



MÁSTER EN GESTIÓN Y TECNOLOGÍA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

TRABAJO FIN DE MASTER

**DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE MEDIDAS PARA LA
E.D.A.R. DE LA FABRICA DE HEINEKEN ESPAÑA S.A. DE
JAÉN**

LUIS JESÚS TOLEDO MEGINO
SEPTIEMBRE,2012

D. FERNANDO FERNÁNDEZ-POLANCO FERNÁNDEZ DE MOREDA, profesor/a del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Valladolid, y D. ANTONIO FRANCISCO MONJE MARTINEZ, Jefe de Energías y Servicios generales INFORMAN:

Que D. LUIS JESÚS TOLEDO MEGINO ha realizado bajo nuestra dirección el Trabajo Fin de Máster titulado DIAGNOSTICO Y PROPUESTA DE MEDIDAS PARA LA E.D.A.R. DE LA FABRICA DE HEINEKEN ESPAÑA S.A. DE JAÉN

Valladolid, 5 de septiembre de 2012

Fdo. Fernando Fernández-Polanco

Fdo. Antonio Francisco Monje



Heineken
España S.A.
DEPARTAMENTO INGENIERÍA JAÉN
Ctra. de Córdoba, Km. 3
Apartado 56 - 23080 JAÉN

Reunido el Tribunal designado por el Comité Académico del Master en Gestión y Tecnología Ambiental, para la evaluación de Trabajos Fin de Master, y después de estudiar la memoria y atender a la defensa del trabajo “Diagnostico y propuesta de medidas para la e.d.a.r. de la fábrica de Heineken España S.A. de Jaén”, presentado por el alumno D. *Luis Jesús Toledo Megino*, decidió otorgarle la calificación de _____.

Valladolid, *día de mes de año*

El Presidente

El Secretario

Fdo.:

Fdo.:

Vocal

Fdo.:

ÍNDICE

• Resumen	6
• Antecedentes	6
• Objetivos	10
• Metodología	10
• Datos históricos	12
• Análisis de reactor anaerobio	15
• Análisis de reactor aerobio	22
• Diagnostico de la planta	24
• Propuestas	27
• Conclusiones	29
• Anexo	30

Resumen

En este proyecto se ha realizado un diagnóstico a la EDAR de la planta de Heineken España S.A. situada en la localidad de Jaén, así como una serie de propuestas para la mejora de dicha planta.

El proyecto comenzó el día 25 de Junio de 2012, y no tiene fecha de estimada de finalización. Actualmente se sigue llevando a cabo a fecha de 11 de Septiembre de 2012.

Cuando el proyecto comenzó, la planta vertía el agua superando los límites legales en los siguientes parámetros:

- Nitrógeno
- Sólidos suspendidos totales (SST)
- Demanda química de oxígeno (DQO)

Otro de los problemas que presentaba la EDAR era la falta de mantenimiento, ya que desde su construcción han sido pocas las inversiones realizadas en ella, y por lo tanto tenía problemas de operación.

Por lo tanto se le ha tenido que hacer un seguimiento a todos los procesos de la EDAR con un muestreo diario, semanal o mensual, así como diversas propuestas para la mejora del funcionamiento operacional de la planta.

Antecedentes

En este apartado se explica la situación de la empresa, así como su historia y el proceso de fabricación de cerveza.

La Empresa

La empresa Heineken España S.A. es la heredera de una gran tradición cervecera española, con más de un siglo de experiencia empresarial, tras la fusión en 2000 de Grupo Cruzcampo S.A. y S.A. El Águila, que dio origen a Heineken España S.A. Heineken España S.A. tiene cuatro fábricas, situadas en Sevilla, Valencia, Madrid y Jaén que producen en España más de 11 millones de hectolitros de cerveza al año. La fábrica de Jaén fue fundada por la Compañía Alcázar en 1963 en el paraje olivarero de La Imora. Esta fábrica cuenta con una plantilla de 87 trabajadores, los cuales

trabajan en 3 turnos de 8 horas. Los turnos se distribuyen en mañana, tarde y noche, y la producción se detiene los fines de semana.

En esta fábrica se producen las marcas Cruzcampo, Amstel, Sandy y Alcázar, además de la marca de tinto de verano Latino. En sus líneas de envasado, además de botella y barril, se envasa en el innovador formato de botella PET. Aquí además se produce el tinto de verano Latino; y, todos los años desde 1983, la muy apreciada Cerveza Especial de Navidad Cruzcampo.

