

# ANEJO Nº1

## MEMORIA DE LAS INSTALACIONES



## Anejo nº 1 - MEMORIA DE LAS INSTALACIONES

La línea de tratamiento de agua de la EDAR de Burgos incluye dos líneas, la línea industrial o colector de Villalonquejar y la línea del colector General.

### 3.2.1. LíneadeAguade Villalonquejar

Los caudales de diseño del pretratamiento del colector de VILLALONQUÉJAR son los siguientes:

Caudales	situación	PERCENTIL 50		PERCENTIL 90	
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /h
<b>HORIZONTE</b>					
	Medio diario tiempo seco	0,127	457	0,168	604
	Punta	0,200	720	0,262	943
	Mínimo	0,080	288	0,105	378
	Máximo en lluvia	1,528	5.501	1,528	5.501

#### – PRETRATAMIENTO VILLALONQUEJAR:

Se describen a continuación los equipos que componen el pretratamiento de VILLALONQUÉJAR.

- Pozos de gruesos (2 unidades)

Dos (2) pozos de gruesos con una superficie unitaria de 9 m<sup>2</sup> y un volumen de 22,95 m<sup>3</sup>, de las siguientes características:

- Número de pozos de gruesos 2
- Longitud superior 3,00 m
- Anchura superior 3,00 m
- Altura recta útil 2,20 m
- Altura piramidal 0,50 m
- Longitud inferior 2,00 m
- Anchura inferior 2,00 m

- Superficie unitaria 9 m<sup>2</sup>
- Altura media útil 2,55 m
- Volumen unitario 22,95 m<sup>3</sup>

La extracción de residuos se realiza mediante la cuchara bivalva, desde un puente grúa de 2.000 Kg de capacidad.

- **Rejas de pre-desbaste (2 unidades)**

Dos (2) rejas de pre-desbaste (una en cada pozo de gruesos) de 1,5 m de anchura de canal y una altura de agua de 1,7 m, con una separación entre barrotes de 50 mm, con una velocidad máxima de 1 m/s con el 30% de atascamiento. La reja en acero inoxidable.

Los canales se aíslan mediante compuertas motorizadas fabricadas en acero inoxidable AISI-316, pudiendo funcionar la instalación con una reja fuera de servicio.

- **Tamizado (3 unidades)**

Tres (3) tamices autolimpiantes de 1,0 m de anchura de canal y una altura de agua de 1,65 m. con una luz de paso de 3 mm, con una velocidad máxima de 1,40 m/s con el 30% de atascamiento. Las rejas son en acero inoxidable y arrancará sus ciclos de limpieza, bien por temporización o bien por aumento de nivel aguas arriba.

Los canales del tamizado se aíslan mediante compuertas motorizadas fabricadas en acero inoxidable AISI-316.

El funcionamiento de los tamices (limpieza continua o temporizada) será controlado por el PLC, en función del nivel de agua en los canales.

El detritus recogido en los tamices es conducido a un contenedor, mediante un tornillo transportador-compactador capaz para un caudal unitario de 1,0 m<sup>3</sup>/h de producto seco.

Para toda la zona de desbaste se utiliza un puente grúa para mantenimiento de los equipos.

- **Bombeo a desarenadores. (2+2 unidades)**

Tras el desbaste, se incluye un nuevo bombeo a desarenado, dimensionado para el caudal máximo de lluvias, ubicado en las nuevas instalaciones. En este nuevo pozo de bombeo se instalan Dos (2) bombas sumergibles de 1.875 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria y 6,68 m.C.A.

de altura de impulsión y Dos (2) bombas sumergibles de 943 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria y 6,49 m.C.A. de altura de impulsión.

Las impulsiones son independientes para cada bomba, de 600 mm de diámetro.

La regulación de caudal se realiza mediante variador de frecuencia en cada una de las bombas.

- **Desarenadores. (2 unidades)**

Dos (2) desarenadores – desengrasadores dimensionadas para el caudal máximo en tiempo de lluvias del colector de VILLALONQUÉJAR (5.501 m<sup>3</sup>/h).

Cada uno de los desarenadores incluye compuerta motorizada de aislamiento en la entrada, en AISI-316, y salida de agua mediante vertedero.

En caso de necesidad, se puede trasvasar parte del caudal de agua tamizada en la línea de VILLALONQUÉJAR hacia la línea del colector general y viceversa.

Cada uno de los desarenadores va equipado con un sistema de vaciado por gravedad hacia la entrada de agua bruta.

- **Separador de grasas (1 unidad)**

Para ayudar a la flotación de grasas, existe un sistema de aeración mixto:

El primer tercio del desarenador con difusores de burbuja gruesa, para mejorar la separación de la grasa y de las partículas de arenas; Los dos tercios restantes con aeradores de burbuja fina para optimar la flotación de grasas.

Para el suministro de aire a los desarenadores existen tres soplantes (una en reserva) de 130 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 3 m.C.A, dotadas de cabinas de insonorización. Para la difusión del aire en los primeros 4 m de cada desarenador, se emplean boquillas inatascables, tipo VIBRAIR, que admiten un caudal máximo de 9 Nm<sup>3</sup>/h por boquilla, siendo necesarias 15 boquillas en cada desarenador.

En el resto del desarenador (últimos 8 m de cada desarenador), aeradores sumergibles de burbuja fina, requiriéndose una potencia específica de 30 w/m<sup>3</sup>. Hay 2 aeradores sumergibles de 1,5 kW de potencia neta unitaria, en cada uno de los

desarenadores.

La extracción de las grasas se realiza mediante rasquetas de superficie y rebose, a través de una rampa dispuesta a tal efecto. Se realiza un aporte de agua en el canal de recogida para facilitar el arrastre de grasas hasta los equipos desnatadores. Dicho canal va provisto de un tornillo sin-fin que conduce las grasas hasta el separador. Para la separación de grasas de VILLALONQUÉJAR, se emplea un equipo desnatador capaz para un caudal máximo de 20 m<sup>3</sup>/h.

Las grasas concentradas se envían a contenedor.

El rebose del separador de grasas retorna por gravedad a la entrada del pozo de gruesos.

- **Clasificador de arenas nuevo. (1 unidad)**

Cada desarenador va equipado con una bomba de extracción de arenas de 20 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, lo que supone una capacidad de extracción de mezcla agua – arena a caudal máximo de 44,2 l/m<sup>3</sup> agua residual en situación P90 horizonte.

La mezcla agua – arena se conduce por gravedad hasta el sistema de extracción, compuesto por un (1) clasificador de tornillo, con capacidad para un caudal máximo de 40 m<sup>3</sup>/h.

Las arenas extraídas se recogen en un contenedor.

El sobrenadante del clasificador de arenas de VILLALONQUÉJAR retorna por gravedad a la entrada del pozo de gruesos.

- **TRATAMIENTO FISICOQUIMICO**

La planta dispone de un tratamiento fisicoquímico

- **DECANTACIÓN PRIMARIA.**

- **Decantadores primarios (2 unidades).**

La línea de Villalonquejar dispone de dos (2) decantadores primarios.

- **REACTOR BIOLÓGICO**

- **Reactores biológicos (2 unidades)**
- **Producción de aire de proceso (3 Turbosoplantes)**
- **Recirculación de licor mixto (2 unidades)**

- **Recirculación de fangos biológicos y extracción de fangos en exceso**

- **DECANTACION SECUNDARIA**

- **Decantadores Secundarios (2 unidades).**

La línea de Villalonguejar dispone de dos (2) decantadores secundarios

- **BOMBEO DE AGUA TRATADA A TERCARIO**

- **Bombeo a tratamiento terciario (3 unidades).**

### 3.2.2. LíneadeAguaColectorGeneral

El pretratamiento del colector general está diseñado para el caudal máximo de lluvias que llega por este colector.

Por tanto, el caudal máximo considerado para pretratamiento del colector general es el siguiente:

Caudal máximo con lluvias: 7,12 m<sup>3</sup>/s = 25.632 m<sup>3</sup>/h

El pretratamiento del colector general está compuesto por los siguientes elementos:

- **PRETRATAMIENTO**

- **Pozos de gruesos nuevos (3 unidades)**

Existen tres nuevos pozos de gruesos, diseñados para un caudal máximo horario con lluvias de 25.632 m<sup>3</sup>/h, con una superficie unitaria de 19,0 m<sup>2</sup> y un volumen unitario de 66,69 m<sup>3</sup>, de las siguientes características:

- Número de pozos de gruesos 3
- Longitud superior 4,00 m
- Anchura superior 4,75 m
- Altura recta útil 2,90 m
- Altura piramidal 1,00 m
- Longitud inferior 2,00 m
- Anchura inferior 2,75 m
- Superficie unitaria 19,00 m<sup>2</sup>

•	Superficie total	57,00 m <sup>2</sup>
•	Altura media útil	3,51 m
•	Volumen unitario	66,69 m <sup>3</sup>
•	Volumen total	200,07 m <sup>3</sup>

Para la extracción de residuos se utilizará la cuchara bivalva instalada en un puente grúa de 2.000 Kg de capacidad.

Los pozos de gruesos pueden aislarse para las operaciones de mantenimiento mediante compuertas motorizadas, fabricadas en acero inoxidable AISI-316.

- **Rejas de pre-desbaste nuevas (3 unidades)**

Existen tres (3) rejas de gruesos (una en cada pozo de gruesos) de 2,0 m de anchura de canal y una altura de agua de 2,25 m, con una separación entre barrotes de 50 mm. Las rejas se han diseñado con una velocidad máxima de 1 m/s, con el 30% de atascamiento, y serán construidas en acero inoxidable.

Los canales se aíslan mediante compuertas motorizadas fabricadas en acero inoxidable AISI-316.

- **Tamizado (8 unidades).**

La instalación está equipada con ocho (8) canales de tamizado, equipados con tamices automáticos, con una luz de paso de 3 mm. Los tamices están calculados con una velocidad máxima de paso de 1,3 m/s con el 30% de atascamiento y todos los tamices en funcionamiento. Los equipos serán construidos en acero inoxidable y arrancarán sus ciclos de limpieza, bien por temporización o bien por aumento de nivel aguas arriba.

Los tamices nuevos tienen una anchura unitaria de 1,02 m (igual a los existentes) y la altura máxima de agua a caudal máximo es 2,13 m, con lo que la velocidad máxima real de paso a través de los tamices (con 30% de atascamiento) es 1,30 m/s para el caudal máximo admisible y todos los tamices en servicio.

Cada uno de los canales se aísla en la entrada y en la salida, mediante compuertas motorizadas fabricadas en acero inoxidable AISI-316.

El funcionamiento de los tamices (limpieza continua o temporizada) está controlado por el PLC, en función del nivel de agua en los canales.

Para la compactación y retirada de residuos de los 4 tamices más antiguos se dispone de un tornillo que lleva los residuos al tornillo compactador.

Para la retirada de residuos de los cuatro tamices más modernos hay un conjunto de dos tornillos, uno a continuación del otro que llevan los residuos hasta el mismo tornillo compactador que los tamices más antiguos

- **Desarenado – desengrase (4 unidades).**

La planta dispone de cuatro desarenadores de las mismas características, hasta alcanzar la capacidad de tratamiento de 25.632 m<sup>3</sup>/h.

Los desarenadores están diseñados para una velocidad máxima de 35m/h para el caudal máximo de 5 m<sup>3</sup>/s, y 50 m/h para el caudal máximo admisible en el colector general de 7,12 m<sup>3</sup>/s.

La entrada a los desarenadores se realiza mediante compuerta motorizada.

La salida de los desarenadores se realiza a través de una compuerta reguladora que mantiene constante el nivel de líquido en el desarenador.

- **Separador de grasas (1 unidad).**

Para ayudar a la flotación de grasas, prevemos un sistema de aeración mixto:

El primer tercio del desarenador con difusores de burbuja gruesa, para mejorar la separación de la grasa y de las partículas de arenas; los dos tercios restantes con aeradores de burbuja fina para optimar la flotación de grasas.

