

2. MEMORIA JUSTIFICATIVA

ÍNDICE

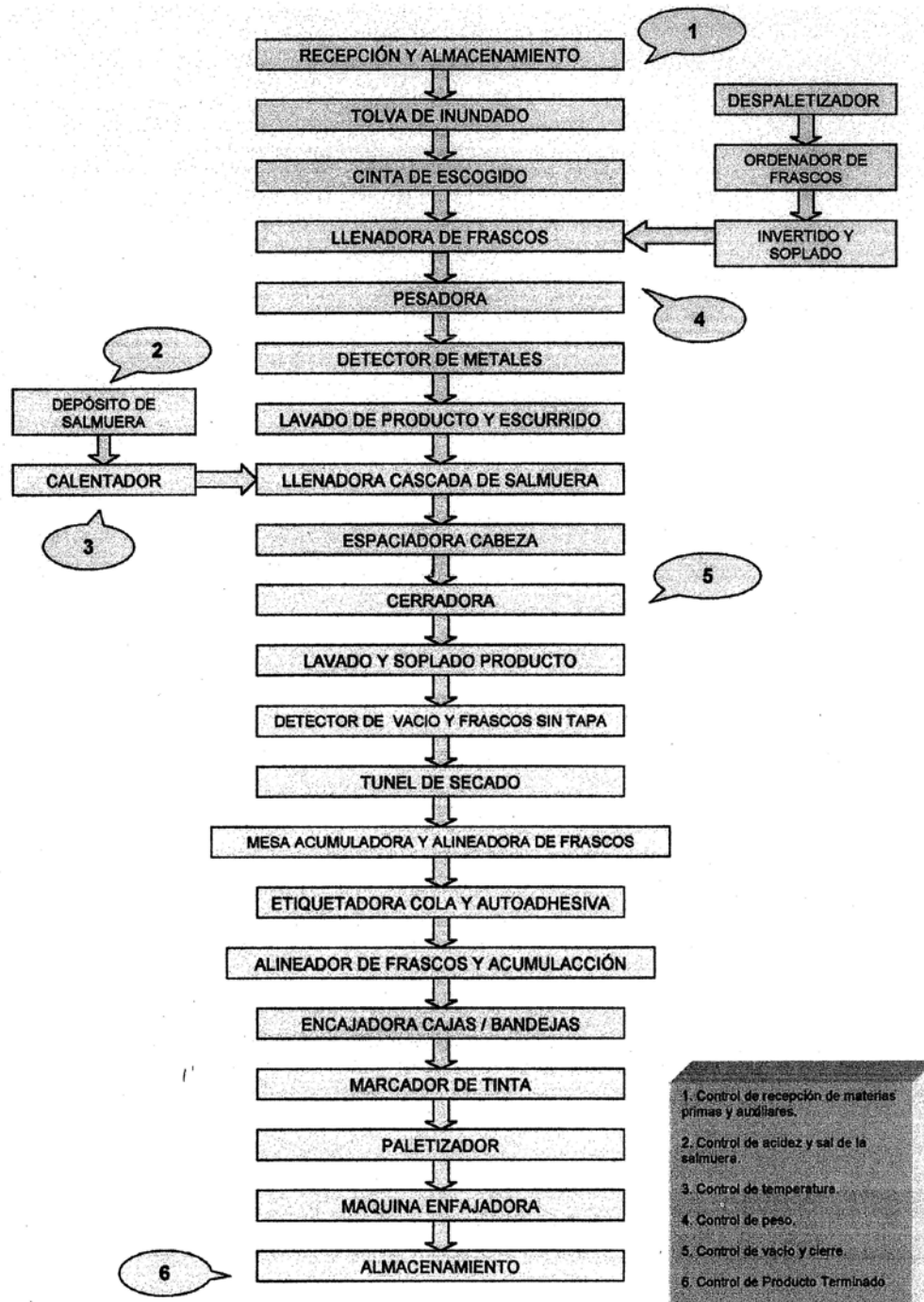
2.	MEMORIA JUSTIFICATIVA	
2.1	Origen de los vertidos	25
2.2	Medidas a adoptar para reducir la contaminación	28
2.3	Caracterización del vertido a tratar	29
2.4	Objetivo de la depuración	31
2.5	El proceso de depuración	32
2.5.1	Línea de agua	32
2.5.1.1	Pretratamiento	32
2.5.1.2	Tratamiento primario	34
2.5.1.3	Tratamiento biológico	35
2.5.2	Línea de lodos	37
2.5.2.1	Purga de lodos	37
2.5.2.2	Espesamiento y deshidratación de lodos	38
2.5.2.3	Estabilización y almacenamiento de lodos	39

