (1") y DN20 (3/4"). La instalación se completa con válvulas de esfera que aíslan los ramales principales y grifos dotado de racor rápido en los extremos.

La red abastece de agua industrial el circuito de riego y limpieza exterior y el Edificio Industrial.

8.12.2. RED DE AGUA POTABLE

El agua potable se toma en el municipio, desde un punto de la red de distribución situado en las cercanías de la salida hacia la estación depuradora.

La conducción hasta la planta consiste en tubería DN63 en polietileno, estando prevista la instalación de un contador del tipo homologado por el ayuntamiento en la entrada a la planta.

Se distribuirá agua potable al Edificio de Control y al Edificio Industrial, duplicando en este caso la red de agua industrial para dar servicio a todos los consumidores. También se ha previsto la interconexión de la red de agua potable y la de riego.

8.12.3. RED DE AIRE A PRESIÓN

Se ha previsto un compresor, con todos los accesorios, para la red general de aire a presión de entre 8 y 10 bar. El equipo, instalado en el taller, será el siguiente:

- Marca: COMPAIR.
- Modelo: V05.
- F.A.D. litros/s a 8 bar: 14,9.
- F.A.D. litros/s a 10 bar: 11,8.
- Potencia: 5,5 kW.
- Secador frigorífico, modelo F0009H.
- Prefiltros de aire, modelos CF-0010 B y CF-0010 C.
- Depósito acumular de aire comprimido de 300 litros.

La red diseñada consta de tubería de acero galvanizado de diámetro principal $\frac{3}{4}$ y secundarios de $\frac{1}{4}$, abasteciendo las válvulas de manguito en decantadores y desnatador, y diversos puntos para conexión de limpieza.

La instalación se completa con válvulas de esfera forjadas para aislamiento de los distintos ramales y aislamiento de las válvulas reductoras de presión y de tres vías, así como grifos de esfera de bronce en los puntos de limpieza.

8.12.4. ELEMENTOS DE TRASIEGO DE EQUIPOS.

En la planta hay diversos polipastos situados para el trasiego de los equipos, tal como queda reflejado en los planos correspondientes.

Para el caso del movimiento de la cuchara bivalva, se dispone del siguiente equipo:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: C.10.6.N.2/1.
- Capacidad de carga: 1.000 kg.
- Velocidad de elevación: 6 m/min.
- Velocidad de traslación: 20 m/min.
- Potencia motor elevación: 1,6 CV.
- Potencia motor traslación: 0,25 CV.

- Finales de carrera en los 4 movimientos.
- Incluye cuadro y enrollador para cuchara.

Por otra parte, se disponen de otros dos polipastos eléctricos idénticos, uno para el manejo de las soplantes, y otro para el traslado de las centrífugas:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: C.16.6.N.2/1.
- Capacidad de carga: 1.600 kg.
- Velocidad de elevación: 6 m/min.
- Velocidad de traslación: 20 m/min.
- Potencia motor elevación: 2,5 CV.
- Potencia motor traslación: 0,25 CV.
- Finales de carrera en los 4 movimientos.

Y por último se disponen de polipastos manuales en diversos puntos de la planta:

- Marca: VICINAY.
- Modelo: PONY.
- Capacidad de carga: 500 kg.
- Altura de mando: 4,5 m.
- Traslación de carro por cadena.

9. DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO

9.1. INTRODUCCIÓN

El dimensionamiento hidráulico se aborda teniendo como principales objetivos a cumplir los siguientes:

- Dimensionamiento de las líneas de tratamiento de una estación depuradora de aguas residuales con una capacidad de tratamiento de 21 / 63 l/s en condiciones medias y máximas.
- Diseño de una instalación con gran flexibilidad de regulación y sobredimensionamiento adecuado para afrontar las variaciones de caudal.
- Consideración de todos aquellos elementos de seguridad que permitan, ante un fallo crítico en cualquiera de las etapas, la evacuación de los caudales hacia un destino seguro, permitiendo el aislamiento total de la etapa en cuestión, o la canalización de la totalidad del caudal por una sola línea, caso de ser una etapa con líneas dobladas.
- Gran capacidad de reserva en equipos cuyo funcionamiento sea indispensable, de manera que pueda procederse a su mantenimiento preventivo o correctivo sin alterar significativamente el funcionamiento normal de la línea.
- Máxima automatización y sencillez de operación de todos los elementos constituyentes de las diferentes líneas.
- Optimización del binomio técnica-economía de funcionamiento para las distintas situaciones de caudales esperadas.
- Elección de la ubicación de los distintos elementos de manera lógica y racional, evitando bombeos innecesarios, en función de las disponibilidades de terreno y la topografía existente.

9.2. DATOS DE PARTIDA

9.2.1. ESTACIÓN DE BOMBEO

	Cota	Ud.
Cota rasante colector en último pozo colector 1:	251,44	m
Cota rasante colector en último pozo colector 2:	247,71	m
Cota media del terreno:	251,33	m
Cota de lámina en la descarga:	257,86	m
Cota de solera en cauce para alivio:	248,75	m

	Qm	Qp	Ud.
Caudal transportado por el Colector 1:	1.620,0	4.860,0	m3/día
	67,5	202,5	m3/h
	18,8	56,3	l/s
Caudal transportado por el Colector 2:	180,0	540,0	m3/día
	7,5	22,5	m3/h
	2,1	6,3	l/s
Caudal de Aguas residuales a impulsar	1.800,0	5.400,0	m3/día
	75,0	225,0	m3/h
	20,8	62,5	l/s

9.2.2. LÍNEA DE AGUA DE LA E.D.A.R.

	Cota	Ud.
Cota media del terreno:	254,25	m
Cota mínima de solera en la salida al río:	252,25	m
Cota de lámina de río:	248,75	m

	Q MEDIO	Q PUNTA	Ud.
Caudal general a tratar (Qm):	1.800		m ³ /día
	75,0		m ³ /h
	20,8		l/s
Caudal en Pretratamiento (Qm / 3,0 Qm):	1.800	5.400	m ³ /día
	75,0	225,0	m ³ /h
	20,8	62,5	l/s
Caudal en tratamiento biológico (Qm / 2,5 Qm):	1.800	3.600	m ³ /día
	75,0	150,0	m ³ /h
	20,8	41,7	l/s
Caudal de recirculación 2ª adoptado (1,5 Qm / 0,60 Qp):	2.700	2.700	m ³ /día
	112,5	112,5	m ³ /h
	31,3	31,3	l/s