Para el primer tercio, adoptamos un caudal específico de aire de 8 Nm<sup>3</sup>/h por m<sup>2</sup> de superficie de desarenador. Para el suministro de aire a los desarenadores adoptamos cinco soplantes (una en reserva) de 360 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 5 m.C.A, dotadas de cabinas de insonorización.

Para la difusión del aire en los primeros 8,6 m de cada desarenador, utilizaremos boquillas inatascables, tipo VIBRAIR, que admiten un caudal máximo de 9 Nm<sup>3</sup>/h por boquilla, siendo necesarias 39 boquillas en cada desarenador.

En el resto del desarenador (últimos 17,3 m), existen aeradores sumergibles de burbuja fina, requiriéndose una potencia específica de 30 w/m<sup>3</sup>. Prevemos 4 aeradores sumergibles de 1,8 kW de potencia neta unitaria en cada uno de los desarenadores.

La extracción de las grasas se realiza mediante rasquetas de superficie y rebose, a través de una rampa dispuesta a tal efecto. Se realiza un aporte de agua en el canal de recogida para facilitar el arrastre de grasas. Además el canal de recogida de grasas va previsto de un tornillo sin-fin que arrastra las grasas hasta el equipo desnatador. Para la separación de grasas, hay un equipo desnatador capaz para un caudal máximo de 50 m<sup>3</sup>/h.

A este separador de grasas llegan también los flotantes procedente de la decantación primaria del Colecto General.

Las grasas concentradas se envían a contenedor.

El sobrenadante procedente del separador de grasas se bombeo en cabecera de planta junto con los retornos de los clasificadores de arenas.

- **Clasificadores de arenas (2 unidades).**

Cada desarenador va equipado con una bomba de arenas de 90 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, lo que supone una capacidad de extracción de mezcla agua-arena de 40,6 l/m<sup>3</sup> agua residual en situación P90 horizonte.

La mezcla agua-arena es conducida, por gravedad, hasta el sistema de extracción, compuesto por dos (2) clasificadores de tornillo, de 200 m<sup>3</sup>/h de capacidad máxima unitaria. El sobrenadante procedente de los clasificadores de arenas y del separador de grasas del colector general se bombea a cabecera de planta mediante tres bombas sumergibles, una en reserva, de 225 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario

- **REGULACIÓN DE CAUDAL A TRATAMIENTO PRIMARIO**

Cuando se supera el caudal máximo de tiempo seco, la compuerta reguladora limita el caudal que llega a la nueva decantación primaria.

Para caudales superiores al caudal máximo de tiempo seco el sistema controla el nivel en el canal de agua pretratada, actuando sobre los vertederos regulables que evacúan el

excedente de caudal de lluvias.

– **DECANTACIÓN PRIMARIA**

• **Decantación primaria para el colector general ( 4 unidades).**

4 decantadores primarios resultado de la conversión y reforma de Los antiguos decantadores secundarios que se modifican para funcionar como decantadores primarios.

Los fangos primarios serán enviados a espesamiento mediante tres (3) bombas sumergibles

– **DECANTACIÓN PRIMARIA ANTIGUA**

• **Tanques de tormentas (4 unidades).**

Los decantadores primarios antiguos del colector general se pueden utilizar en tiempo de lluvias como tanques de tormentas, para tratar el resto del caudal excedente de lluvias.

El caudal máximo tratado en estos decantadores se cifra en 7.200 m<sup>3</sup>/h (2 m<sup>3</sup>/s).

Los fangos primarios serán enviados a espesamiento mediante dos (2) bombas, una en reserva.

El agua tratada en los decantadores primarios antiguos, en tiempo de lluvia, es evacuada hacia el bombeo agrupado donde se podrá bombear al tratamiento terciario de lluvias, o incorporarlo a la línea de tratamiento general.

– **BOMBEO DE AGUA DE LLUVIAS A DECANTACIÓN LAMELAR**

Una parte del caudal excedente de lluvias, hasta 14.400 m<sup>3</sup>/h (4 m<sup>3</sup>/s) es bombeado a los decantadores lamelares que en tiempo seco funcionan como tratamiento terciario.

El pozo de bombeo se divide en dos cámaras independientes para facilitar las tareas de mantenimiento. Adoptamos un pozo de bombeo de las siguientes dimensiones:

- |                         |                                       |
|-------------------------|---------------------------------------|
| • Dimensiones en planta | 4,3 x 6,3 m                           |
| • Altura mínima de agua | 1,0 m                                 |
| • Altura máxima de agua | 4,15m                                 |
| • Volumen útil          | 85,3 m <sup>3</sup> (una sola cámara) |



retornos de desnitrificación una vez tratados.

El reparto de caudal a cada reactor biológico se realiza mediante vertedero.

Cada reactor dispone de una compuerta motorizada de entrada para aislamiento de cada línea en caso de necesidad.

El reactor biológico permite realizar eliminación de nitrógeno (nitrificación – desnitrificación), por lo que presenta una zona anóxica previa a la zona de aeración. El biológico dispone de tres (3) líneas de forma rectangular con las siguientes dimensiones:

Número de líneas	3	
<b>Zona anóxica :</b>		
Anchura unitaria	25,00	m
Longitud unitaria	23,20	m
Profundidad útil	5,75	m
Volumen útil unitario	3.335	m <sup>3</sup>
<b>Zona aerada :</b>		
Anchura unitaria	25,00	m

---

Longitud unitaria	129,85	m
Profundidad útil	5,75	m
Volumen útil unitario	18.666	m <sup>3</sup>
<b>Volumen total :</b>		
Volumen total de zona anóxica	10.005	m <sup>3</sup>
Porcentaje de zona anóxica	15,2	%
Volumen total de zona aerada	55.998	m <sup>3</sup>
Volumen total de reactores biológicos	66.003	m <sup>3</sup>

---

Con esta geometría de los reactores se consigue un flujo pistón que resultará muy favorable para el proceso de desnitrificación.

La conexión entre la zona de anoxia y la aerada se realiza mediante orificio sumergido y vertedero situados en el muro de separación entre ambas zonas.

La salida de cada reactor se realiza por la zona opuesta de la entrada, mediante vertedero. Los vertederos de los tres reactores comunican con un canal común para las tres líneas, que constituye la zona de desgasificación.

El licor mixto es conducido, mediante canal, hasta la arqueta de reparto a decantación secundaria.

El caudal máximo de aire previsto es de 61.300 Nm<sup>3</sup>/h, calculado para la temperatura máxima de 21°C.

Para la producción de aire, adoptamos cinco (5) soplantes de levitación magnética (una en reserva), de 15.340 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario a una presión de 0,7 bar.

Hay instalados 3.120 difusores de membrana en cada reactor biológico, lo que hace un total de 9.360 difusores.

Los difusores se distribuyen de forma decreciente a lo largo de las cubas de aeración de la siguiente manera:

- Primera zona: 2 parrillas de 624 difusores
- Segunda zona: 2 parrillas de 520 difusores
- Tercera zona: 2 parrillas de 416 difusores

También existe la posibilidad de inyectar, en los reactores biológicos, el ozono residual procedente del tratamiento terciario.

Para garantizar la agitación, en cada zona anóxica se instala un agitador sumergible de 10 kW de potencia, lo que supone una potencia de agitación específica de 3 w/m<sup>3</sup>. Como complemento a la agitación que proporciona el aire, en cada zona óxica se prevén tres agitadores sumergibles de 7,5 kW de potencia, lo que resulta en una potencia específica de agitación de 1,2 w/m<sup>3</sup>.

Debido a la diferencia de profundidades entre los reactores biológicos y los decantadores secundarios existe el riesgo de que se produzca una desgasificación en los decantadores

secundarios, con la consiguiente reducción de rendimiento.

Para evitar este problema, el canal de salida de los reactores biológicos funciona como zona de desgasificación. Esta zona de desgasificación incluye una agitación mediante difusores vibratorios para eliminar las burbujas de aire contenidas en el licor mixto, que pueden afectar negativamente al rendimiento de los clarificadores secundarios.

El aporte de aire se realiza mediante dos (2) soplantes, una en reserva, de 3.400 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 0,4 mCA. Estas soplantes están instaladas en la sala de soplantes del reactor biológico.

En la sala de soplantes, se instala un puente grúa de 5.000 kg para manutención de dichos equipos en caso de necesidad. Así mismo, para garantizar la correcta disipación de calor de las soplantes, se instalan 4 extractores de aire de 37.000 Nm<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria.

#### – TRATAMIENTO SECUNDARIO

Para el reparto del licor mixto a los decantadores secundarios, existe una obra con 6 vertederos de reparto: 4 vertederos para los decantadores actuales y dos vertederos tapiados para los decantadores futuros.

La obra de reparto a decantación secundaria, está equipada con compuertas motorizadas que permiten aislar cada decantador secundario.

#### • Decantación secundaria. (4 Unidades).

Existen cuatro (4) decantadores secundarios circulares de succión, tipo SD (succión diametral) de Degremont, de las siguientes características:

•	Número de unidades	4
•	Diámetro	56 m
•	Superficie unitaria	2.463 m <sup>2</sup>
•	Altura lateral hasta el vertedero	4,25 m
•	Altura media de agua	4,25 m
•	Volumen útil unitario	10.591 m <sup>3</sup>
•	Longitud unitaria de vertedero	160 m.l.

Cada decantador secundario va equipado con una rasqueta superficial de extracción de flotantes, que arrastra éstos hacia una tolva de recogida.

Los flotantes extraídos de cada decantador secundario se recogen en un pozo anexo al

mismo, y, desde allí, se bombean hacia la flotación de fangos biológicos. Para el bombeo de flotantes, adoptamos cuatro (4) bombas sumergibles (dos por cada dos decantadores) de 5 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario.

La salida del agua decantada se realiza mediante vertedero perimetral provisto de chapa metálica de nivelación y chapa sifoidea para evitar que salgan los flotantes con el agua tratada.

El fango extraído de los decantadores se envía a la obra de recirculación y purga de fangos mediante una conducción cerrada, situada bajo el canal de licor mixto.

#### – **RECIRCULACIÓN EXTERNA DE FANGOS**

##### • **Bombas recirculación fangos. (4 Unidades).**

Para la recirculación de fangos, se instalan cuatro bombas centrifugas horizontales, una en reserva, de 2.450 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, dotadas de variador de frecuencia para poder adaptarse a las distintas situaciones de operación.

Cada reactor biológico tendrá asociado una bomba recirculación de fangos y un medidor electromagnético de caudal, DN-700, de fangos recirculados.

La conducción de llegada a la entrada del reactor es independiente para la recirculación externa de fangos y la interna de licor mixto. Hemos adoptado una tubería de 700 mm de diámetro para cada línea.

Las bombas de recirculación de fangos se ubican junto con las bombas de purga de fangos en exceso, en la arqueta anexa a los reactores biológicos, dentro de un edificio.

#### – **RECIRCULACIÓN INTERNA DE LICOR MIXTO**

##### • **Bombas recirculación interna. (4 Unidades).**

El porcentaje total de recirculación (recirculación externa de fangos + recirculación interna de licor mixto) debe ser el necesario para llevar la cantidad de nitratos a desnitrificar hasta la entrada de la zona anoxia.

Para la recirculación de licor mixto, existen tres (4) bombas sumergibles de 2.100 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario (1 de reserva), lo que supone un porcentaje de recirculación de licor mixto superior al 100%, dotadas de variador de frecuencia para poder adaptarse a las distintas situaciones de operación.

Cada una de las bombas, situadas en la zona aerada de cada reactor, impulsa el licor mixto

recirculado a través de una tubería de DN 700, provista de medidor electromagnético de caudal.

La tubería de llegada de licor mixto a la entrada de cada reactor biológico (DN-700) es independiente para las recirculaciones de fangos y de licor mixto.