2.1 ORIGEN DE LOS VERTIDOS

Las industrias de preparación de aceitunas estilo español o sevillano pueden tener dos tipos de vertidos: uno, originado por el proceso de aderezo o cocido de las aceitunas y, otro ocasionado por las operaciones de envasado. Los primeros tienen cierto carácter estacional, un alto pH y alta carga contaminante (DBO_5 entre 20.000 y 25.000 mg/l). Estas características hacen imposible el empleo de métodos clásicos de depuración de aguas residuales, por lo que la solución aconsejada por los organismos de investigación y de control es el empleo de las balsas de evaporación. El segundo tipo de efluente, procedente de las operaciones de envasado, es producido a lo largo de todo el año, tiene un pH bajo (entre 4 y 6) y una carga contaminante, que aunque muy inferior a la de las aguas de cocido, sí supera los límites máximos establecidos, haciéndose necesario por tanto su depuración antes de proceder a su vertido definitivo. El diagrama de bloques del proceso de elaboración de las aceitunas verdes aderezadas en salmuera al estilo español o sevillano es el siguiente:



La actividad de la industria objeto de éste proyecto es el envasado de aceitunas estilo español o sevillano. A continuación se muestra el diagrama de bloques del proceso aplicado por dicha empresa.



La aceituna aderezada, en general, es transportada en bombonas de tres fanegas (44 kg de aceituna entera o 33 kg de aceituna deshuesada por fanega). Ésta aceituna suele llegar clasificada y a veces también deshuesada y rellena.

El efluente vertido consiste básicamente en:

- Salmuera madre o de fermentación sobrante: se produce al ser envasada la aceituna, ya que por motivos estéticos de presentación del producto y de conservación, es necesario proceder a la sustitución de la salmuera madre o de fermentación por salmuera blanca o de envasado. La cantidad vertida varía en función del producto fabricado (aceituna entera, deshuesada y/o rellena), método de transporte, presentación final del producto, etc...
- Aguas de lavado, transporte, etc.: la utilización de agua en éstas industrias es importante, produciéndose los vertidos por:
 - ◊ lavado de aceitunas
 - ◊ lavado de frascos
 - ◊ pasteurización de latas
 - ◊ baldeo de suelos y tareas de limpieza

En éstos últimos, la carga contaminante es muy baja al arrastrar el efluente sólo pequeñas cantidades de materia orgánica y lejía.

2.2 MEDIDAS A ADOPTAR PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN

De los diferentes estudios realizados los sistemas que han tenido mayor aplicación industrial en la reducción del volumen de vertidos son los siguientes:

- *Reutilización de lejías de cocido.* Como primera medida de control para reducir el volumen de vertidos, se estudió la reutilización de las lejías de cocido. Es una operación sencilla y requiere pocas instalaciones complementarias, pues basta una bomba y un depósito auxiliar. Es una modificación que resulta muy rentable pues se aprovecha gran parte del hidróxido sódico que se perdería. La concentración de compuestos contaminantes, después de diez o doce reutilizaciones, no llega a ser tres veces la carga de las de un solo uso. Con ello, se reduce el volumen de los vertidos, se evita una gran cantidad de materia contaminante, y también se ahorra agua, lo que en algunas zonas tiene una gran importancia. Se ha comprobado, repetidamente, que la fermentación y las características organolépticas de los frutos elaborados con lejías reutilizadas son normales y no se diferencian de los obtenidos por el proceso tradicional.
- *Eliminación de lavados.* Las modificaciones ensayadas por, han abarcado la supresión de una o las dos aguas de lavado. En el primer caso, los resultados demuestran que se obtiene una fermentación y un producto final que no se diferencian de los obtenidos por el proceso tradicional. De hecho, hoy ya se considera normal la aplicación de un solo lavado. En el caso de suprimir todo el lavado los frutos presentan un sabor más concentrado de lo normal que, en

general, se considera excesivo. Por otro lado, aunque permanecen más azúcares y se puede desarrollar más acidez libre, el hecho de quedar mayor contenido de lejía residual hace que sea más difícil obtener bajos valores de pH. En este caso se debe corregir añadiendo ácido clorhídrico, que se recomienda aportar en dos fases, al principio y al final de la fermentación láctica; sin embargo, un exceso de este ácido puede afectar de forma desfavorable al sabor. Por todo ello, es más recomendable rebajar la acidez combinada sustituyendo parte de la salmuera madre por blanca, aunque esta operación implica un nuevo aporte de vertido. Se aconseja la eliminación del segundo lavado y alargar el primero a 12-15 horas, lo que no representa ningún inconveniente para las características químicas, microbiológicas y organolépticas.