9.2.3. LÍNEA DE FANGOS

	Q	Ud.
Caudal de recirculación de fangos secundarios:	2.700	m3/día
	112,5	m3/h
	31,3	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de purga de fangos secundarios	70	m3/día
	2,9	m3/h
	0,8	l/s
Concentración de fangos secundarios	8.000,0	mg/l
Caudal de fangos a deshidratación	16	m3/día
	0,7	m3/h
	0,2	l/s
Concentración de fangos espesados	35.000,0	mg/l
Caudal de fangos a almacenamiento	2,8	m3/día
	0,12	m3/h
	0,03	l/s
Concentración de fangos a almacenamiento	200.000,0	mg/l

9.3. LÍNEA PIEZOMÉTRICA

La siguiente tabla resume la línea piezométrica obtenida:

	CAUDAL MEDIO	CAUDAL PUNTA	Ud.
1 Cota de lámina en acceso a tamiz:	257,86	257,86	m
2 Cota de lámina en desarenador - desengrasador:	256,37	256,41	m
3 Cota de lámina en arqueta de reparto a Reactores Biológicos	255,62	255,64	m
4 Cota de lámina en Reactores Biológicos:	255,44	255,45	m
5 Cota de lámina en arqueta de salida RB:	255,21	255,25	m
6 Cota de lámina en arqueta de reparto a D ^{2ª} :	255,18	255,18	m
7 Cota de lámina en arqueta tras partición a D ^{2ª} :	254,81	254,95	m
8 Cota de lámina en D ^{2ª} :	254,68	254,69	m
9 Cota de lámina en arqueta de salida de Planta:	253,91	253,94	m
10 Cota de lámina arqueta de salida de Planta, tras labio:	253,12	253,19	m
11 Cota de lámina en salida al río:	249,93	250,00	m

La diferencia de cota entre el labio de la arqueta de salida del desarenador y el labio de la arqueta de salida de planta asciende a 2,47 m.

9.4. CARACTERÍSTICAS MÁS IMPORTANTES DE LAS CONDUCCIONES DISEÑADAS

Las siguientes tablas muestran las características más importantes de las conducciones diseñadas:

LÍNEA DE AGUA

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Conducción de impulsión	Presión	1	250	FD
Desarenador a Arq. Reparto a Reactores	Presión natural	1	200	FD
Arq. Salida Reactores a Arq. Reparto a Decantadores	Presión	2	250	FD

	natural			
Arq. Reparto a Decantadores a Decantadores	Presión natural	2	250	FD
Decantador inicial a Decantador final	Presión natural	1	150	FD
Decantador final a Arq. De salida	Presión natural	1	200	FD
Arq. De salida a cauce receptor	Gravedad	1	600	HA

LINEA DE FANGOS

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantadores a Arq. Recirculación y purga	Presión natural	2	150	FD
Arq. Recirculación y purga a reactores	Presión	2	150	AISI316-FD
Arq. Recirculación y purga a espesador	Presión	1	100	AISI316-FD-AISI316
Espesador a Bombeo de Fangos espesados	Presión	1	100	FD-AISI316
Bombeo de fangos espesados a Centrífugas	Presión	2	100	AISI316
Centrífugas a Tolva de Almacenamiento	Presión	1	150	AISI316

LINEA DE SOBRENADANTES

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)
Decantadores a Arq. De bombeo de sobrenadantes	Presión natural	2	100	AISI316 -FD
Arq. De sobrenadantes a Desnatador	Presión	1	100	AISI316-FD-AISI316
Espesador a Arq. De reparto a Reactores	Presión natural	1	150	AISI316-FD-AISI316

LINEA DE AIRE BIOLÓGICO

DESCRIPCIÓN	TIPO (-)	Nº Conducciones	DN (mm)	MATERIAL (-)

Soplantes a distribución en balsas	Presión	2	250	ACG
Distribución en balsas a parrillas cortas	Presión	2	150	ACG
Distribución en balsas a parrillas largas	Presión	2	200	ACG

10. DIMENSIONAMIENTO ELÉCTRICO.

10.1. ACOMETIDA DE LÍNEA ELÉCTRICA

La conexión eléctrica, según comunicación de la compañía suministradora (E.R.Z) se realizarla mediante una derivación de la línea de 13,2 KV. Mallén, apoyo 19, que discurre cercana a la parcela. La longitud de la línea de derivación sería de 60 m y bastaría con los apoyos de derivación y fin de línea. Desde el Cuadro General de Distribución, situado en el Centro de Transformación de la EDAR, se llevará una línea en B.T. hasta la Estación de Bombeo.

10.2. DIMENSIONADO ELÉCTRICO

El Centro de Transformación, tipo abonado o cliente, objeto de este proyecto tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en MT.

Del estudio y recuento de los motores y demás equipos eléctricos de la EDAR, se obtienen los valores de potencia instalada y activa de los Cuadros que se relacionan más adelante y que, en resumen, nos dan las potencias totales.

Para obtener la potencia aparente necesaria en transformación se ha tomado como factor de potencia 0,80, pese a la batería de condensadores que se coloca para mejorar el factor de potencia de la instalación eléctrica. Sin embargo, se ha preferido optar por este criterio más conservador, en prevención de una posible avería de dicha batería.