– **PRODUCCIÓN DE FANGOS BIOLÓGICOS EN EXCESO**

• **Bombas fangos en exceso. (3 Unidades).**

La cantidad de fangos en exceso a purgar del reactor biológico es la diferencia entre la producción de fangos biológicos en el reactor y los S.S. que salen con el agua depurada. Para el bombeo de fangos en exceso, hay tres (3) bombas centrífugas horizontales de 125 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a una altura máxima de 20 m.C.A., que envían los fangos purgados del tratamiento biológico al espesamiento de fangos por flotación.

En la tubería general de fangos en exceso, DN-300, existe un medidor electromagnético de caudal.

– **TRATAMIENTO TERCIARIO. REUTILIZACIÓN Y DE TORMENTAS.**

El funcionamiento de esta unidad es dual, en invierno funcionará como instalación de reserva para afrontar puntas de caudal por lluvias torrenciales mientras que en verano, se empleará como tratamiento terciario en orden a mejorar la calidad del vertido.

Se diseña un tratamiento terciario para la totalidad del caudal tratado tanto en la línea de VILLALONQUÉJAR como en la del Colector General.

Se encuentra operativa al 100% la unidad de filtración y desinfección para agua de reutilización.

La línea de tratamiento prevista para el tratamiento terciario incluye:

• **Bombeo de agua depurada a tratamiento terciario línea Villalonguejar**

El agua depurada procedente de la línea de VILLALONQUÉJAR, es conducida al pozo de bombeo de agua tratada al nuevo tratamiento terciario, mediante una tubería DN-600.

Para el bombeo de agua depurada de VILLALONQUÉJAR al tratamiento terciario, hay tres (3) bombas sumergibles, una en reserva, de 500 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, a una altura máxima de diseño de 9,5 m CA.

• **Bombeo de agua depurada a tratamiento terciario línea Colector General**

El agua tratada a la salida de los decantadores secundarios puede enviarse al bombeo de agua depurada a tratamiento terciario o directamente al vertido.

Para ello, el pozo de bombeo incluye compuerta motorizada de entrada, compuerta

motorizada de by-pass y aliviadero de emergencia.

Para el bombeo de agua depurada del colector general al tratamiento terciario existen cinco (5) bombas sumergibles, una en reserva, de 2.875 m<sup>3</sup>/h a una altura máxima de 5 mCA. Las bombas van dotadas de variadores de frecuencia para poder adaptarse a las distintas situaciones de operación.

El pozo de bombeo adoptado tiene las siguientes dimensiones:

- Dimensiones en planta : 12 x 9,3 m
- Altura mínima de agua : 1 m
- Altura máxima de agua : 4,11 m
- Volumen útil : 347,1 m<sup>3</sup>

Con estas dimensiones, el tiempo resultante entre arranques es 28,97 min.

El pozo de bombeo incluye transmisor de nivel para control de bombas e interruptores de nivel para protección de las mismas.

#### – **DECANTACIÓN LAMELAR**

El agua bombeada al tratamiento terciario, llega a la arqueta de reparto a decantación lamelar.

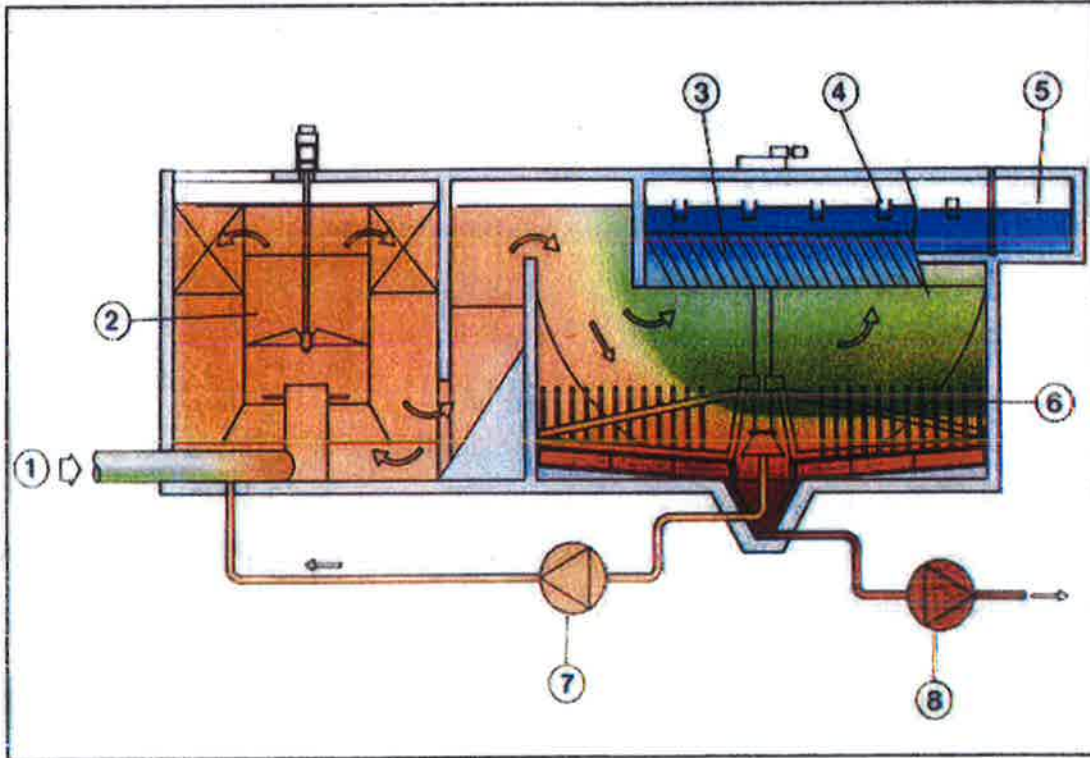
Mediante un juego de compuertas existe la posibilidad de entrar a la cámara de reparto a decantadores o pasar directamente a la obra de entrada a ozonización (by-pass de decantación lamelar).

La entrada a las primeras cámaras de los decantadores se realiza por tubería en la que se controla el caudal de entrada a cada decantador mediante válvula motorizada gobernada por su correspondiente caudalímetro electromagnético.

La instalación está dotada también de un bypass de la decantación lamelar conduciendo el agua depurada directamente al tratamiento de ozonización.

El proceso de decantación se lleva a cabo en decantadores lamelar DENSADEG®, patente de Degremont, que incluyen en el mismo equipo las etapas de floculación, decantación y espesamiento de los fangos producidos.

El DENSADEG® es un decantador con recirculación externa de fangos, que utiliza el principio de decantación lamelar. Es un decantador rápido, compacto y poco sensible a las variaciones de caudal y contaminación.



**Figura nº 1 – Esquema de funcionamiento del Densadeg**

1.- Entrada de agua  
3.- Lamelas  
5.- Canal de agua decantada  
7.- Bombas de recirculación

2.- Cámara de floculación  
4.- Vertederos de recogida de agua decantada  
6.- Rasquetas de espesamiento  
8.- Extracción de fangos

El Densadeg, fundamentalmente, está constituido por tres cuerpos:

**REACTOR.-** Compuesto de dos cámaras sucesivas. La primera realiza la floculación rápida, facilitada por agitación, mediante una turbina con hélice radial que genera un caudal de recirculación interno propio del reactor. En esta zona es donde se realiza la dosificación de polielectrólito. La segunda cámara permite la floculación lenta en flujo pistón. Con todo ello, se consigue la formación de un flóculo a partir del coágulo formado en las cámaras de mezcla, de características físicas óptimas para su posterior separación por decantación.

Los fangos procedentes del decantador–espesador son recirculados exteriormente hasta la

base de la turbina, situada en la cámara de floculación rápida, para mantener un flujo másico homogéneo en la entrada del decantador.

La concepción de este reactor permite altas velocidades ascensionales en la zona de decantación lamelar, con adición de reactivos y una importante densificación de flóculo.

**PREDECANTADOR.-** Este elemento asegura la decantación y el espesamiento de la mayor parte del flóculo formado. Está equipado con una rasqueta de espesamiento y un rascador de fondo. Los fangos espesados son extraídos de la fosa cónica situada en la parte inferior. Una parte de estos fangos son recirculados hasta la tubería de llegada de agua bruta, lo que permite asegurar una concentración de fangos óptima en el reactor. Los fangos extraídos son lo suficientemente espesos como para ser enviados a deshidratación sin necesidad de un espesamiento posterior.

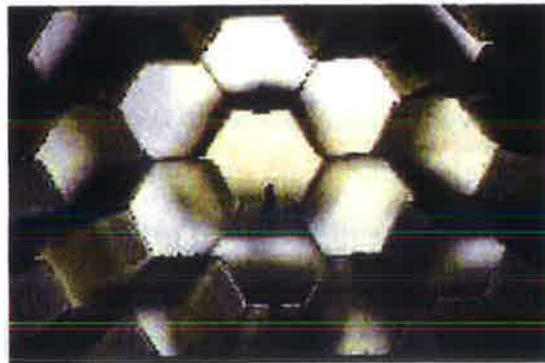
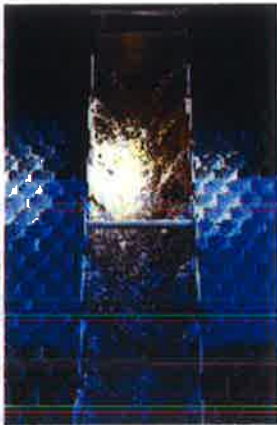
**DECANTACIÓN LAMELAR.-** Esta cámara de decantación, equipada de módulos lamelares con sección hexagonal, asegura la sedimentación del flóculo residual. Se ha previsto utilizar módulos lamelares tipo DH80 – L1500 de malla hexagonal, construidos en poliestireno negro, con un ángulo de inclinación de las lamelas de 60°. El agua decantada es recogida por un conjunto de vertederos y canales transversales que desembocan en un canal central de recogida de agua decantada.

La concentración de los fangos espesados se efectúa por arrastre, mediante rasquetas.

Una parte de los fangos son recirculados a cabeza del reactor para mantener una concentración homogénea de fangos dentro del sistema.

El excedente de fangos se bombea hacia el tratamiento de fangos.

Como se trata de fangos ya espesados y con muy bajo porcentaje de materia volátil (en torno al 25%) los fangos terciarios se pueden enviar directamente a deshidratación.



**Foto 1:** (1) Recogida de agua tratada - (2) Módulos lamelares

Ya que el decantador DENSADEG® realiza también la función de espesamiento, el lecho de fangos se controla por una sonda de detección de interfase y una serie de tomas de muestras. La evacuación de los fangos se asegura mediante un sistema de rasquetas y la previsión de pendientes suficientes en las zonas no rascadas.

• **Decantación lamelar (3 unidades)**

La instalación para la nueva EDAR de Burgos incluye tres (3) decantadores lamelares contruidos en hormigón y de una superficie lamelar unitaria de 180 m<sup>2</sup> (289 m<sup>2</sup> de superficie total), lo que supone una superficie lamelar total de 540 m<sup>2</sup> (867 m<sup>2</sup> de superficie de decantación total).

El agua decantada en la zona lamelar se recoge en 16 canales transversales por cada decantador provistos de vertederos que convergen en un canal central de salida.

A continuación, se indican las principales características de los decantadores:

•	Nº de decantadores	3
•	Tipo	lamelar
•	Modelo	DENSADEG 2D
•	Longitud total unitaria	17 m
•	Longitud lamelar unitaria	12,05 m
•	Anchura total unitaria	17 m
•	Anchura lamelar unitaria	2 x 7,5 m

- Superficie de decantación unitaria 289 m<sup>2</sup>
- Superficie lamelar unitaria 180 m<sup>2</sup>
- Calado vertical en los vertederos 7,45 m
- N° de canales de recogida de agua 16
- Longitud unitaria de vertedero 240 m

Dependiendo de las condiciones de operación (terciario o lluvias) se puede seleccionar el destino del agua decantada (vertido o resto de tratamiento terciario) mediante un juego de compuertas.