- *Depuración y reutilización de salmueras.* Considerando, por un lado, el alto poder contaminante de las salmueras de fermentación y, por otro, la elevada cantidad de ácido láctico que contienen, se ha estudiado la regeneración de las mismas, para su posterior empleo como parte del líquido de gobierno utilizado en el envasado final. Se han desarrollado dos sistemas de purificación basados en: a) adsorción de carbón activo y filtración tangencial, y b) ultrafiltración a través de una membrana de un determinado tamaño de poro. A nivel industrial, el segundo se ha mostrado más favorable y la salmuera regenerada obtenida se ha llegado a reutilizar en el envasado de latas de aceitunas verdes pasteurizadas, hasta una proporción del 70% respecto al volumen de líquido de gobierno total. Ello representa, además de reducir la contaminación, un importante ahorro en la cantidad de ácido láctico y sal que se precisa para el envasado final.

2.3 CARACTERIZACIÓN DEL VERTIDO A TRATAR

Los parámetros básicos para la caracterización del vertido se extraen de los resultados de los análisis efectuados para el control de vertidos por parte de la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, S.A. (EMASESA), como órgano de gestión del Excmo. Ayuntamiento de Sevilla en materia de saneamiento. Ante la falta de datos analíticos, las descomposiciones de algunos parámetros son estimadas en base a valores típicos de aguas residuales urbanas.

De ésta forma, los datos de partida considerados para el dimensionamiento de la P.T.E. son los siguientes:

- **Caudales:**

- Caudal típico:	18,000 m ³ /h
- Caudal medio horario:	17,625 m ³ /h
- Caudal medio diario:	5,875 m ³ /h
- Factor punta:	1,50

- **Características del afluente:**

- Concentración media de DBO ₅ :	3.200 mg/l
---	------------

- Fracción soluble (50%):	1.600 mg/l
- Fracción coloidal (20%):	640 mg/l
- Fracción decantable (30%):	960 mg/l
- Concentración media de DQO:	8.700 mg/l
- Fracción biodegradable (80%):	6.960 mg/l
- Fracción inerte (20%):	1.740 mg/l
- Concentración media de SST:	890 mg/l
- Fracción decantable (15%):	33 mg/l
- Volátiles (70%):	94 mg/l
- Minerales (30%):	39 mg/l
- Fracción no decantable (85%):	757 mg/l
- Volátiles (55%):	421 mg/l
- Minerales (45%):	336 mg/l
- Concentración media de N,NTK:	97 mg/l
- Fracción soluble biodegradable (86%):	82,42 mg/l
- Fracción soluble biodegradable no amonizable (2%):	1,94 mg/l
- Fracción soluble no biodegradable (2%):	1,94 mg/l
- Fracción insoluble decantable (10%):	9,70 mg/l
- Concentración media de N,NO ₂ ⁻ :	1,30 mg/l
- Concentración media de N,NO ₃ ⁻ :	65 mg/l
- Concentración media de P:	40 mg/l
- Fracción decantable (10%):	4 mg/l
- Ortofosfatos (55%):	2,16 mg/l
- Polifosfatos (45%):	1,84 mg/l
- Fracción no decantable (90%):	36 mg/l
- Ortofosfatos (55%):	19,44 mg/l
- Polifosfatos (45%):	16,56 mg/l
- Concentración media de Grasas:	445 mg/l
- Factor punta: 1,30	
- Temperatura de salida del vertido:	26 °C
- Temperaturas a considerar en el tratamiento biológico:	
- Temperatura del licor	13 °C
- Temperatura del aire	5 °C
- Valor de pH: 3,8	

- Altitud topográfica: 32 m.s.n.m.

En los parámetros anteriores se ha tenido en cuenta que la jornada laboral es de ocho horas.