A continuación se expresan las potencias instaladas y activas de los distintos cuadros:

	POTENCIA INST. SIN RESERVAS (KW)	POTENCIA NOM. SIN RESERVAS (KW)
CCM	206,79	178,75
Cuadro Edificio de Control	12,0	12,0
Cuadro Edificio Industrial	10,0	10,0
Cuadro Alumbrado Exterior	8,0	8,0
Cuadro Estación Bombeo	44,80	37,90
TOTALES	281,59	246,65

Por tanto, la potencia aparente total simultánea para un factor de potencia $\cos\phi=0,80$:

$$S = \text{Potencia nominal sin reserva} / \text{factor de potencia} = 246,65/0,80 = 308,31 \text{ KVA.}$$

Teniendo en cuenta que el coeficiente de simultaneidad de funcionamiento en la planta se puede considerar de 0,85, la potencia aparente total será:

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{coeficiente simultaneidad} = 308,31 * 0,85 = 262,07 \text{ KVA}$$

Si se considera una reserva de un 20 %, en caso de posibles ampliaciones o imprevistos, la potencia aparente necesaria final calculada es:

$$S = \text{Potencia aparente} * \text{reserva} = 262,07 * 1,20 = 314,48 \text{ KVA}$$

Por tanto, se instalará un transformador de 315 KVA, con tensión en baja a 420 V y 230 V, para el suministro eléctrico a la Estación Depuradora, incluyéndose la alimentación a la Estación de Bombeo, como se ha comentado previamente.

Es preciso corregir o compensar el factor de potencia de la instalación, tanto para lograr los efectos técnicos que de ellos se deducen (disminución de las pérdidas, etc.) como los económicos que se obtienen en la facturación eléctrica (bonificación de hasta un 4%).

Para una potencia de 262,07 KVA, y considerando un factor de potencia global en la instalación del 0,80, resulta que para mejorar dicho factor hasta un 0,95, hace falta una potencia reactiva igual a 88,33 kVAr. Mayorando este valor en un 20 %, de cara a posibles ampliaciones o para obtener un factor de potencia incluso mayor que 0,95, se concluye que una batería de condensadores de 105 kVAr será más que suficiente para satisfacer las necesidades de la instalación.

Esta batería va dotada de un filtro protector contra armónicos, ya que se considera que hay la suficiente cantidad de equipos gobernados por variadores de frecuencia como para generar armónicos que puedan dar lugar a serios problemas. Además, la batería lleva un regulador automático del factor de potencia, que permita adaptar automáticamente la potencia reactiva suministrada, en función de la potencia activa consumida en cada instante.

Dicha batería de condensadores está conectada al embarrado del Cuadro General de Distribución.

Por otra parte, se ha de colocar una segunda batería de condensadores, que sea capaz de compensar la potencia reactiva propia del transformador de potencia cuando éste funcione al 50 % de su carga. Como el transformador instalado es de 315 KVA, se calcula que una batería fija de 20 kVAr es válida para este cometido. Dicha batería no precisa de un regulador automático, si bien debe ir equipada con un filtro protector contra armónicos, para estar en consonancia con la batería de condensadores general.

Esta segunda batería se conecta directamente al secundario del transformador de potencia.

En el edificio del Centro de Transformación se sitúa el Cuadro General de Distribución, el cual alimenta al Centro de Control de Motores (CCM), al Cuadro de Alumbrado Exterior, a los Cuadros Locales de Fuerza y Alumbrado de los dos edificios presentes en la planta, y al Cuadro de la Estación de Bombeo situada a 305 metros de la parcela de la EDAR.

El Cuadro de Alumbrado Exterior se halla así mismo en el edificio que alberga el Centro de Transformación, junto al Cuadro General de Distribución.

Cada uno de los dos Cuadros Secundarios de Fuerza y Alumbrado se hallan en los dos edificios presentes en la parcela de la EDAR: el edificio industrial y el de control.

El CCM está situado en una sala equipada especialmente para ello en el edificio industrial de pretratamiento y deshidratación, anexa a la sala de soplantes, y alimenta a los equipos correspondientes a las siguientes etapas:

- Pretratamiento.
- Tratamiento biológico.
- Decantación secundaria.
- Salida de agua tratada.
- Recirculación y purga de fangos.
- Espesamiento de fangos.
- Acondicionamiento y deshidratación de fangos.
- Almacenamiento de fangos deshidratados en tolva.
- Servicios auxiliares.

El CCM es de cajones extraíbles. El resto de los cuadros son de ejecución fija.

11. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMOS Y CONTROL.

En base a las características del sistema de control exigido, se han seleccionado los equipos de instrumentación que se señalan a continuación:

LÍNEA DE AGUA

AGUA BRUTA:

- Medición de pH y temperatura.
- Análisis de conductividad.

CÁMARA DE BOMBEO:

- Medición de nivel ultrasónico.
- Conjunto de 4 boyas de nivel de seguridad.

MEDIDA DEL CAUDAL PRETRATADO:

- Caudalímetro electromagnético previo a la entrada al tratamiento biológico.

TRATAMIENTO BIOLÓGICO:

- Medición de oxígeno disuelto (2 ud por reactor).
- Medición de potencial redox.
- Medición de temperatura en el reactor.
- Medición de las condiciones del aire inyectado: caudal, presión y temperatura.

DECANTACIÓN SECUNDARIA:

- Boya de nivel para el control de flotantes.

SALIDA DE AGUA TRATADA:

- Medida de oxígeno disuelto.
- Medición de pH.
- Medición ultrasónica del caudal tratado.

LÍNEA DE FANGOS

RECIRCULACIÓN Y PURGA DE FANGOS EN EXCESO:

- Medición electromagnética del caudal recirculado a cada reactor biológico.
- Medición electromagnética del caudal de fangos secundarios al espesador.
- Conjunto de 3 boyas de nivel en arqueta de fangos.

ESPEAMIENTO DE FANGOS:

- Medida de la concentración de fangos.

MEDIDA DEL CAUDAL DE FANGOS ESPESADOS:

- Medida electromagnética de caudal a cada deshidratadora.

DESHIDRATACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE FANGOS:

- Rotámetro para la dosificación del agua de dilución en cada línea del reactivo.
- Medida electromagnética del caudal de polielectrolito dosificado a cada deshidratadora.

ALMACENAMIENTO DE FANGOS:

- Medida de nivel ultrasónica en la tolva de fangos.

Por otra parte, se han colocado dos interruptores de nivel en la arqueta de vaciados, para protección de las bombas de vaciados, al igual que se ha hecho en la arqueta de flotantes de los decantadores, y se ha dotado de manómetros a las bombas de agua brutas así como a todas las bombas de fangos presentes en la EDAR.

Se considera necesario definir el alcance del suministro, instalación y puesta en marcha del sistema de automatización y control de los bombeos asociados a la E.D.A.R.