Igualmente, mediante un juego de válvulas automáticas se puede seleccionar el destino de los fangos: espesamiento (fangos de lluvias) o deshidratación (fangos terciarios)

• **Cámaras de mezcla y floculación**

Existen dos cámaras de mezcla por decantador de las siguientes dimensiones :

- N° de cámaras por decantador 2
- Longitud unitaria 2,95 m
- Anchura unitaria 3,40 m
- Profundidad útil 7,45 m
- Volumen unitario 74,7 m<sup>3</sup>
- Volumen total por decantador 149,4 m<sup>3</sup>

La normalización del decantador Densadeg incluye una cámara de floculación integrada en el propio decantador que incluye dos compartimentos (un reactor agitador y un reactor pistón) de las siguientes dimensiones:

- Dimensiones unitarias de cada reactor agitado :
  - Forma rectangular
  - Longitud unitaria 6,20 m
  - Anchura unitaria 9,60 m
  - Altura útil 7,45 m
  - Volumen útil unitario de reactor agitado 443,34 m<sup>3</sup>



Esta medida permite una extracción correcta, que evita la fermentación de fangos en el interior del decantador y permite mantener el manto de fangos a un nivel suficiente para asegurar un buen grado de espesamiento.

- **Recirculación de fangos**

Cada decantador Densadeg incluye una recirculación externa de fangos para mantener un flujo másico constante y mejorar así el rendimiento.

Los fangos sedimentados serán arrastrados por las rasquetas de espesamiento a la zona central del decantador, donde alcanzarán una concentración que podrá variarse según se permita al fango más o menos residencia y concentración en el fondo. La recirculación de fangos se purga en un punto más elevado que los fangos espesados y, por tanto, a una concentración ligeramente inferior.

Para la recirculación de fangos, hemos previsto 2 bombas por decantador (una en reserva) de 70 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario, provistas de variador de velocidad para regulación de caudal. Las bombas de reserva son comunes para la recirculación y la extracción de fangos.

- **OZONIZACION (50% del caudal)**

Se diseña una instalación de dosificación de ozono, con un tiempo de retención de 5 minutos a caudal máximo de diseño (50% del caudal de tiempo seco).

La instalación cuenta con una línea de 547 m<sup>3</sup> de volumen unitario, dividida en dos cámaras de 227 y 300 m<sup>3</sup>, respectivamente.

El sistema de producción de ozono se diseña para una dosis de diseño de 5 mg/l.

Se dispone un equipo de producción de ozono con capacidad para una producción máxima de 29 kg/h.

La producción de ozono se realiza a partir de oxígeno.

Considerando una concentración de ozono del 7% a producción máxima, resulta un consumo máximo horario de oxígeno de 414 kg/h.

Para la difusión del ozono en las cámaras, hemos previsto 83 difusores, lo que supone un caudal máximo por difusor de 4 Nm<sup>3</sup>/h.

El control del caudal de agua que entra a la cámara de ozonización se realiza mediante medidor ultrasónico de caudal en vertedero y compuerta de regulación.

El excedente de caudal se deriva hacia un canal de by-pass a través de una compuerta de regulación.

El ozono residual recogido en las cámaras puede reutilizarse en el tratamiento biológico o enviarse al destructor de ozono.

Existe un destructor térmico del ozono residual con capacidad para 344 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario.

Para la refrigeración del ozonador se requiere un caudal unitario de 31 m<sup>3</sup>/h a una temperatura de 25°C. La planta dispone de un sistema de refrigeración en circuito cerrado compuesto por intercambiador de calor y dos bombas, una en reserva de 31 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario.

– **DESINFECCIÓN ULTRAVIOLETA (50% del caudal)**

La planta dispone de un sistema de desinfección mediante rayos ultravioleta, con una potencia total instalada de 88 kW, repartidas las lámparas de la siguiente forma:

Sistema de montaje	En canal	
Número de canales	1	
Longitud de canal	7,575	mm
Ancho de canal	1.500	mm
Bancadas por canal	3	ud
Módulos por bancada	2	ud
Número de lámparas por módulo	36	ud
Número total de lámparas	216	ud
Potencia de cada lámpara	406	W
Potencia total instalada	87,70	kw
Dosis de bioensayo	32,7	mJ/cm <sup>2</sup>

El sistema de desinfección UV se diseña para el 50% del caudal de tiempo seco.

La medida de caudal se realiza mediante sistema ultrasónico en vertedero, en la salida de desinfección.

Mediante una compuerta reguladora, se evacúa hacia el by-pass el excedente de caudal.

– **BOMBEO A FILTRACIÓN**

Para el bombeo de agua tratada, procedente del tratamiento terciario, al sistema de filtración, existen tres (3) bombas sumergibles, una en reserva, de 300 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a una presión de 30 m.c.A.

La medida de caudal se realiza en la tubería de entrada a cada batería de filtros de anillas.

– **FILTROS DE ANILLAS**

Se dispone una instalación de filtración para un caudal de 600 m<sup>3</sup>/h. Los filtros son de anillas y se disponen en dos módulos,

– **DEPÓSITO DE AGUA TRATADA**

El agua tratada se almacena en un depósito de 1.600 m<sup>3</sup> dotado de una recirculación mediante dos bombas, una en reserva, de 320 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario. De este depósito aspiran los diferentes grupos de presión que dan servicio a la planta y que se describen en puntos posteriores.

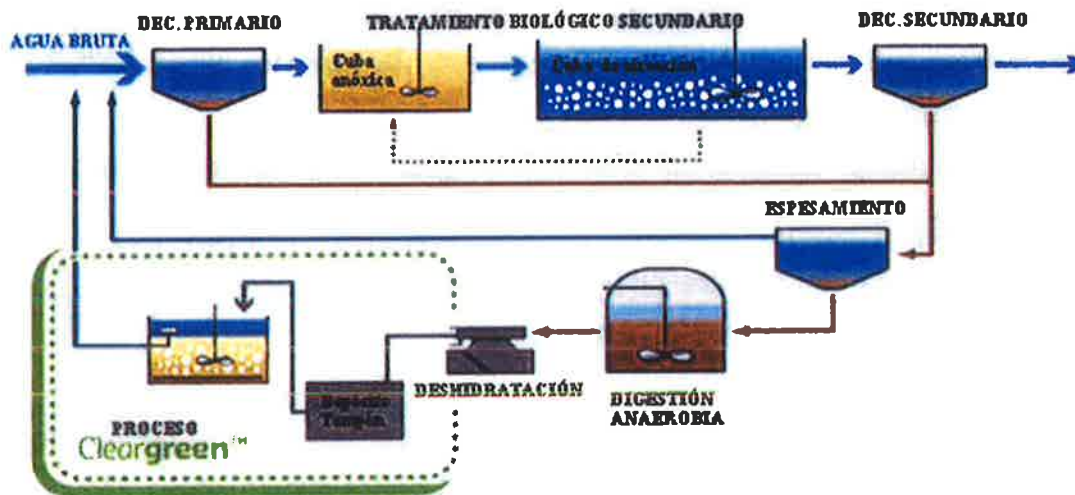
En la recirculación se realiza una dosificación de hipoclorito sódico

– **TRATAMIENTO DE SOBRENADANTES Y RETORNOS.**

Para reducir la carga contaminante que retorna a la entrada de planta, desde el tratamiento de fangos, hemos previsto un tratamiento de los sobrenadantes que vienen de las centrifugas (son los más contaminados).

El Cleargreen® es un proceso destinado al tratamiento del nitrógeno concentrado procedente de la deshidratación de fangos digeridos.

Se muestra a continuación el lugar que ocupa en la línea de tratamiento. La digestión



anaerobia de la biomasa es una solución energéticamente interesante ya que convierte la materia carbonada en metano, gas de gran poder calorífico.

La fracción nitrogenada se libera en forma de amonio en la fase líquida, concentrándose y, alcanzando habitualmente valores de 600 a 800 mg/l.

El retorno a cabeza de esta carga de nitrógeno (que puede representar más del 10% de la carga del agua bruta) penaliza el dimensionamiento de los reactores biológicos, sobre todo cuando se desea alcanzar rendimientos importantes en la eliminación de nitrógeno, como es el caso de la E.D.A.R. de Burgos.

El Cleargreen® es un SBR (Sequencing Batch Reactor) que permite en dos etapas un tratamiento completo y económico del nitrógeno.

En un primer estadio, gracias a la nitrificación parcial, el nitrógeno es oxidado a nitrito. En un segundo estadio, por reacción de desamonificación, el amonio y los nitritos se convierten en nitrógeno gaseoso.

Este proceso permite una economía del 60% de las necesidades de aire y no necesita aporte de carbono externo.

La instalación incluye un depósito tampón de 1.200 m<sup>3</sup> de capacidad, equipado con un agitador sumergible de 7,5 kW de potencia unitaria, con capacidad para recoger los sobrenadantes de 1 día de trabajo.

El caudal a tratar es impulsado al reactor mediante tres (3) bombas sumergibles, una en reserva, de 670 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a 8 m.c.a. dotadas de variador de frecuencia.

El funcionamiento de las bombas se regula mediante nivel en el depósito para lo que se instala un medidor de nivel por ultrasonidos así como indicadores de nivel para protección de las bombas.

Cada bomba impulsa el caudal a un reactor que presenta un volumen unitario de 1.250 m<sup>3</sup> y reciben un aporte de aire mediante tres (3) soplantes de 5.300 Nm<sup>3</sup>/h de caudal unitario, equipadas con variador de frecuencia. La difusión de aire se realiza mediante 3.200 difusores distribuidos en diez (10) parrillas de 320 difusores del tipo VIBRAIR GM. (5 parrillas en cada reactor)

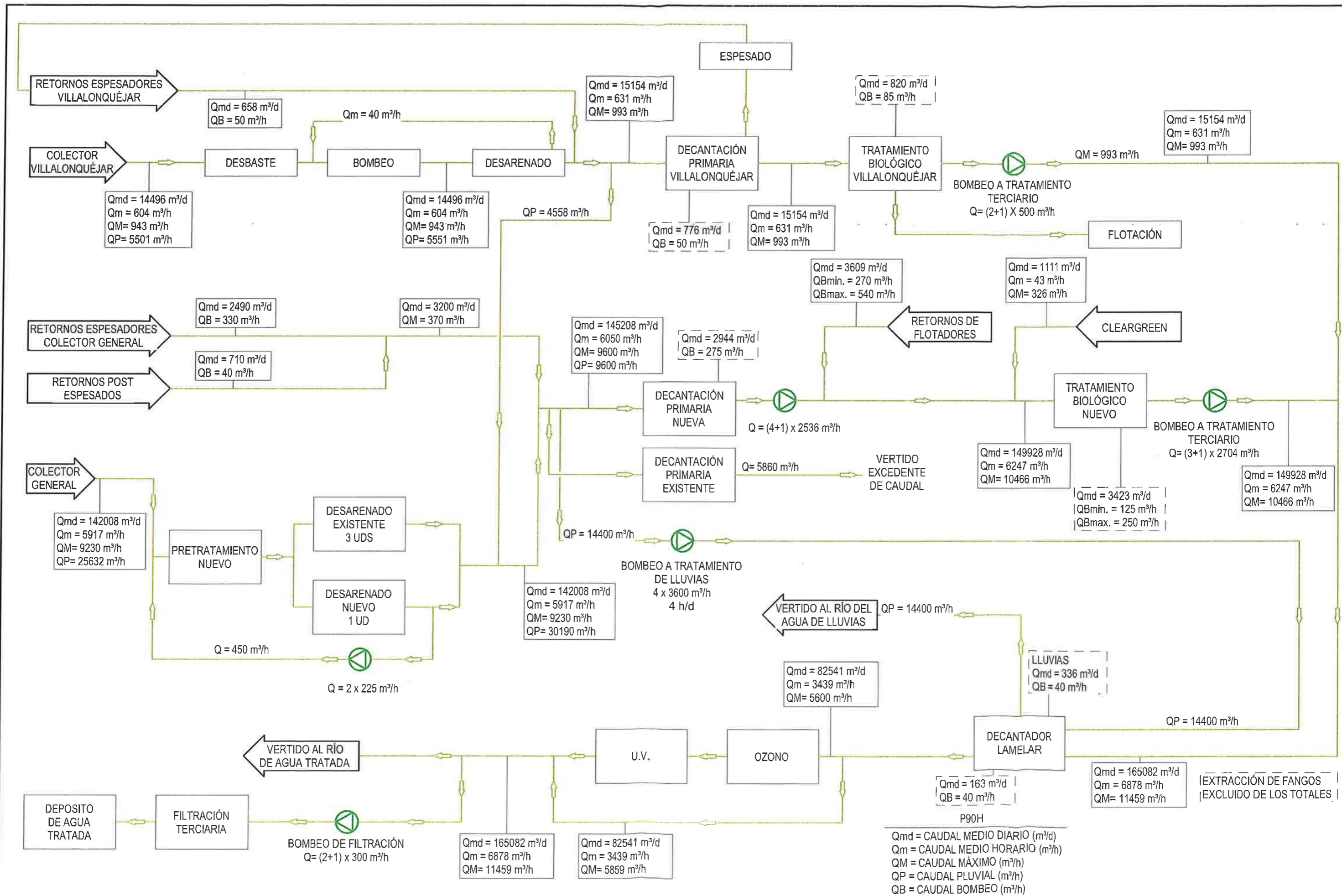
El proceso impone trabajar de manera secuencial, de forma que se produzcan varios ciclos al día, cada uno de ellos con fase de alimentación-aeración-anoxia-reaeración- decantación- vaciado y extracción de fangos.