2.4 OBJETIVO DE LA DEPURACIÓN

En cumplimiento de la Ordenanza Nº 11 de 2008 del Excmo. Ayuntamiento de Dos Hermanas, establece para la declaración del vertido como permitido, los límites máximos a obtener son los siguientes:

- **Agua:**

- Concentración máxima de DBO ₅ :	1.000 mg/l
- Concentración máxima de DQO:	1.750 mg/l
- Concentración máxima de SST:	1.000 mg/l
- Concentración máxima de N-Amoniacal:	25 mg/l
- Concentración máxima de N-NO ₃ ⁻ :	80 mg/l
- Concentración máxima de P-PO ₄ ⁻ :	100 mg/l
- Concentración máxima de Grasas:	200 mg/l
- Temperatura de salida del vertido:	40 °C
- Valor de pH:	6 ÷ 9

2.5 EL PROCESO DE DEPURACIÓN

2.5.1 LÍNEA DE AGUA

2.5.1.1 Pretratamiento

- **Predesbaste:** para eliminar del agua residual los sólidos de tamaño grande y mediano que podrían deteriorar o bloquear los equipos mecánicos de elevación de agua bruta al tamizado y obstruir el paso de la corriente de agua, se coloca a la llegada del colector al pozo de bombeo una cesta perforada con luz de paso de 50 mm.
- **Bombeo de elevación:** para elevar las aguas vertidas hasta el tamizado se dispone de un bombeo. Este consta de una cámara de aspiración en la que se sitúan dos bombas centrífugas sumergibles, una en funcionamiento y otra en reserva activa (1+1R), cada una con capacidad suficiente para elevar el caudal punta de entrada a la P.T.E.

Se prevé un sistema automático de rotación de la unidad en funcionamiento, al objeto de conseguir un tiempo de funcionamiento similar para cada una de las bombas.

Las bombas entrarán en servicio y se pararán de forma automática, en función del nivel en el pozo de bombeo.

- **Desbaste:** con objeto de desbastar la corriente afluyente, se prevé un proceso de tamizado mediante un tamiz rotativo autolimpiante con capacidad para tratar el caudal punta de entrada a la P.T.E.

La limpieza del tambor del tamiz se realizará desde dentro, con agua a presión por electroválvula de limpieza controlada mediante medidor de nivel de agua en la cámara de recepción del tamiz. Durante el proceso de limpieza el bombeo se detendrá. Además, un juego de válvulas en la conducción de entrada permitirá by-pasear el tamiz en caso de ser necesario.

Para una reducción más efectiva de los sólidos en suspensión y por el origen industrial del vertido, con sólidos no muy voluminosos, se opta por una luz de paso de 1,5 mm. Dada la reducida luz del tamiz, se produce la eliminación de parte de los sólidos en suspensión y de la DBO_5 .

- **Desarenado-desengrasado:** éste proceso se realiza con el objeto de eliminar las arenas y las grasas, que influyen negativamente en los procesos posteriores.

El desarenado eliminará las materias pesadas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones y, para proteger los equipos de bombeo y otros aparatos contra la abrasión. No solo eliminará las "arenas" (incluyendo dentro de ésta denominación las gravas y partículas minerales), sino también otros elementos de origen orgánico, no putrescibles, tales como huesos, etc...

El desengrasado eliminará las grasas, aceites, espumas y demás materias flotantes más ligeras que el agua, que interfieren en la estructura del flóculo en los procesos de fangos activos, dificultando la difusión del oxígeno, de la DBO_5 y de los nutrientes al interior de la película biológica.

El desarenado y el desengrasado se realizarán de forma combinada en el mismo recinto. Del tipo longitudinal aireado, constará de zona tranquilizadora para la separación de las grasas y de una zona de recogida de arenas en el fondo del recinto.

Para la extracción de las arenas del fondo se dota al recinto de una bomba centrífuga sumergible que las llevará a un equipo lavador-clasificador del tipo tornillo de Arquímedes, para su extracción.

La extracción de las grasas se realiza mediante insuflación de aire para desemulsionar las grasas y conseguir una mejor flotación de éstas. En la zona de tranquilización se acumularán las grasas en la superficie, eliminándose mediante barrido superficial por rasquetas.

La insuflación de aire se lleva a cabo mediante un aireador de aspiración con rotor sumergido.