Dicho sistema de automatización y control, también denominado sistema de telecontrol, permitirá supervisar y controlar las siguientes instalaciones:

- **Línea de agua:**

- Estación de bombeo.
- Desbaste, incluso marcha y parada del tamiz.
- Desarenador-desengrasador, incluso separadores de arenas y grasas.
- Medición de caudal de entrada al reactor biológico.
- Reactores biológicos, incluso regulación de soplantes, estado del aire insuflado al reactor, e instrumentación presente.
- Decantación secundaria, incluso parada y marcha de cada unidad y nivel en decantador.
- Medición ultrasónica del caudal de agua saliente y estado de la misma mediante la instrumentación presente en la arqueta de salida.

- **Línea de fangos:**

- Recirculación de fangos a las entradas de los reactores biológicos, incluso medida de caudal, arranque/parada de bombas y tiempo de funcionamiento.

- Purga de fangos secundarios, con medición de caudal.
 - Espesado de fangos por gravedad, incluso parada/marcha del mecanismo y concentración de fangos salientes, bombeados a deshidratación.
 - Deshidratación, incluso horas de funcionamiento, disolución del polielectrolito, y medición del caudal.
 - Almacenamiento de fangos en tolva.
- **Elementos auxiliares:**
 - Grupo de presión de aire.
 - Grupos de presión de aguas de servicios y agua potable.
 - Red de drenajes y vaciados y conexión con el bombeo de agua bruta.
 - Desodorización.

El sistema de telecontrol, permite efectuar un control exhaustivo de los parámetros más característicos de la planta de tratamiento en función de la información suministrada por la instrumentación ubicada a tal efecto.

Por tanto, la instalación de automatización y control prevista contempla básicamente la instalación de los siguientes elementos:

- Un equipo de supervisión, compuesto por un PC (más otro para emergencias) junto a un software (SCADA) programado para ello.
- Un controlador lógico programable (PLC) junto al único Centro de Control de Motores (CCM) presente en la planta, situado en una sala del edificio de pretratamiento y deshidratación, y que por ser el único CCM presente, realizará también las funciones de supervisión y comunicación.
- Dos equipos de periferia descentralizada, conectados al PLC, para control de la Estación de Bombeo y del cuadro sinóptico respectivamente.
- Un cuadro sinóptico, que dispondrá de lámparas indicadoras del estado de funcionamiento de los motores. Así mismo, dispondrá de indicadores de instrumentación.
- El bus de sistema escogido para la comunicación entre el Centro de Control y el autómatas programable es el Industrial Ethernet.

- Como bus de comunicaciones entre el autómata y la instalación en campo se ha escogido el Profibus DP.

12. DIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL

12.1. RESUMEN GEOTÉCNICO

Zona EDAR:

Las arcillas del sustrato son de alta plasticidad, con contenido en sulfatos inferior al 0,1%, aunque la presencia de algunos niveles milimétricos de yesos aconseja considerar que el terreno presenta ataque MEDIO al hormigón según EHE y por tanto usar cementos sulfurosistentes. Presentan además, una resistencia a compresión igual o superior a 2 Kg/cm², siendo superior la resistencia al penetrómetro de bolsillo, superior a 4,5 kg/cm² en casi todos los casos. Como rasgo característico es su tendencia al hinchamiento, siendo potencialmente peligroso si se disminuye su contenido de humedad.

Se dan como valores de tensión admisibles del terreno 1,5 kg/cm² a 2,00 metros de profundidad, pudiendo superarse en profundidad estos valores.

Zona Pozo de Bombeo:

Los materiales que nos encontramos por debajo de la capa vegetal, están ligados a los acarrees del río Huecha así como a su llanura de inundación, y se describen gravas medias y gruesas englobadas en una matriz limosa de color marrón.

Los materiales que nos encontramos por debajo de la capa vegetal, están ligados a los acarrees del río Huecha así como a su llanura de inundación, y se describen gravas medias y gruesas englobadas en una matriz limosa de color marrón.

La aparición del freático a 3,60 metros de profundidad puede tener asociados problemas de migraciones de finos bajo la cimentación, detalle que se ha de tener en cuenta para la ejecución de la estación de bombeo.

Las cimentaciones de la estación de bombeo deben realizarse a la cota de aparición de las gravas, por tanto a una cota mínima de 2,60 metros por debajo del terreno natural, a esta cota se garantiza 2 kp/cm² de tensión máxima admisible.

12.2. CÁLCULOS ESTRUCTURALES

Conforme a las necesidades funcionales que aparecen en el Anejo correspondiente, se ha descompuesto la EDAR de Mallén en las siguientes unidades estructurales:

- Desarenador Desengrasador.
- Reactor biológico
- Arqueta de recirculación
- Decantador secundario
- Espesador de gravedad
- Edificio de control
- Edificio de Pretratamiento, desarenado y desengrasado, deshidratación y dosificación de reactivos.
- Estación de bombeo

Los distintos depósitos se calcularán como depósitos parcialmente enterrados o totalmente enterrados, contemplando dos hipótesis de cálculo: depósito vacío semi-enterrado o enterrado, de forma que se calcula teniendo en cuenta únicamente los esfuerzos producidos por el empuje de las tierras. La segunda hipótesis de cálculo es aquella en que se considera el depósito lleno sin la colaboración de las tierras del trasdós de los muros del depósito.

El diseño de las estructuras de los edificios se realiza en diferentes pórticos de hormigón armado, con vigas de canto según anexos y pilares cuadrados, en los que se apoya el forjado de cubierta compuesta de un forjado unidireccional de viguetas resistentes prefabricadas, con bovedilla cerámica intercalada, además de una capa de compresión de mortero de cemento.

Los pórticos se conectan con vigas de atado de igual canto a las estructurales para provocar un eficaz arriostramiento de los pórticos entre sí.

El cálculo de la estructura ha sido realizado mediante el programa TRICALC de Cálculo Espacial de Estructuras Tridimensionales, versión 6.0, de la empresa ARKTEC, S.A.