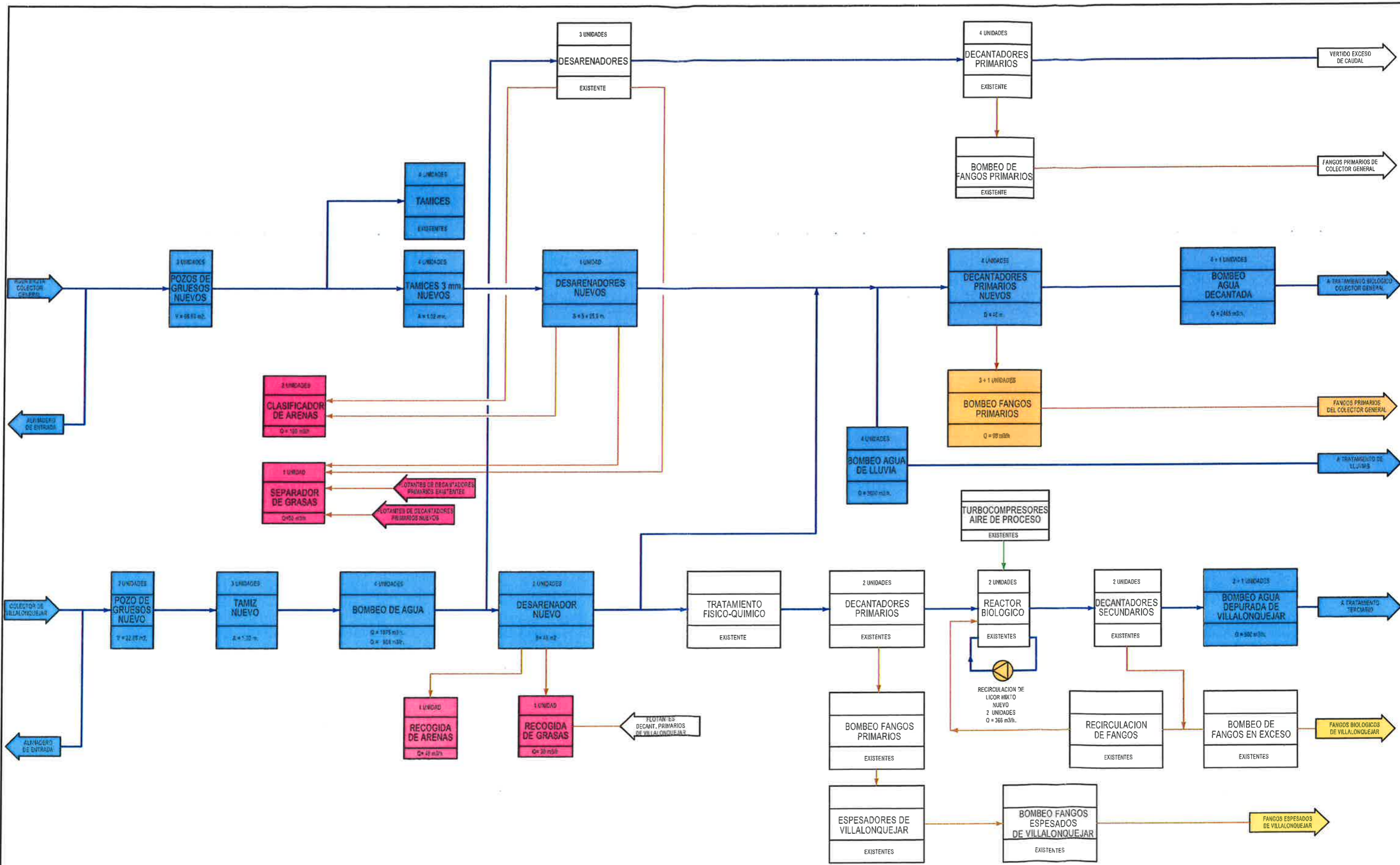
La decantación se realiza mediante una toma de recogida de agua decantada tipo CYCLAR®, volviendo los retornos tratados a la obra de entrada a tratamiento biológico mediante una tubería de DN 250, en el que se instala un medidor de caudal electromagnético para medida del caudal de retornos.

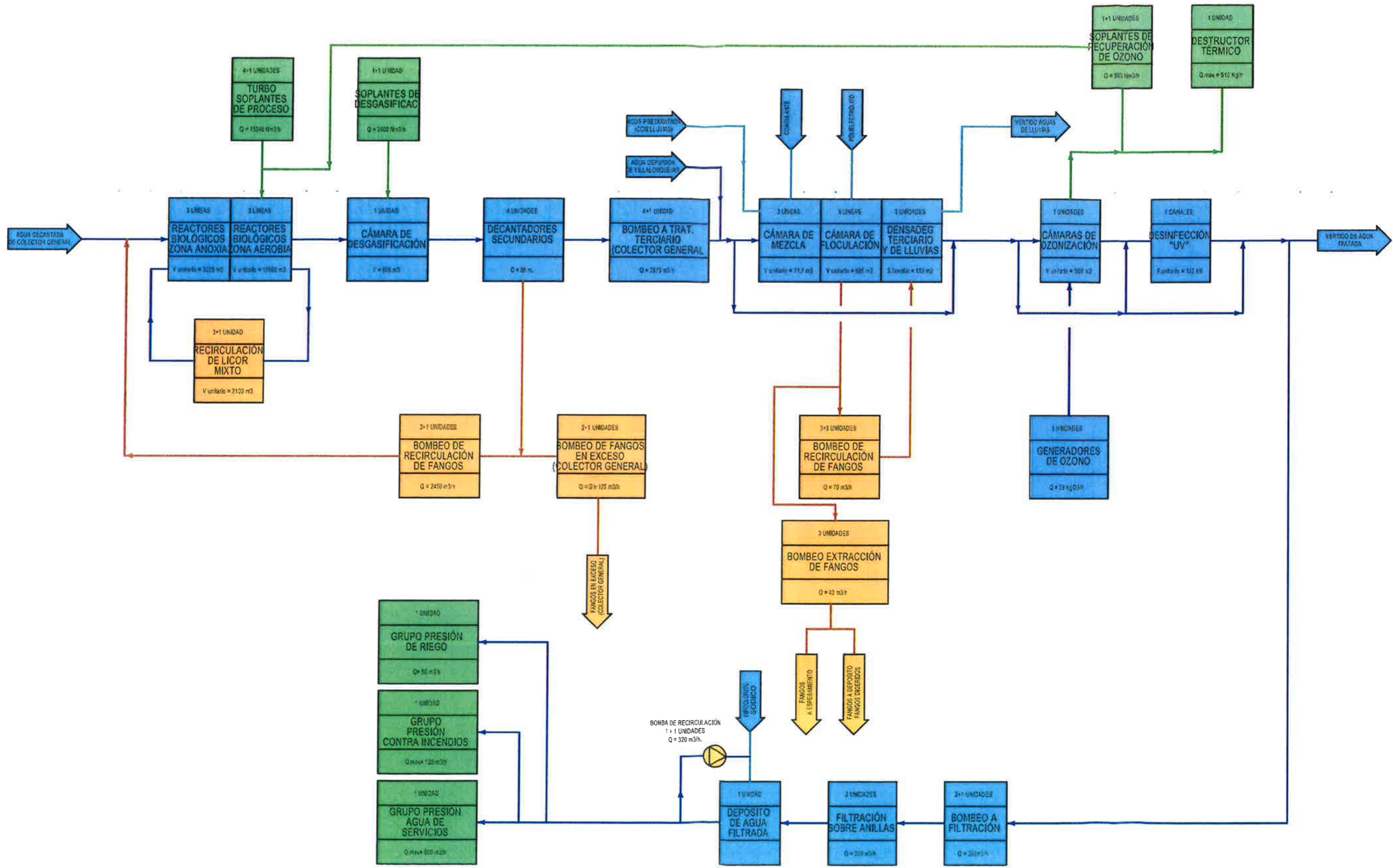
Los fangos biológicos se extraen a una concentración de 15 g/l mediante una bomba de 35 m<sup>3</sup>/h en cada reactor, que los impulsa al proceso de flotación.

El sistema se dimensiona para trabajar 5 días/semana, igual que las centrifugas.