• **Homogeneización y regulación de caudales y pH:** para amortiguar las variaciones y con objeto de conseguir un caudal lo más constante posible en el resto del proceso, se dispone en línea con el sistema de tratamiento de un depósito paralelepípedo de $478,09 \text{ m}^3$ que hará las veces de pulmón y con capacidad para suministrar al resto del proceso de depuración el caudal correspondiente al fin de semana (dos días). La disposición en línea permite además de amortiguar los caudales, reducir las puntas de los diferentes componentes del agua (DBO_5 , SST, etc.). De ésta forma:

- Se mejora el tratamiento biológico, ya que se reducen las cargas de choque
- Se mejora la calidad del efluente y del rendimiento de los decantadores secundarios, al trabajar con velocidades ascensionales y cargas de sólidos más constantes
- Se mejora el control de la dosificación de reactivos y la fiabilidad del proceso en el posterior tratamiento físico-químico.

El tanque estará dotado de 2 agitadores sumergibles de 400 mm de diámetro. Éstos favorecerán la agitación y mezcla de las aguas evitando además la precipitación no deseada de sólidos en el fondo del depósito.

El fluido será elevado mediante dos bombas radiales sumergibles, una en funcionamiento y otra en reserva activa (1+1R), cuyo funcionamiento vendrá determinado por la medida de caudal mediante caudalímetro electromagnético en la tubería de impulsión. Para cubrir un eventual fallo del sistema de elevación se dispondrá un aliviadero de emergencia.

En la conducción de impulsión se adiciona, Ca(OH)_2 para la regulación del pH antes de su paso al tratamiento primario. La adición vendrá regulada por el valor de la medida de pH en el depósito. El pH característico del vertido es 4. La acidez del mismo se debe a la fermentación láctica que sufren las aceitunas al ser colocadas en salmuera, proceso al final del cual el pH es de 4 o menor. La elevación del pH se hace necesaria debido a que:

- En el proceso físico químico, con adición de FeCl_3 como coagulante, conviene que los iones Fe^{+3} se encuentren en condiciones de mínima solubilidad, la cual se obtiene con pH's superiores a 5.
- El pH óptimo para el proceso biológico de desnitrificación se sitúa entre 7,5 y 9,0, mientras que para la nitrificación éste no ha de ser inferior a 7,5.

El proceso de desnitrificación marca la elevación de pH a realizar, la cual podemos fijar en 8,5 como valor óptimo.

2.5.1.2 Tratamiento primario

Con el objeto de reducir los sólidos en suspensión contenidos en el agua residual antes del tratamiento biológico, se efectúa un tratamiento físico-químico donde se adicionan FeCl_3 como agente coagulante y polímero aniónico o no iónico para la ayuda a la floculación. Por otra parte, la eliminación de sólidos conlleva la eliminación de DBO_5 .

El tratamiento se compone de tres procesos secuenciales:

- **Adición del reactivo coagulante:** el FeCl_3 se adiciona en la conducción del bombeo a tratamiento primario, previo a la llegada a la cámara de floculación. Lo que se pretende es la eliminación de los coloides estables que forman parte de los sólidos en suspensión a través de la coagulación vía química que se consigue con la adición del reactivo. Los coloides contenidos en el agua residual (normalmente aniónicos) son desestabilizados con el catión Fe^{+3} , antes de la formación del hidróxido insoluble Fe(OH)_3 y su posterior precipitación.
- **Floculación:** la decantación primaria es capaz de eliminar los sólidos decantables y los sólidos flotables. Para aumentar el rendimiento de reducción de sólidos en suspensión se hace necesario eliminar los sólidos coloidales. Dentro de éstos, existen los coloides desestabilizados que debido a su tamaño no son eliminados en la decantación primaria. Para conseguir su eliminación es necesario aumentar su tamaño, lo cual se puede conseguir por floculación, al agregar varias partículas en una sola de suficiente tamaño que permita su eliminación en el proceso siguiente de separación sólido-líquido. Para ello, disponemos de un depósito de 2,63 m³ de sección cuadrada y 117 cm de altura de lámina de agua en el que se instala un agitador vertical lento de 220 mm de diámetro. Como ayudante a la floculación, se adicionará polímero catiónico.

- **Separación sólido-líquido:** para la eliminación de las materias en suspensión se opta por un decantador circular con puente móvil radial de arrastre perimetral equipado con rasqueta de fondo, para arrastre y concentración de fangos primarios en poceta central, y de superficie, para recogida de flotantes en caja con rampa de raspado.

La alimentación del agua al decantador será central. Se coloca una corona de reparto, en cuyo interior se hará la alimentación, para evitar las perturbaciones de la entrada del agua. La salida del agua estará constituida por un canal perimetral al que accede el agua mediante vertedero. Éste será triangular, que aunque no resulta ser el más óptimo desde el punto de vista del reparto por los posibles errores de nivelación, si lo es al considerar posibles variaciones de caudal respecto al nominal.