Los **hormigones** se ejecutarán según lo prescrito en la Instrucción de Hormigón Estructural, (EHE) En base a esto se considera que los distintos recintos que deben albergar agua se encuentran en la CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN IV, CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN Qb. El hormigón empleado en la ejecución de vigas y pilares, forjados unidireccionales zapatas de los edificios y losas de forjado que no tengan contacto con el agua a tratar es el denominado HA-25/B/20/IIa. Por otra parte, según lo indicado en el anejo Geología y Geotecnia, el terreno, en la parcela destinada a la Estación Depuradora presenta ataque MEDIO al hormigón según EHE y por tanto se deben usar cementos sulfuresistentes. En los hormigones empleados en la Estación de Bombeo no será necesario el empleo de este tipo de cementos.

Las armaduras pasivas para el hormigón serán de acero y estarán constituidas por barras corrugadas o mallas electrosoldadas. La barra corrugada empleada en el presente proyecto es la B 500 S.

13. IMPLANTACIÓN, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN

El apartado de Urbanización justifica y describe la tipología de vial, acerado y cerramiento que se han tomado para la construcción de la EDAR de Mallén (Zaragoza)

13.1. VIALES

En el diseño de los viales se han tenido en cuenta las indicaciones del pliego de prescripciones diseñando una anchura mínima de 5 metros en los viales.

Para el dimensionamiento del firme de los viales se ha empleado la norma 6.1-I.C., de aplicación en firmes de carreteras de nueva construcción y de acondicionamiento de las existentes.

Después de haber analizado todos los condicionantes tanto físicos como de normativa, se concluye que para el tipo de tráfico y explanada dados, se toma un firme tipo T4214, formado por 20 cm de zahorra artificial y 18 cm de hormigón HA-30/P/20/IIa con mallazo 6/20x20 o similar, fratasado en fino con aporte de cemento-cuarzo o corindón coloreado. En pendientes pronunciadas el fratasado será en basto.

13.2. ACERADO

El límite de los viales con zonas ajardinadas interiores y con las aceras se realizará con bordillo prefabricado de hormigón de 10x20 cm.

Bordeando los edificios se prevé un acerado mediante acera de loseta hidráulica de 30x30 cm de color gris, 4 pastillas colocada sobre solera de hormigón HM-15 de 10 cm de espesor. La anchura de esta acera será de 1,25 m en los lados más estrechos.

13.3. CERRAMIENTO

Según indicaciones del pliego se ha dispuesto un cerramiento con malla galvanizada de simple torsión de dos metros de altura, con postes cada tres metros, anclada en zapata corrida de hormigón en masa de 30x30 cm. Puerta de acceso corredera de 5 m de hueco, incluso puerta peatonal, construida con perfiles de acero al carbono imprimados y esmaltados y jambas de obra de fábrica.

13.4. JARDINERÍA

Las especies se han proyectado según los siguientes criterios:

- Consumo hídrico reducido
- Características edafológicas del terreno
- Características climáticas de la zona

- Especies con características fitogénicas de tipo rústico
- Resistencia a malas hierbas.
- Fácil manejo y conservación
- Coste de conservación
- Disponibilidad en mercado a nivel regional

Debido a estos criterios se propone como mejor opción el recubrimiento de la superficie mediante la siembra de Cynodon Dactilon (Gramma) en lugar de césped.

Las distintas especies quedan reflejadas en el presupuesto y planos correspondientes.

13.5. RED DE RIEGO

El riego se realizará con agua bruta tomada directamente del edificio de pretratamiento.

Esta toma está situada antes de añadirle cualquier reactivo que pudiese resultar perjudicial para las plantas, como exceso de cloro, etc.. Los criterios seguidos en el diseño han sido los siguientes:

- Sistema de riego automático (con controlador)
- Riegos en horas nocturnas.(preferentemente)
- Como sistemas de riego se usarán:
 - Riego por aspersión en la zona donde se implantará el Cynodon Dactilon (Gramma), mediante aspersores emergentes.
 - Riego por goteo en zonas arbóreas, y en plantas tapizantes localizadas y en el talud perimetral de cerramiento de la EDAR.
 - Mangueras de acople rápido a bocas de riego en varios puntos para limpieza y en casos excepcionales para riego auxiliar.

Las tuberías de la red de riego serán de PEBD de los diámetros correspondientes y los goteros serán de tipo integrado con una separación de 50 cm principalmente donde se localizan las plantas tapizantes y localizados en el caso de las especies arbóreas.

13.6. PROGRAMADOR DE RIEGO

Debido a las características de la instalación de riego, se ha proyectado instalar un sistema de control automatizado.

Este sistema se encuentra dotado de un programador electrónico que permite adjudicar el tiempo de riego en cada sector previamente definido.

13.7. DESCRIPCIÓN DE ESPECIES A EMPLEAR

Se emplearán las siguientes especies en el ajardinamiento de la parcela.

Especies arbóreas:

Populus Canadiensis

Fraxinus Excelsior

Especies arbustivas

Rosmarinus officinalis (Romero)

Lavandula officinalis (Lavanda)

Plantas tapizantes:

Hedera helix (Hiedra)

Vinca sp. (Vincas)

13.8. RESUMEN DE MEDICIONES DE AJARDINAMIENTO

	Unidad	Medición	Unidad
Red de riego	UD PROGRAMADOR ELECTRONICO 12 ES	1	Ud
	TUBO DE GOTERO INTEGRADO AUTOCOMPENSANTE 16 mm D50 cm 4 lh	100	ml
	ASPERSOR EMERGENTE TURBINA TIPO FALCON 6405	14	Ud
	UD ASPERSOR EMERGENTE TURBINA TIPO RB 3605	34	Ud
	BOCA DE RIEGO ACOPLE RAPIDO 3/4"	3	Ud
	MANGUERA DE RIEGO 20 MM DIÁM.	80	ml
	ELECTROVALVULA 2 VIAS DN 32 MM	4	Ud
	ELECTROVALVULA 2 VIAS DN 40 MM	1	Ud
	ELECTROVALVULA 2 VIAS DN 20 MM	3	Ud
	VALVULA BOLA PVC DN 20	3	Ud
	VALVULA BOLA PVC DN 32	4	Ud
	VALVULA DN 40 PVC BOLA	1	Ud
	TUBERIA DE PEBD DN 20	320	ml
	TUBERIA DE PEBD DN 50	330	ml
	TUBERIA DE PEBD DN 32	250	ml
	TUBERIA DE PEBD DN 40	67	ml
	Jardinería	CYNODON DACTILON (GRAMA)	2.750
FRAXINUS EXCELSIOR		32	Ud.
POPULUS CANADIENSIS		32	Ud.
VINCA SPP 0.1-0.2 M.ALT.MACET		5	Ud.
HEDERA HELIX 1.00-1.50 M. CONT.		5	Ud.
ROSMARINUS OFFICINALIS 0.2-0.		10	Ud.
LAVANDULA OFFICINALIS 0.1-0.2		10	Ud.