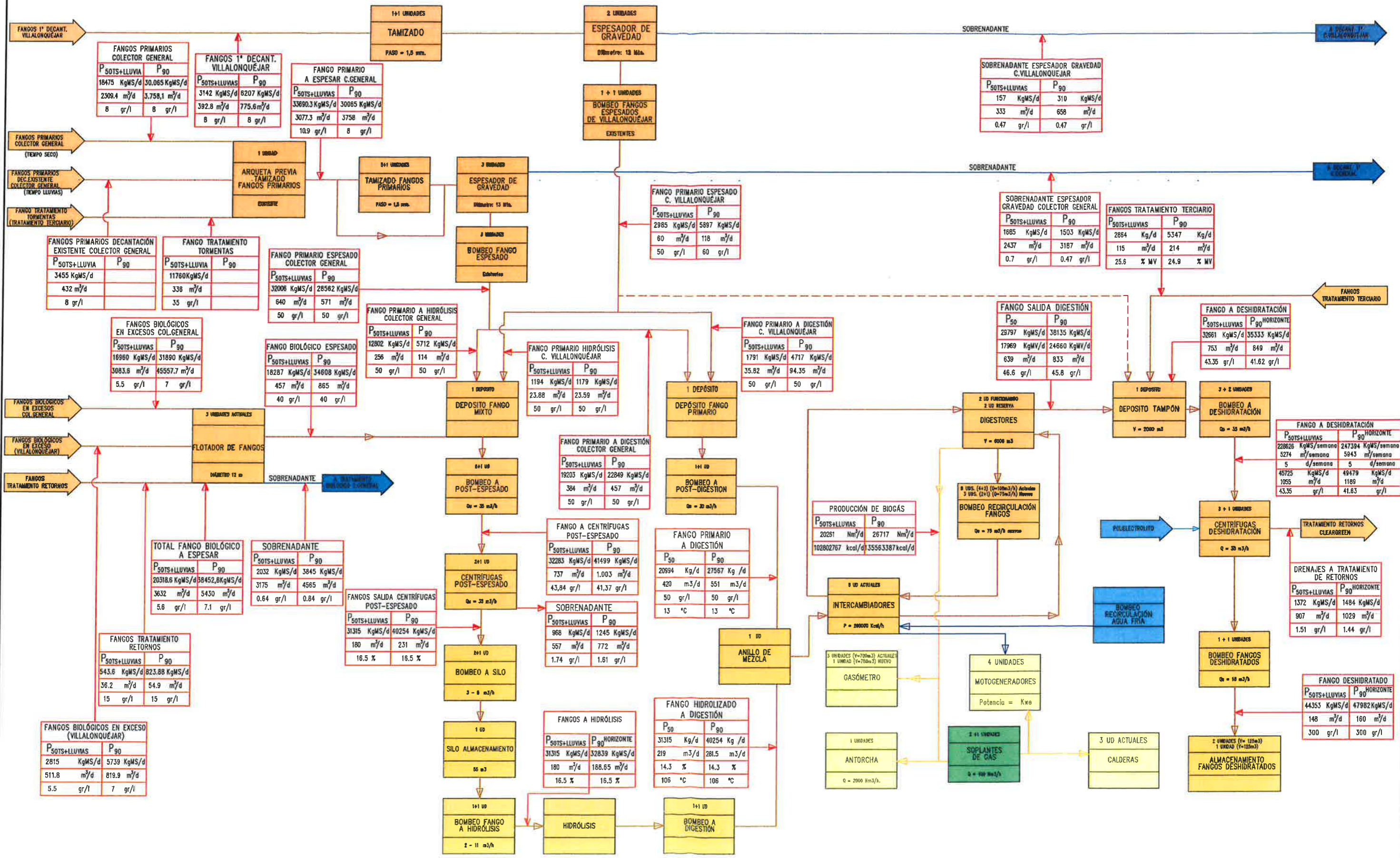




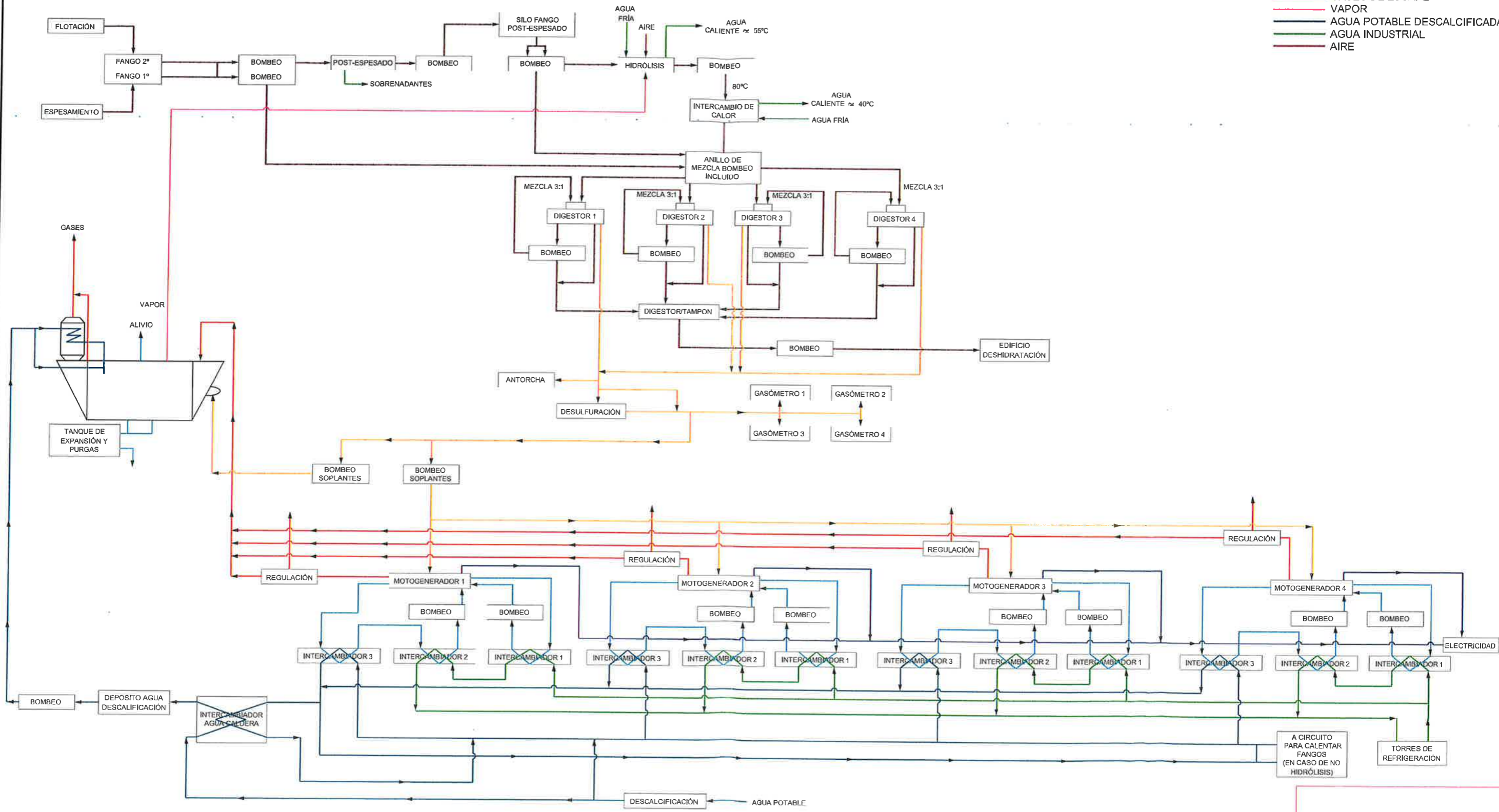


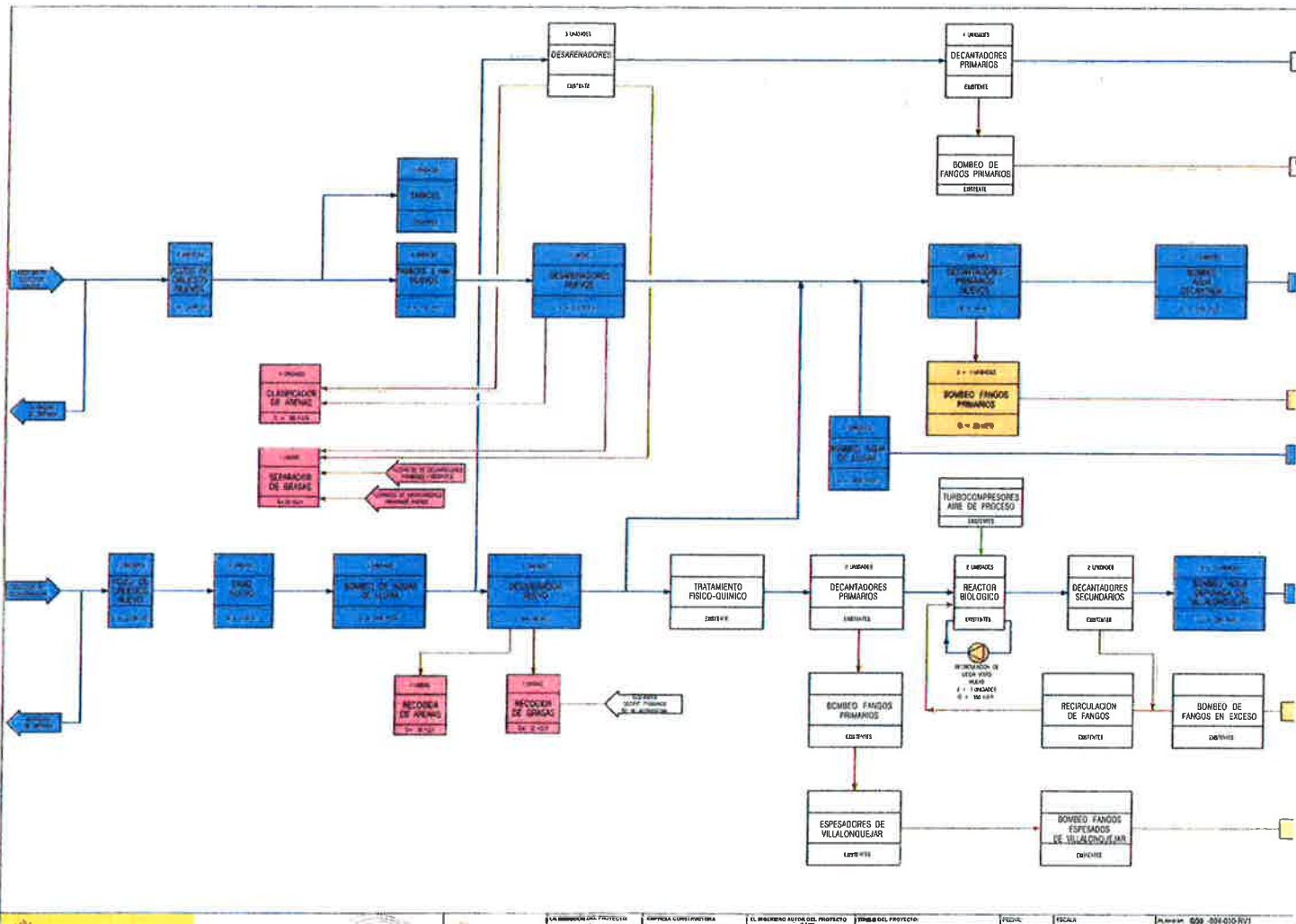


P50 TS + LLUVIA: SITUACIÓN HORIZONTE  
P90 TS: SITUACIÓN FUTURA



- FANGO
- BIOGÁS
- GASES DE ESCAPE
- VAPOR
- AGUA POTABLE DESCALCIFICADA
- AGUA INDUSTRIAL
- AIRE





### 3.2.3. Línea de fangos

#### – **TAMIZADO DE FANGOS PRIMARIOS**

El tamizado de fango primario de la línea del Colector General, que consta de 3 unidades con una capacidad aproximada de 100 m<sup>3</sup>/h, y de 3 unidades de 75 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria, una de las cuales permanecerá en reserva.

de la planta.

En la línea del colector de Villalonquéjar, se dispone de 2 rototamices.

Los residuos separados en los nuevos rototamices serán recogidos mediante un tornillo transportador que los conducirá hasta una prensa ubicada en el propio edificio, para posteriormente ser almacenados en un contenedor para su retirada periódica.

#### – **ESPESAMIENTO DE FANGOS PRIMARIOS**

El espesamiento del fango primario de la línea de Villalonquéjar se llevará a cabo en los espesadores de gravedad existentes en dicha línea (2 unidades de 12 metros de diámetro y 439 m<sup>3</sup> de volumen)

En el caso de la línea del Colector General, se llevará a cabo en los actuales espesadores de gravedad de la línea de espesado (3 unidades).

Los fangos espesados en ambas líneas serán impulsados hacia la actual cámara de mezcla de fangos mixtos mediante las instalaciones de bombeo actuales, no siendo necesaria la ampliación de dichas instalaciones en la situación horizonte.

En la instalación del pretratamiento de fangos mediante hidrólisis térmica, no se trata la totalidad del fango primario espesado, sino un porcentaje que varía en función del escenario. Para regular el caudal de fango primario a impulsar al pretratamiento de fango, se instalará en los colectores existentes de impulsión de fango primario espesado hacia la arqueta de fangos mixtos, un caudalímetro y una válvula actuada, para repartir el fango a tratar en el pretratamiento de fangos y el que se impulsa directamente a digestión.