2.5.1.3 Tratamiento biológico

El tratamiento biológico del agua residual persigue como objetivos la estabilización de la materia orgánica y en muchos casos la eliminación de los nutrientes, fundamentalmente el nitrógeno y el fósforo, así como la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables.

Debido al alto contenido en nitrógeno del vertido (en forma de nitratos, nitritos, amoniacal y orgánico) se hace necesario un tratamiento para su eliminación. Para conseguir la eliminación del nitrógeno amoniacal se requiere la generación en el proceso biológico de microorganismos específicos, dando lugar a los procesos de nitrificación. Estos procesos producen nitratos, que pueden ser perjudiciales tanto desde el punto de vista del proceso de nitrificación, como para el cauce receptor, especialmente porque potencia su eutrofización.

En orden a la eliminación de los nitratos se hace necesario la implantación de un proceso de desnitrificación, que combinado con la nitrificación, da lugar a un proceso conjunto de nitrificación-desnitrificación ó de eliminación del nitrógeno.

El tratamiento biológico de la P.T.E. se basa en el proceso de fangos activos por aireación prolongada en baja carga, con una edad del lodo necesaria para garantizar la estabilización de los mismos y la nitrificación. Para garantizar que el efluente vertido se encuentre dentro de los límites establecidos respecto al contenido en nitratos, se opta por el proceso de Ludzack-Ettinger, con un rendimiento de desnitrificación medio de hasta el 50%. En dicho proceso pueden distinguirse dos operaciones diferenciadas:

- **Oxidación biológica y eliminación del nitrógeno:** para ello se dispone de un recinto paralelepédico de 2.418,34 m³ con dos zonas diferenciadas:

◇ Cámara aerobia: de 2.402,50 m³. donde se provoca el desarrollo de un cultivo biológico formado por gran número de microorganismos heterótrofos agrupados en flóculos. El sostenimiento de la población bacteriana se consigue poniendo en contacto dichos flóculos con el agua influente, portadora de materia orgánica, y aportando el oxígeno necesario para la acción depuradora de las bacterias aerobias.

La edad del lodo será suficiente para permitir además la nitrificación estable de los lodos. En éste proceso, el nitrógeno en forma amoniacal es transformado en nitratos por la acción de microorganismos quimioautótrofos (estrictamente aerobios) denominados nitrificantes. Por otro lado, el nitrógeno orgánico biodegradable del agua residual, bajo la acción de microorganismos heterótrofos, se transforma en nitrógeno amoniacal que a su vez sufre la nitrificación.

Para aportar el oxígeno necesario para el correcto desarrollo de los procesos de oxidación y nitrificación, se dotará a la cámara de un sistema de aireación consistente en dos aereadores de superficies lentos de eje vertical que además funcionarán como sistema de agitación permitiendo la homogeneización del licor mezcla y evitando la sedimentación de los flóculos en el reactor. Para el control del oxígeno disuelto en el reactor, se dispondrá de una sonda de medida de O_2 en el tanque y se establecerán unas consignas de funcionamiento de los aereadores según un nivel mínimo y otro máximo de O_2 disuelto.

El agua residual influente, se introducirá de forma que se obtenga un proceso de mezcla integral o completa en el que la carga orgánica y la demanda de oxígeno sean uniformes de un extremo a otro de la cuba o cámara de aireación. Ésta proceso es resistente frente a cargas de choque.

◇ Cámara anóxica: de $15,84 \text{ m}^3$, donde se producirá la desnitrificación, proceso por el que el nitrógeno en forma de nitratos es convertido en nitrógeno gas (liberado al aire) mediante microorganismos facultativos heterótrofos bajo condiciones anóxicas. Para que el proceso sea factible, además de la ausencia de oxígeno libre, se requieren la existencia de carbono orgánico (DBO_5) y tiempo de retención suficientes. Es por ello que en la cuba también se consigue reducción de la materia orgánica, pero empleando los nitratos en lugar de oxígeno.

Situada antes de la cámara aerobia, tendrá por objetivos, además de conseguir la eliminación biológica del nitrógeno, minimizar el esponjamiento de los lodos al actuar como selector anóxico (donde las bacterias floculantes son más competitivas que las filamentosas, responsables del esponjamiento de los lodos o bulking) y la desnitrificación endógena al recibir la materia orgánica contenida en el influente al reactor.