13.9. RED DE VACIADOS

La red de vaciados y sobrenadantes incorpora las aguas procedentes tanto de la línea industrial como de la línea urbana, que en resumen proceden de los siguientes elementos de:

- Escurridos y sobrenadantes
- Clasificadores de arenas.
- Separador de grasas.
- Sobrenadante decantadores.
- Sobrenadante espesadores.
- Deshidratación de fangos.
- Aguas empleadas en edificios de control y pretratamiento y deshidratación.
- Vaciados de los tanques.

13.10. RED DE DRENAJE

El drenaje superficial de los viales se ha proyectado como una red que recoge la escorrentía superficial procedente de la superficie de la parcela enviándola a la arqueta de vaciados.

Se ha tratado que los drenajes y reboses puedan ser enviados a la línea de tratamiento por gravedad. En los casos en que no ha sido posible, se han previsto los bombeos necesarios que los conducirán a la cabecera de la planta.

13.11. RED DE AIRE COMPRIMIDO

La red de aire comprimido prevista en la EDAR será capaz de entregar un caudal de aire de 708 l/min y presión de 10 bares, caudal suficiente para los accionamientos neumáticos propuestos en la EDAR.

13.12. ACOMETIDAS DE AGUA POTABLE

La conexión a la red de abastecimiento de Mallén se realizará a una tubería de 2 " que abastece las últimas viviendas del casco urbano de Mallén. El trazado de esta conexión discurre paralelo al colector I por el borde de la antigua carretera nacional, hoy calle del

pueblo, cruza el río adosada al puente existente y llega a la parcela de la EDAR. La longitud total de esta acometida es del orden de 650 m.

13.13. ACOMETIDAS DE LINEA ELÉCTRICA

La conexión eléctrica, según comunicación de la compañía suministradora (E.R.Z) se realizarla mediante una derivación de la línea de 13,2 KV. Mallén, apoyo 19, que discurre cercana a la parcela. La longitud de la línea de derivación sería de 60 m y bastaría con los apoyos de derivación y fin de línea. Desde el C.T. de la EDAR se llevarla una línea en B.T. hasta la estación de bombeo.

13.14. EDIFICACIÓN

De conformidad a lo expuesto en el Pliego de Prescripciones Técnicas que rige el presente concurso, en el presente apartado de “Edificación” se desarrollan de forma detallada todos los aspectos relativos a los edificios que quedan integrados dentro del proyecto de la presente Estación Depuradora.

El presente apartado se ha estructurado en los siguientes apartados que se desarrollan a continuación:

- memoria descriptiva
- memoria de estructuras

Se dimensionan sucintamente las siguientes edificaciones:

- Edificio de control (1 planta)
- 1 Edificio de uso industrial
- 1 Estación de bombeo

13.15. UBICACIÓN DE LA PARCELA

La ubicación de la EDAR de Mallén se modificó respecto a la prevista en el proyecto inicial. La razón fundamental para el cambio fué la escasa distancia al núcleo de Mallén, a menos de 300 m., y los posibles olores que podrían afectar al pueblo dada la dirección de los vientos dominantes. El nuevo emplazamiento que se tomó para la salida a concurso se sitúa en la margen opuesta al río Huecha, a unos 600 m de zonas habitadas en unas parcelas que limitan con la CN-232 y la antigua carretera nacional hoy convertida en calle del pueblo. Es esta por tanto la ubicación definitiva en el presente proyecto constructivo.

14. DECLARACION DE OBRA COMPLETA

El presente Proyecto se trata de una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público sin limitaciones ni restricciones una vez sean recibidas las obras.

Dicho estudio se ha redactado como proyecto completo, con los documentos de Memoria, Planos, Pliego de Prescripciones y Presupuesto. El Presupuesto General de Ejecución Material y el carácter contractual del mismo, se establece por la referencia realizada en el Pliego de Condiciones Particulares del presente Proyecto.

15. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

El presente anejo tiene como fin reflejar el proceso de formación de los precios de ejecución material que se ha llevado a cabo para el presente proyecto. Un precio se forma a partir de los siguientes parámetros:

- **Costes directos:** Son los que se producen dentro del recinto de obra y que pueden atribuirse directamente a una unidad de obra concreta. Son
 - La **Mano de obra** que interviene directamente en la ejecución de la unidad de que se trate. Para cada unidad de obra se determinan las diversas categorías laborales que intervienen en ella y se establece el tiempo empleado y su coste en horas de trabajo.
 - Los **materiales** necesarios para realizar la unidad. Para cada unidad de obra hay que determinar los diversos materiales que intervienen en ella y establecer para cada material, la cantidad empleada en la unidad y su coste puesto a pie de obra.
Se consideran también los materiales auxiliares necesarios para la ejecución de la unidad, pero que no quedan incluidos en la misma. Pueden ser de dos clases: aquellos cuyo empleo supone su destrucción, como los explosivos; y aquellos que pueden utilizarse para ejecutar mas de una unidad, como la madera o los paneles de los encofrados, para los que se tendrá en cuenta su utilización múltiple y su posible valor residual.
 - La utilización de **maquinaria** necesaria para realizar la unidad. Para cada unidad de obra hay que determinar las diversas maquinas que intervienen en ella y establecer el tiempo empleado en la unidad y el coste de su hora de funcionamiento efectivo.
 - también se incluye como coste directo las partidas de **herramientas y pequeño material**.

- **Costes indirectos:** son aquellos costes que se producen dentro del recinto de la obra, pero que no pueden ser atribuidos de forma directa a una unidad de obra concreta, por lo que hay que repartirlos entre las unidades con un determinado criterio, siendo este el de proporcionalidad.