#### – **ESPESAMIENTO DE FANGOS BIOLÓGICOS EN EXCESO**

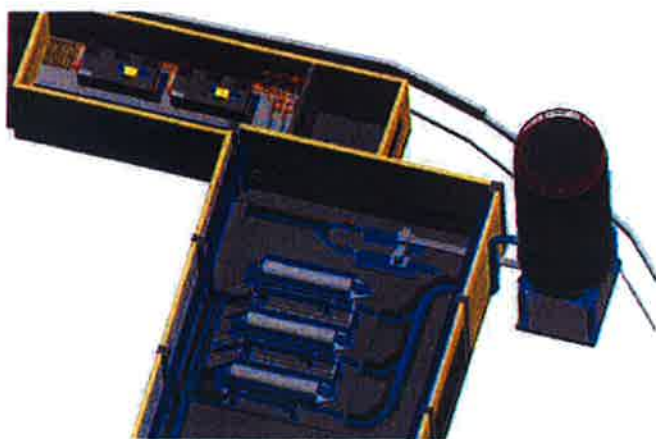
Los fangos biológicos en exceso procedentes de los reactores biológicos de las líneas del Colector General y de Villalonquéjar se concentran en tres espesadores de flotación de 12 metros de diámetro y 351 m<sup>3</sup> de volumen.

– **ARQUETA DE HOMOGENIZACIÓN Y MEZCLA DE FANGO MIXTO A PRETRATAMIENTO DE FANGOS. BOMBEO A POST-ESPESADO**

Reformada con dos alternativas de salida a impulsión de digestión anaerobia o a postespesado de fangos previo a Hidrólisis térmica.

– **POST ESPESADO DE FANGOS MIXTOS**

Se ubica en el antiguo edificio de deshidratación, que alberga las centrifugas de post-espesado, así como todos los elementos auxiliares. El edificio de está provisto de un sistema de desodorización para tratar el aire viciado en las instalaciones.



• **Centrifugas Post-Espesado**

Las centrifugas instaladas para el post-espesado son de las mismas características que las instaladas para la deshidratación de fangos.

Dicho proceso de post-espesado se realizará por medios mecánicos, mediante tres centrifugas, una de ellas de reserva, con capacidad unitaria de 35 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

• **Acondicionamiento del fango a post-espesar: dosificación polielectrolito**

Para el acondicionamiento del fango a post-espesar, se dosificará una solución de polielectrolito, que se inyecta en línea a través de un mezclador del floculante. Para dicha dosificación se dispondrá dos equipos de preparación automática de polielectrolito de 3.000 litros de capacidad y de tres bombas (de tornillo helicoidal de caudal regulable por variador de frecuencia y una capacidad máxima de 2.600 litros/hora.

- **Depósito de Fangos Post-Espesado**

En la parte inferior de las centrífugas existe un tornillo helicoidal que traslada el fango hasta dos bombas de tornillo helicoidal, que impulsarán el fango post-espesado hacia un silo de almacenamiento de fangos post-espesados.

Dicho silo, se encuentra ubicado anexo al nuevo edificio de post-espesado, dispone de una capacidad de 85m<sup>3</sup>, lo que permite garantizar una permanencia entre 6 y 8 horas.

La salida del fango almacenado del silo se realiza mediante un tornillo bidireccional que descarga sobre las bombas de impulsión hacia la hidrólisis térmica. La impulsión del fango post-espesado al primer depósito de la hidrólisis térmica, denominado Pulper, se realiza mediante 2 bombas de tornillo helicoidal (una de ellas en reserva) especial para fango deshidratado, de un caudal unitario de 2- 11 m<sup>3</sup>/h. Dichas bombas se encuentran instaladas dentro del nuevo edificio de post-espesado. El bombeo de fangos a la hidrólisis térmica se realiza de manera continua regulando el caudal mediante variador de frecuencia

– **HIDRÓLISIS**

El pretratamiento se efectúa mediante una hidrólisis térmica, que en el caso de tratar el 100% de los fangos permitirá su clasificación para uso agrícola, adicionalmente se podrá obtener una sequedad superior al 30% a la salida de la deshidratación con el diseño actual concebido. Instalación que a su vez conlleva la obtención de un fango termohidrolizado a una temperatura

superior a la requerida en digestión anaerobia, y que debe enfriarse hasta los 38-40°C antes de ser impulsado a digestión. Circunstancia por tanto que comporta la supresión de los requerimientos de calentamiento de la digestión.



Tras el post-espesado o predeshidratación, primeramente los lodos son enviados a un primer depósito denominado Pulper en donde son calentados mediante la recirculación y utilización de vapor flash del propio proceso de hidrólisis térmica. Los lodos son de esta forma calentados a temperaturas superiores a 100°C. El Pulper se encuentra a presión atmosférica.

Los lodos entran a la THP (termohidrólisis) a la concentración óptima energética y mecánica. Se intenta entrar con la menor cantidad de agua intersticial en la THP para no tener que consumir ineficientemente vapor en el calentamiento en reactores de esa agua contenida. Sin embargo, la sequedad de pre-deshidratación de diseño (16.5%) no puede ser más elevada de la elegida por motivos mecánicos.

A continuación los lodos pasan a una segunda etapa denominada de reacción en donde se les aplica vapor saturado directo a 6-7 bar para hacerlos "hervir" y mantenerlos a una temperatura de 165°C aproximadamente durante unos 20 minutos como mínimo. Posteriormente se despresuriza rápidamente el reactor pasando de 6-

7 bar a aproximadamente 0 bar al tercer depósito denominado "Flash Tank". Comunicando el "Flash Tank" con el "Pulper", se aprovecha el vapor flash para calentar el nuevo lodo entrante. Pasando al "Flash Tank" los lodos pierden rápidamente presión y temperatura (hasta unos 100-106°C), cediendo la energía diferencial al "Pulper" por medio del vapor flash. Este efecto denominado "steam explosión" es único entre los sistemas de hidrólisis térmica del mercado, y da un efecto adicional al ya conseguido con la temperatura del reactor, con destrucción de células y fibras. Esto mejora la biodegradabilidad y baja la viscosidad, y permite operar digestores con 12 días de retención manteniendo un alto "ratio" de destrucción de volátiles.

La "explosión del vapor" desintegra la estructura celular y la materia orgánica y la alta temperatura disuelve (desnaturaliza) los polímeros celulares existentes (sustancias exopoliméricas - EPS), de formulación proteica, en un sustrato fácilmente digerible mediante digestión anaerobia.

Es justamente este efecto el que favorece y optimiza la deshidratación posterior final del fango permitiendo una ganancia tal, que mediante deshidrataciones convencionales por centrifugación, se alcanzan los valores garantizados de 30%.

El proceso de hidrólisis térmica Cambi recibe de forma continua lodos, pero trabaja **en** forma discontinua "batch", al ir introduciendo de forma correlativa el lodo en cada uno de los depósitos reactores que lo componen. También suministra continuamente lodos tratados a la digestión. Es un sistema modular que permite la ampliación de su tratamiento en función de las necesidades de tratamiento futuras.

Las claves del proceso de hidrólisis térmica son la alimentación a altas concentraciones de materia seca con lo que se optimiza el consumo de vapor. La inyección directa del vapor vivo y el aprovechamiento del vapor flash evitan la utilización de intercambiadores y su mantenimiento asociado.

El aprovechamiento del vapor en el Pulper reduce el salto térmico necesario final como si alimentáramos los lodos a 105°C, dando adicionalmente más estabilidad a la operación y facilitando la puesta en marcha del proceso.

Todo el sistema de hidrólisis térmica es cerrado, sin fuga de olores, y sin pérdidas de energía al operar en ciclo cerrado. Los gases de proceso que se producen en el proceso de hidrólisis térmica (mercaptanos, H<sub>2</sub>S, etc.) se condensan y se descomponen biológicamente en los digestores, y se evitan molestias debidas a malos olores.

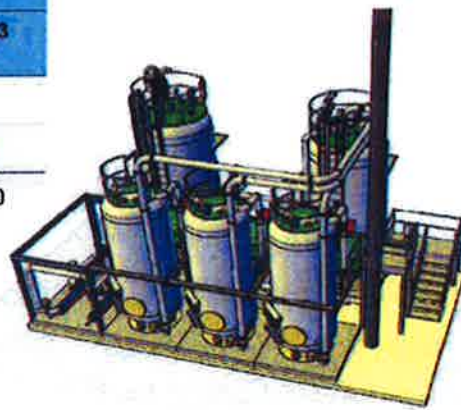
El depósito Pulper que se encuentra a una presión muy cercana a la atmosférica, se conecta por la parte superior con una tubería que va a los digestores de planta. En el caso de la EDAR de Burgos, como los digestores se encuentran cercanos al depósito Pulper, la tubería sigue una pendiente ascendente constante, y sin ningún punto inferior (para evitar bolsas de gas). Manteniendo esa pendiente constante se conecta a los digestores por encima del nivel normal de líquido. Todo el circuito es estanco, y sin fugas, ni olores. La tubería de conexión ha de tener pendiente para asegurarse que todos los condensados retornan al Pulper. Por este motivo no es necesario un sistema de agua de refrigeración (Foul Gas Skid) para condensar el gas que sale del Pulper, con lo que no se producen retornos de condensados a cabecera. La hidrólisis térmica de una parte de los lodos primarios, asegura que la temperatura de la mezcla del lodo secundario hidrolizado y el lodo primario espesado, se encuentre siempre por encima de la temperatura requerida para la digestión 38-40°C,

no precisando calentamiento. De esta forma en cualquier circunstancia se requerirá enfriamiento de los lodos antes de introducirlos en los digestores.

El equipo de hidrólisis térmica es el B6 MK II con dos reactores para cubrir las necesidades de producción de fangos. El B6 es el sistema de hidrólisis térmica de Cambi que utiliza un reactor de 6 m<sup>3</sup> de capacidad. Este sistema en su última evolución también modular permite su ampliación hasta 4 reactores.

### CAMBI COMPACT THP - B6, MARK II

MarkII Capacidad anual promedio* (Alimentación@16.6% MS)		
Métrica t MS / año	B6-2	B6-3
6600 – 12800	x	
12800 – 19200		x
Max Ton MS/día	<b>42,0</b>	63,0



El sistema de hidrólisis térmica con el reactor B6 es modular, permitiendo hasta 3 reactores en su configuración estándar y 4 en la configuración extendida. En el caso de Burgos se trata de un B6 con dos reactores, pero con los espacios y la instalación preparada para poder montar dos reactores más en el futuro si las necesidades de tratamiento así lo requieren.

El conjunto de la hidrólisis térmica propiamente dicha se compone de un primer depósito denominado Pulper, un depósito final denominado Flash Tank, y los depósitos denominados reactores, en donde se efectúa la inyección del vapor, y el proceso propio de hidrólisis térmica del lodo. El lodo a la salida del Pulper, en donde es precalentado a temperaturas cercanas a los 100°C, es bombeado de forma secuencial (batch) a cada uno de los reactores que componen el sistema de hidrólisis térmica. Completa la hidrólisis térmica el sistema de enfriamiento de los gases que

salen del Pulper y que son enviados a los digestores de forma completamente estanca y con ausencia de olores.

El conjunto de depósitos, y tuberías de conexión va completamente aislado mediante calorifugado y chapa de recubrimiento exterior, en ejecución "outdoor".

Completa la instalación un conjunto de plataformas y escaleras para acceso a la instrumentación y valvulería de la planta.

Los depósitos a presión están realizados en acero inoxidable, y van timbrados a 13 bares.

En el caso en que todo el lodo ( primario y secundario) es hidrolizado, el lodo que sale del Flash Tank y a una temperatura cercana a los 106°C, es diluido con agua de proceso para rebajar su temperatura y rebajar también su concentración hasta un 10% aproximadamente antes de ser bombeado hacia los digestores.

En el caso de la EDAR de Burgos, en que solamente se hidroliza la totalidad del fango secundario, y un porcentaje del fango primario, no se necesita diluir el fango hidrolizado, ya que se mezcla con el porcentaje restante del fango primario espesado antes de enviarlo a digestión. La mezcla de ambos fangos asegura una temperatura cercana a la necesaria en digestión, pero siempre superior, reduciendo las necesidades de enfriamiento que se precisarían en el caso de hidrolizar el 100% de los lodos producidos

#### – **BOMBEO FANGO HIDROLIZADO A DIGESTIÓN**

El fango de salida de la hidrólisis térmica se encuentra a una temperatura de 106°C y es impulsado hacia digestión mediante dos bombas de tornillo helicoidal (1+1), encontrándose la tubería de impulsión, desde la salida de la hidrólisis térmica, hasta la entrada a digestión, totalmente calorifugada, pasa por un intercambiador de calor para bajar la temperatura de los fangos y luego continua hasta el anillo de mezcla.