A ésta cámara llegará la recirculación de lodos biológicos. Parte de los lodos extraídos del decantador secundario serán enviados a cabeza del reactor biológico para mantener en el mismo una concentración de bacterias suficiente para llegar al equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos existente.

Para conseguir una buena homogeneización en la cámara, se instalarán 2 agitadores de fondo de 220 mm de diámetro. Debido a las características de la cinética del proceso de desnitrificación, las características hidráulicas del flujo (flujo pistón o mezcla integral) no son relevantes.

- **Separación sólido-líquido:** en el proceso de fangos activados, es necesario separar la biomasa del agua tratada, siendo éste le objetivo del decantador secundario. El dimensionamiento del mismo será suficiente para asegurar la decantación de los sólidos sedimentables obteniendo así un efluente clarificado (vertido de la P.T.E.) estable y con unos contenidos en DBO_5 y SST dentro de los límites establecidos.

Para la eliminación de las materias en suspensión se opta por un decantador circular con puente móvil radial de arrastre perimetral equipado con rasqueta de fondo, para arrastre y concentración de fangos primarios en poceta central, y de superficie, para recogida de flotantes en caja con rampa de rascado.

La alimentación del agua al decantador será central. Se coloca una corona de reparto, en cuyo interior se hará la alimentación, para evitar las perturbaciones de la entrada del agua. La salida del agua está constituida por un canal perimetral al que accede el agua mediante vertedero. Éste será triangular que aunque no resulta ser el más óptimo desde el punto de vista del reparto por los posibles errores de nivelación, si lo es al considerar posibles variaciones de caudal respecto al nominal.

2.5.2 LÍNEA DE LODOS

La depuración del agua residual lleva consigo la producción de un subproducto denominado lodo. En la P.T.E. se distinguen dos tipos:

- Lodos primarios: lo constituyen los sólidos sedimentados y evacuados en la decantación primaria.
- Lodos biológicos en exceso: siendo éstos los producidos en el propio proceso biológico de tratamiento y purgados del sistema en la decantación secundaria, constituyen la fracción no necesaria (exceso) para el mantenimiento del equilibrio bacteriano en el reactor.

A continuación se describe el proceso para el tratamiento de dichos lodos.

2.5.2.1 Purga de lodos

Los lodos primarios y biológicos en exceso, una vez purgados, son bombeados al espesador por gravedad para su reducción en volumen.

- **Purga de lodos primarios:** para su incorporación al proceso de espesamiento, se dispondrá de un pozo de bombeo conectado con la poceta del decantador primario. En él se situarán dos electrobombas radiales sumergibles, una en funcionamiento y otra en reserva activa (1+1R), con capacidad cada una de ellas de elevar el caudal máximo de purga.

- **Purga de lodos biológicos:** la extracción de los lodos biológicos decantados se realiza mediante conexión de la poceta de recogida del decantador secundario con el pozo de bombeo de fangos secundarios. En éste, se dispone tanto el bombeo de lodos al tratamiento biológico como el de lodos a espesamiento. Ambos están constituidos por dos bombas radiales sumergibles, una en funcionamiento y otro en reserva activa (1+1R), capaces de bombear cada una de ellas el caudal máximo, el de recirculación o de purga, en cada caso.

2.5.2.2 Espesamiento y deshidratación de lodos

- **Espesamiento por gravedad:** Éste proceso consigue un incremento de la concentración de los fangos por eliminación del “agua libre” (agua no “ligada” a los fangos; agua capilar, celular o coloidal), reduciéndose así su volumen y mejorando el rendimiento de los procesos posteriores. El espesamiento por gravedad se utiliza tanto para los lodos primarios y mixtos, así como para los provenientes de una precipitación química.

De 20,91 m³, además de para el espesado de los lodos purgados, funcionará como almacén de los mismos, con capacidad suficiente para albergar la producción correspondiente a 4 días y poder así absorber las paradas de la deshidratación durante el fin de semana (2 días) así como una posible parada eventual de la misma (2 días). Con un diseño similar al decantador, el proceso de espesado por gravedad tendrá lugar en recinto circular. La alimentación se realiza por tubería a una campana central, que sirve como reparto y de zona de tranquilización, con una altura tal que no influya en la zona inferior de compactación. Con un puente fijo, el conjunto irá equipado con un mecanismo de espesado giratorio de accionamiento central, de doble brazo diametral equipado con rasqueta de fondo para arrastre de los lodos y su conducción a una poceta central desde donde se extraen, y de unas piquetas verticales cuya finalidad es la homogeneización de la masa así como la generación de canales preferenciales que facilitan la evacuación del agua intersticial y de los gases ocluidos en los fangos que se generan por fenómenos de fermentación. El líquido sobrenadante se recogerá por un vertedero perimetral y será enviado a cabecera de planta.