Se consideran costes indirectos:

1. Las **instalaciones de obra**, tales como oficinas, talleres, almacenes, comedores, aseos, etc. Los costes a tener en cuenta para estas instalaciones son los de interés y amortización de la inversión, reparaciones, conservación y gastos de funcionamiento durante el plazo de ejecución de obra.
2. El **personal no directamente productivo**, técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra, tal como Ingenieros, Topógrafos, Encargados, Jefes de Taller, Administrativos, etc.
3. **Los costes imprevistos.**

16. COSTE DE LA MANO DE OBRA

El coste de la hora efectiva de trabajo de cada categoría laboral se ha obtenido del modo siguiente:

$$\text{Coste hora efectiva de trabajo} = \frac{\text{Coste empresarial anual}}{\text{Horas trabajadas al año}}$$

El Convenio Colectivo vigente para la presente obra es el Convenio Colectivo del Sector Industrias de la Construcción y Obras Públicas para la provincia de Zaragoza, vigente para los años 2003, 2004, 2005 y 2006. Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza de 31 de julio de 2003.

	SALARIO BASE €/día	PLUS ASISTENCIA €/día	PLUS DE TRANSPOR TE €/día	PAGAS EXTRAS €/mes	IMPORTE VACACIONE S €/año
Capataz	33,94	6,75	2,47	1.532,32	1.532,32
Oficial 1ª	32,54	6,75	2,47	1.477,61	1.477,61
Oficial 2ª	29,81	6,75	2,47	1.371,53	1.371,53
Ayudante	29,00	6,75	2,47	1.340,37	1.340,37
Peón especializado	27,36	6,75	2,47	1.275,42	1.275,42
Peón	25,72	6,75	2,47	1.211,86	1.211,86

(Se han adoptado las retribuciones correspondientes al Convenio Colectivo de la provincia de Zaragoza, vigentes desde el año 2003 hasta el año 2006. Boletín Oficial de la Provincia de Zaragoza de 31-7-2003).

17. PROGRAMA DE TRABAJOS

El plazo de ejecución de las obras (incluyendo redacción del presente proyecto de construcción y la explotación durante el primer año) se ha fijado en 30 meses, como se puede comprobar a través del Anejo IV.6 “Plan de Obra”.

18. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

A efectos de lo dispuesto en el artículo 319 del Reglamento General de Contratos del Estado, y tomando en cuenta la Orden Ministerial de 28 de marzo de 1968 de Hacienda, por la que se dictan normas complementarias para la clasificación del contratista de obras del Estado, y su modificación por O.M. de 15-10-87 de Economía y Hacienda, junto con la Ley 13/1995 de 18 de mayo de contratos de las administraciones públicas, se redacta el presente apartado de la Memoria en el que se indica la clasificación del contratista para las obras de este proyecto:

Grupo k

Subgrupo 8

Categoría E

19. FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

Se entiende que procede la inclusión de cláusula de revisión de precios en el contrato de obra, considerando que resulta adecuada para el caso la fórmula Tipo nº 9 de las aprobadas por Decreto 3650/1970, de 19 de diciembre.

Fórmula Tipo nº 9: "Abastecimientos y distribuciones de aguas. Saneamientos. Estaciones depuradoras. Estaciones elevadoras. Redes de alcantarillado. Obras de desagüe. Drenajes. Zanjales de telecomunicación"

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

Siendo:

K_t = Coeficiente de revisión para el momento de ejecución

H_o = Índice de coste de la mano de obra en la fecha de licitación

H_t = Índice de coste de la mano de obra en el momento de ejecución.

E_o = Índice de coste de la energía en el momento de la licitación.

E_t = Índice de coste de la energía en el momento de la ejecución t.

C_o = Índice de coste del cemento en la fecha de licitación.

C_t = Índice de coste del cemento de ejecución t.

S_o = Índice de coste del material siderúrgico en la fecha de licitación.

S_t = Índice de coste del material siderúrgico en el momento de la ejecución t.

20. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Se adjunta a continuación el resumen de presupuestos en ejecución material y ejecución por contrata, cuya justificación detallada se adjunta en el documento de Mediciones y Presupuestos.

PROYECTO: EDAR MALLÉN

1 CONEXIONES CON EL EXTERIOR	349.712,59
1,1 CAMINO DE ACCESO	37.496,84
1,2 COLECTORES	147.469,81
1,2,1 Colector de llegada	100.554,78
1,2,2 Colector de salida	37.854,36
1,2,3 Desagüe pozo de bombeo	9.060,67
1,3 ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	11.884,71
1,4 ACOMETIDA ELÉCTRICA	58.552,26
1,4,1 Acometida en media tensión	24.186,74
1,4,2 Acometida en baja tensión a la estación de bombeo	34.365,52
1,5 ACOMETIDA TELEFÓNICA	3.992,20
1,6 ESTACIÓN DE BOMBEO	90.316,77
2 OBRA CIVIL EDAR	901.605,81
2,1 ACONDICIONAMIENTO DE LA PARCELA	123.254,80
2,2 OBRA DE LLEGADA Y PRETRATAMIENTO	17.784,80
2,3 TRATAMIENTO BIOLÓGICO	277.231,96
2,4 DECANTACIÓN SECUNDARIA	99.026,59
2,5 ESPESAMIENTO DE FANGOS	20.015,92
2,6 ARQUETA DE VACIADOS	21.979,97
2,7 DESODORIZACIÓN	71,27
2,8 DESHIDRATACIÓN DE FANGOS	1.204,90
2,9 ALMACENAMIENTO DE FANGOS	251,09
2,10 ARQUETAS DE CAUDALÍMETROS	673,70
2,11 FUENTE DE PRESENTACIÓN Y DEP. AGUA INDUSTRIAL	8.449,04
2,12 REDES DE PROCESO	23.494,81
2,13 EDIFICIOS	199.115,60