#### – **DIGESTIÓN ANAEROBIA DE FANGOS**

Una de las ventajas del sistema de pretratamiento de fangos mediante una hidrólisis térmica, es la posibilidad de reducir el volumen necesario de digestión y sus auxiliares, a la par que estabilizar el propio proceso de digestión. El tiempo de retención en los digestores anaerobios es menor a los de una digestión anaerobia, y la carga de materia volátil es superior.

Actualmente la planta de Burgos dispone de cuatro digestores primarios (3 digestores con un volumen unitario de 6.100 m<sup>3</sup> y un digestor de 6.000 m<sup>3</sup> de capacidad) y un digestor secundario de una capacidad de 3.900 m<sup>3</sup>.

De acuerdo con las características del fango a digerir, los tiempos de retención en la digestión con hidrólisis térmica pueden ser más reducidos que los valores clásicos de 20-21 días que se fijan para la digestión convencional anaerobia. Estos valores pueden reducirse hasta 14-15 días, fruto de la experiencia en las plantas en funcionamiento.

La digestión llevará asociada una serie de equipos que permiten las operaciones de alimentación, descarga, intercomunicación, enfriamiento/calentamiento, homogeneizado y vaciado. Todos los equipos auxiliares, se centralizarán en el edificio de digestión

A la entrada de la digestión anaerobia se instala un anillo de mezcla para mezclar de los fangos hidrolizados y el fango primario, en el cual se encuentran instaladas dos entradas:

- Una entrada del fango hidrolizado impulsado desde la hidrólisis térmica, a 106°C
- Una segunda entrada del fango primario espesado impulsado, que no ha sido hidrolizado, a una temperatura de diseño de 13°C.

La alimentación a los digestores anaerobios del fango hidrolizado y del fango primario espesado se realizará de manera continuada, durante las 24 h al día, de manera alterna a cada digestor, asegurando de esta forma el reparto por igual de cargas, a cada uno de los digestores en funcionamiento.

La admisión a cada uno de los cuatro digestores se encuentra independizada mediante válvulas actuadas, instalando en el colector de admisión a cada digestor un caudalímetro electromagnético.

- **Mezcla**

Los digestores son agitados mediante el actual sistema de agitación con lanzas y compresores de biogás.

- **Dosificación de cloruro férrico**

La adición de cloruro férrico en los digestores se suele realizar para reducir o eliminar el SH<sub>2</sub> en una digestión anaerobia normal.

Con la hidrólisis térmica, el pH en el interior de los digestores normalmente está sobre 7,5 – 7,8. Con este pH alcalino, el SH<sub>2</sub> es “eliminado” prácticamente del biogás producido.

En las plantas con hidrólisis térmicas, similares a las que nos ocupa, no se ha visto la necesidad de dosificar cloruro férrico, ya que los ppm de SH<sub>2</sub> detectados en análisis son bajos.

- **DESHIDRATACIÓN DE FANGOS**

Tal y como se ha comentado anteriormente, la instalación de un pretratamiento en la línea de fangos mediante hidrólisis térmica, comporta varias ventajas:

- aumento del rendimiento de la reducción de volátiles en la digestión anaerobia, con la consecuente reducción de los lodos a tratar en el sistema de deshidratación.
- mejorar el proceso de deshidratación de los lodos, obteniendo una sequedad del fango deshidratado del 30%, disminuyendo la cantidad de fango a evacuar.

En el caso de la EDAR de Burgos, al instalar el pretratamiento mediante hidrólisis térmica de fangos, la reducción de fango de salida de digestión, respecto a las producciones previstas en el proyecto de licitación, son superiores al 11%.

Esta disminución de fango digerido a deshidratar, junto el aumento de la sequedad del fango deshidratado, hace que la reducción del fango deshidratado a evacuar sea superior al 29%.

El proceso de deshidratación se realizará por medios mecánicos, mediante 4 centrifugas de 35 m<sup>3</sup>/h de capacidad una de las cuales permanecerá en reserva, lo que permitirá tratar la totalidad del fango digerido.

Para la alimentación a las actuales centrifugas, se utilizarán las 6 bombas de tornillo helicoidal de 35 m<sup>3</sup>/h de capacidad Dicho bombeo es controlado por variador de frecuencia, y se dispone en la tubería de impulsión a cada centrifuga de un medidor

de caudal electromagnético para aforo y control del caudal de fango diario impulsado a cada máquina.

Queda una configuración de 2 centrifugas alimentadas por 3 bombas de tornillo helicoidal, una de ellas en reserva.

- **Acondicionamiento del fango a deshidratar: dosificación polielectrólito**

Para el acondicionamiento del fango a deshidratar se dosifica una solución de polielectrolito, que se inyectará en línea a través de un mezclador del floculante con el agua de dilución. Para dicha dosificación se dispondrá de dos equipos de preparación automática de polielectrolito de 3.200 litros de capacidad unitaria y de siete bombas (dos de ellas en reserva) de tornillo helicoidal de caudal regulable por variador de frecuencia y una capacidad máxima de 2.500 litros/hora. Con los equipos previstos de preparación y maduración, el tiempo retención es superior a una hora. Tanto las bombas de dosificación de polielectrólito, como los equipos de preparación automática, se ubicarán en la propia sala de centrifugas del edificio de fangos.

Tanto el caudal de fango a tratar como el caudal de polielectrólito dosificado son controlados por actuación sobre el variador de frecuencia de las bombas, de acuerdo con las lecturas de caudales registradas en los medidores de caudal electromagnéticos instalados en las tuberías de impulsión de los bombeos.

- **Transporte y almacenamiento de fangos deshidratados**

El fango deshidratado hasta un 30% de materia seca es conducido mediante un tornillo transportador directamente a las bombas de tornillo helicoidal especiales para fangos deshidratados, que permitirán la impulsión del fango deshidratado a los silos de almacenamiento.

A tal fin se dispone de las dos bombas volumétricas de tornillo helicoidal (caudal nominal máximo de 18 m<sup>3</sup>/h).

Con las nuevas producciones de fango deshidratado, el almacenamiento de fangos deshidratados se realiza mediante tres silos de una capacidad de 125 m<sup>3</sup> de capacidad unitaria, proporcionando una autonomía de almacenamiento de más dos días en las condiciones más desfavorables.

### 3.2.4. Línea de gas y cogeneración.

- **Impulsión y almacenamiento de biogás.**

Con la instalación de un pretratamiento de fangos mediante hidrólisis térmica, se consigue un mayor rendimiento en destrucción de materia volátil, por lo que se aumenta la producción de biogás, y se genera más energía.

Este aumento de producción de biogás, en el caso de la EDAR de Burgos, es superior al 15%, llegando al 20% respecto a las de una digestión anaerobia convencional. Actualmente la planta la EDAR de Burgos dispone de 4 gasómetros de 780 m<sup>3</sup> de capacidad unitaria. La totalidad de biogás producido, se conduce directamente a motogeneradores, cuyos gases de escape se conducen asimismo a una caldera pirotubular para producción de vapor utilizado en el calentamiento de la termohidrólisis.

La instalación de biogás se completa con una antorcha de quemado del gas sobrante, con capacidad para dos veces el caudal medio horario de producción de gas (2.000 N m<sup>3</sup>/h).

- **Motogeneración .**

Las necesidades medias de calor del proceso de digestión se aportarán recuperando todo el calor de los motogeneradores de producción de energía. A tal efecto existe una instalación de recuperación de energía que estará compuesta por 4 motogeneradores de 598 kW de potencia eléctrica. Los equipos nuevos están en la edificación de motogeneración.

En concreto, se han adoptado 3 unidades de 598 kWe de potencia, permaneciendo la cuarta unidad en reserva.

- **Recuperación de calor y generación de vapor para Hidrólisis térmica.**

En el caso de la instalación de la hidrólisis térmica, la potencia térmica obtenida en el circuito de los gases de escape, se aprovecha el 100% en la caldera pirotubular de recuperación. La potencia térmica del circuito principal se aprovecha parte de ella, para el precalentamiento del agua antes de entrar a la caldera pirotubular:

El calor de escape de los motogeneradores es aprovechado en una caldera pirotubular de recuperación, del tipo mixto. Los gases de escape efectúan un recorrido de un paso de gases en la caldera. La misma caldera tiene 3 pasos adicionales de gases que forman el circuito de los gases clásico del quemador mixto de biogás / gas-oil. El circuito de gases de escape y el circuito de los gases del quemador están comprendidos en el interior de la misma virola cilíndrica que compone el cuerpo principal de la caldera.

El quemador con biogás funcionará al 100% en los casos de indisponibilidad de los motores por mantenimiento y/o avería.

### 3.2.5. Control y tratamiento de los olores.

Existen dos sistemas de desodorización independientes, uno para las instalaciones más pequeñas mediante carbón activo y otro para las instalaciones de mayor tamaño mediante un lavado de gases por vía química.

- **Desodorizaciones mediante carbón activo**

Existen 3 instalaciones de este tipo que tratan los olores de los edificios de Tamizado del colector general, del edificio de tamizado de Villalonquejar y del edificio de Post- espesado

- **Desodorizaciones vía química.**

Se diseñan dos sistemas de desodorización independientes, uno para el pretratamiento y otro para la deshidratación de fangos.

- **DESODORIZACIÓN PRETRATAMIENTO**

En esta instalación se desodorizan los pretratamientos de VILLALONQUÉJAR, del Colector General de los desarenadores.

El caudal máximo a tratar es de 110.508 m<sup>3</sup>/h y se trata mediante dos torres en serie de 4.200 mm de diámetro, siendo la velocidad resultante de 2,13 m/s. La recirculación de reactivos a través de las torres se realiza mediante dos bomba de 270 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria.

La instalación se completa con una dosificación de reactivos compuesta por:

- Dosificación de ácido sulfúrico: 1 bomba dosificadora de 9-90 l/h y un depósito de 3.000 l.

- **Dosificación de hipoclorito sódico:** 1 bomba dosificadora de 9-120 l/h y un depósito de 20.000 l.
- Dosificación de hidróxido sódico: 1 bomba dosificadora de 9-90 l/h y un depósito de 4.000 l.

- **DESODORIZACIÓN FANGOS**

En esta instalación se desodorizan el edificio de deshidratación.

El caudal máximo a tratar es de 30.000 m<sup>3</sup>/h y se trata mediante dos torres en serie de 3.400 mm de diámetro, La recirculación de reactivos a través de las torres se realiza mediante dos bombas de 60 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria.

La instalación se completa con una dosificación de reactivos compuesta por:

- Dosificación de ácido sulfúrico: 1 bomba dosificadora de 4-45 l/h y un depósito de 500 l.
- Dosificación de hipoclorito sódico: 1 bomba dosificadora de 4-40 l/h y un depósito de 4.000 l.
- Dosificación de hidróxido sódico: 1 bomba dosificadora de 4-45 l/h y un depósito de 1.000 l.

### 3.2.6. Servicios auxiliares

La EDAR de Burgos incluye los siguientes servicios auxiliares:

- **Grupo presión Agua industrial**

Grupo de presión de 600 m<sup>3</sup>/h de caudal máximo a 7 bar formado por 4+1 bombas de

150 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario a instalado en el edificio de filtración.

- **Grupo presión red de incendios**

Grupo de presión de 120 m<sup>3</sup>/h de caudal y 66 mCA de presión, a instalado anexo al edificio de filtración.

- **Grupo presión Riego**

Grupo de presión de 30 m<sup>3</sup>/h y 40 mCA para suministrar agua a la nueva red de riego.