- **Acondicionamiento de lodos espesados para su deshidratación:** Esta fase previa mejorará el proceso posterior de deshidratación al facilitar la eliminación del agua libre contenida en los lodos espesados. Su finalidad es aumentar artificialmente el tamaño de las partículas aglomerándolas en forma de flóculos, rompiendo su estabilidad coloidal mediante la adición de reactivos. El reactivo adoptado será el polielectrolito orgánico ya que se adapta bien a los procesos de deshidratación mediante centrífugas. Para la preparación y maduración del polielectrolito se dispondrá de un equipo compacto de preparación automática de y será dosificado mediante dos bombas de tornillo helicoidal, una en funcionamiento y otra en reserva activa (1+1R). Su inyección se realizará en línea bajo forma de solución acuosa muy diluida (0,1%) controlada mediante rotámetro.

- **Deshidratación de lodos:** Este proceso está encaminado a eliminar agua del lodo espesado para convertirlo en un sólido fácilmente transportable y manejable. Generalmente se utilizan las eras de secado para las pequeñas instalaciones pero debido a problemas derivados de disponibilidad de terreno, es aconsejable el uso del secado mecánico, aunque en principio represente un mayor coste de operación. Para el secado mecánico se dispondrá de una centrífuga decantadora con la que se logrará una sequedad del fango entorno al 25%. Básicamente consiste en un tambor cilíndrico-cónico que dispone en su interior de un tornillo helicoidal. El lodo acondicionado previamente se introduce en el inicio de la parte cilíndrica del tambor. Al girar a gran velocidad, por efecto de la fuerza centrífuga, la fracción más pesada se deposita en la pared del tambor y es arrastrada hacia el extremo troncocónico, donde se produce una concentración adicional previamente a la descarga del fango, por el tornillo que gira a diferente velocidad. El efluente clarificado se retornará al depósito de homogeneización y regulación.

2.5.2.3 Estabilización y almacenamiento de lodos

- **Estabilización con cal:** Los lodos deshidratados provenientes de la decantadora centrífuga se mezclarán con cal viva suficiente para elevar el pH de los mismos por encima de 12 en un periodo de al menos 2 horas. Este valor elevado de pH crea un entorno que no favorece la supervivencia de los microorganismos. Como consecuencia de ello, mientras se mantenga este pH, el fango no se pudrirá, no creará olores y no provocará riesgos para la salud.

Es preferible el uso de la cal viva, ya que la reacción con el agua es exotérmica y permite elevar la temperatura de la mezcla por encima de los 50 °C, temperatura suficientemente elevada como para inactivar los huevos de gusano. La estabilización de los lodos con cal después de la deshidratación de los mismos (post-tratamiento con cal) en vez de la estabilización previa a la deshidratación (pre-tratamiento con cal) presenta, entre otras, las siguientes ventajas:

- Se puede utilizar cal en polvo y, por lo tanto, no es necesario añadir agua al fango deshidratado.
- No existen necesidades de deshidratación específicas.
- Se eliminan los problemas de formación de depósitos carbonatados y problemas de mantenimiento en los equipos de deshidratación de fangos.

En líneas generales, el proceso de post-estabilización con cal, así como el de pre-estabilización, requiere de inversiones bajas, es sencillo de operar y da buenos resultados. Los patógenos y los olores se reducen de forma importante y los fangos así estabilizados se pueden aplicar a cultivos como buena fuente de nitrógeno.

- **Transporte de lodos deshidratados:** Los lodos deshidratados provenientes de la centrífuga decantadora descargarán sobre un tornillo transportador a través de una tolva en la cual se adicionará la cal viva. La mezcla de los lodos deshidratados con la cal tendrá lugar en dicha cámara que dispone de un sistema rompebóvedas que hará las veces de mezclador
- **Almacenamiento de lodos deshidratados:** Una vez deshidratado y estabilizado, el lodo se almacenará en una tolva metálica de 7 m³, garantizando un volumen equivalente a la producción de una semana de modo que se facilite la explotación.