2,12,1	<i>Edificio de control</i>	88.740,67
2,12,2	<i>Edificio industrial</i>	103.798,93
2,12,3	<i>Edificio del transformador</i>	6.576,00
2,14	URBANIZACIÓN, CERRAMIENTO Y JARDINERÍA	106.011,52
2,13,1	<i>Urbanización y pluviales</i>	81.432,53
2,13,2	<i>Cerramiento</i>	8.623,11
2,13,3	<i>Jardinería</i>	15.955,88
2,15	ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN LA EXPLOTACIÓN	3.039,84
	3 EQUIPOS MECÁNICOS, ELÉCTRICOS Y DE CONTROL	1.045.743,89
3,1	EQUIPOS MECÁNICOS	667.501,83
3,1,1	<i>Estación de bombeo</i>	46.337,64
3,1,2	<i>Pretratamiento</i>	74.431,22
3,1,2,1	<i>Desbaste</i>	25.243,21
3,1,2,2	<i>Desarenador desengrasador</i>	49.188,01
3,1,3	<i>Tratamiento secundario</i>	195.098,16
3,1,3,1	<i>Medida de caudal</i>	4.261,25
3,1,3,2	<i>Reactor biológico</i>	144.205,94
3,1,3,3	<i>Decantación secundaria</i>	41.133,44
3,1,3,4	<i>Salida de agua tratada</i>	5.497,53
3,1,4	<i>Tratamiento de fangos</i>	274.767,67
3,1,4,1	<i>Recirculación y purga de fangos</i>	27.302,70
3,1,4,2	<i>Espesador de gravedad</i>	21.938,65
3,1,4,3	<i>Bombeo de fangos a deshidratación</i>	12.174,17
3,1,4,4	<i>Deshidratación y acondicionamiento de fangos</i>	169.311,51
3,1,4,5	<i>Almacenamiento de fangos</i>	44.040,64
3,1,5	<i>Servicios auxiliares</i>	76.867,14
3,1,5,1	<i>Arqueta de vaciados</i>	13.443,65
3,1,5,2	<i>Bombeo de achiques</i>	632,89
3,1,5,3	<i>Polipastos</i>	6.367,68
3,1,5,4	<i>Grupo de aire a presión</i>	7.596,77
3,1,5,5	<i>Grupo de agua a presión</i>	15.414,24
3,1,5,6	<i>Desodorización</i>	31.755,82
3,1,5,7	<i>Ventiladores extractores</i>	1.656,09
3,2	EQUIPOS ELÉCTRICOS	378.242,06
3,2,1	<i>Corrección del factor de potencia</i>	4.914,06
3,2,2	<i>Centro de transformación</i>	47.154,84

3,2,3	Cuadros eléctricos	141.160,35
3,2,4	Cableado eléctrico en baja tensión	29.922,54
3,2,5	Conducciones y auxiliares	9.593,58
3,2,6	Red de tierras	2.993,07
3,2,7	Alumbrado	21.533,92
3,2,8	Control	120.969,70
3	SEGURIDAD Y SALUD	27.047,34
4	OTRAS PARTIDAS ALZADAS	45.000,00
5	EXPLOTACIÓN DURANTE EL AÑO INICIAL	155.492,30

Total presupuesto de ejecución material (sin explotación 1ª año)	2.369.109,63
---	--------------

13% de gastos generales	307.984,25
-------------------------	------------

6% de beneficio industrial	142.146,58
----------------------------	------------

<i>Total presupuesto sin IVA</i>	2.819.240,46
----------------------------------	--------------

16% IVA	451.078,47
---------	------------

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (SIN EXPLOTACIÓN 1ª AÑO)	3.270.318,93
---	---------------------

Presupuesto ejecución material explotación 1º año	155.492,30
---	------------

7% IVA	10.884,46
--------	-----------

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (EXPLOTACIÓN 1º AÑO)	166.376,76
---	-------------------

<u>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</u>	3.436.695,69
---	---------------------

En Mallén (Zaragoza), a 24 de Septiembre de 2.003

21. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente Proyecto está compuesto por los siguientes documentos:

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS

- I. ANEJOS DE INFORMACIÓN BÁSICA
 - I.1. TOPOGRAFÍA Y CARTOGRAFÍA
 - I.2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA
 - I.3. REPORTAJE FOTOGRÁFICO
 - I.4. HIDROLOGÍA Y CÁLCULO DE AVENIDAS
- II. DIMENSIONAMIENTO DE COLECTORES
 - II.1. DIMENSIONADO HIDRÁULICO DE COLECTORES
 - II.2. DIMENSIONADO MECÁNICO DE COLECTORES Y EMISARIO DE LA E.D.A.R.
- III. DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO Y LA ESTACIÓN DEPURADORA
 - III.1. PARÁMETROS DE DISEÑO
 - III.2. RESULTADOS A OBTENER GARANTIZADOS
 - III.3. DIAGRAMAS GENERALES DEL PROCESO.
 - III.4. DIMENSIONAMIENTO FUNCIONAL.
 - III.5. DIMENSIONADO HIDRÁULICO.

- III.6. DIMENSIONADO ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO
- III.7. INSTRUMENTACIÓN, AUTOMATISMO Y CONTROL.
- III.8. DIMENSIONADO ESTRUCTURAL.
- IV. ANEJOS COMPLEMENTARIOS
 - IV.1. JARDINERÍA, URBANIZACIÓN Y EDIFICACIÓN.
 - IV.2. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD Y PROTOCOLO DE PRUEBAS.
 - IV.3. MANTENIMIENTO Y EXPLOTACIÓN.
 - IV.4. EXPROPIACIONES Y SERVICIOS AFECTADOS
 - IV.5. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
 - IV.6. PLAN DE OBRA
 - IV.7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
 - IV.8. RELACIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA, VALORADAS Y ORDENADAS.
- V. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA CIVIL
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE EQUIPOS ELECTRO - MECÁNICOS.

DOCUMENTO IV: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

- MEDICIONES
- CUADRO DE PRECIOS Nº 1
- CUADRO DE PRECIOS Nº 2
- PRESUPUESTOS PARCIALES
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL
- PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

22. CONCLUSIONES

En consecuencia, la empresa ELECNOR, como redactora de las obras que se definen en el presente proyecto, considera que con esta memoria, junto con el resto de documentos de este proyecto se han definido suficientemente las diferentes unidades e instalaciones necesarias para ejecutar las obras de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Mallén en Zaragoza, cumpliendo por tanto todos los requisitos y normativa de aplicación para la presente licitación, por lo que se firma:

En Mallén (Zaragoza), a 24 de septiembre de 2.003

Juan Álvarez Redondo-Marín
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Colegiado Nº 7.087