Esta fábrica tiene 3 líneas de envasado y una capacidad de almacenamiento de 11.000 m³, ocupando 13 hectáreas de terreno. Tiene un consumo de agua de 4(hl/HlPr), así como 10(kWh/Hl) de consumo eléctrico y 75(MJ/HlPr) de gas.

La E.D.A.R.

La planta de Jaén, como las otras 3 del grupo, tiene su propia EDAR. En el caso de Jaén esta estación consta de los siguientes procesos en la línea de aguas:

- Tamices curvos
 - Cantidad: 2
 - Tipo: Estáticos
 - Tamaño de malla: 1,5 mm

- Sedimentación primaria
 - Diámetro: 11m
 - Altura: 3m
 - Volumen: 251m³

- Balsas de homogenización.
 - Cantidad: 2
 - Dimensiones: 25m x 5,9m x 7m
 - Volumen: 995,6m³

- Corrección de pH.
 - Dimensiones: 2,5m x 2,5m x 2,9m
 - Volumen: 15m³

- Reactores anaerobios (UASB).
 - Cantidad: 2

Dimensiones: 14,6m x 8m x 7,75m

Volumen: 805m³

- Balsas de aireación

Cantidad: 2

Dimensiones: 25,5m x 12,6m x 4,7m

Volumen: 1350m³

- Sedimentación secundaria.

Diámetro: 19m

Altura: 3m

Volumen: 784,4m

Esta EDAR se construyó en el año 1987, destinada a la eliminación de DQO exclusivamente, ya que era lo que marcaba la legislación de la época. Por lo cual en la eliminación de nutrientes, la planta presenta carencias.

En cuanto a la línea de fangos la planta presenta los siguientes procesos:

- Proceso de espesado de fangos.

Volumen: 140m³

- Centrifugación.

Caudal: 5 m³/h

Potencia: 11kw

La planta tiene un proceso de tratamiento de gases. El tratamiento de olores provenientes de las balsas de homogenización, cuba de corrección y de reactor anaerobio, se tratan mediante un filtro de compost.

El tratamiento del gas metano producido en el reactor anaerobio, se lleva a cabo en una antorcha en la cual se quema dicho gas.

Los límites de vertido a los que está sujeta la EDAR para su vertido a cauce público son los siguientes:

Parámetro	Límite (mg/l)
SST	150
DQO	125
Nitrógeno	10
fosforo	5
pH	6,5-9,5

La fabricación de la cerveza

En cuanto al proceso de fabricación de la cerveza consta con una serie de pasos, los cuales se explicaran posteriormente.

El primer paso es el malteado. En este paso se controla la germinación del grano de cebada para que libere el almidón. Las cerveceras modernas lo subcontratan a las malterías, donde tarda siete días en germinar. Allí los granos de cebada, limpios y clasificados, quedan en remojo para iniciar la germinación. Cuando el tallo brota y el almidón liberado está listo para convertirse en azúcar, ya es malta verde.

Esta malta verde se seca, con aire caliente que frena la germinación y se tuesta. Si la temperatura de tostado es alta se obtienen maltas torrefactadas para cervezas oscuras. A bajas temperaturas salen maltas pálidas, para cervezas tipo lager, claras y doradas. Según el tostado, así será el color, el aroma y el sabor de la cerveza.

El segundo paso es la cocción. Una vez llegada a la factoría, la malta de cebada se prepara para la cocción. Primero se tritura y se mezcla con agua. La masa se calienta para macerarla y desdoblar así las proteínas y el almidón, que se transforman en azúcares. Tenemos ya el mosto, que se calienta hasta la ebullición. Pero antes se le añade lúpulo, el ingrediente clave. Con la ebullición se caramelizan los azúcares y se precipitan las proteínas. Una fase que dura entre 8 y 10 horas. El mosto está listo para fermentar.

El tercer paso es la fermentación. Con la fermentación las proteínas se eliminan y los azúcares se transforman en alcohol. Ésta es la fermentación primaria con la que se obtiene la cerveza joven, aún no madura. Según el método de fermentación se consiguen los dos grandes tipos de cerveza, las *Ale* inglesas, con alta fermentación en caliente o las *Lager y Pilsener*, con baja fermentación en frío. La fermentación en las cervezas normales dura de 4 a 9 días, según el tipo de cerveza.

El cuarto paso es la maduración. La cerveza verde recién fermentada es un caldo explosivo en aromas y sabores que aún no han encontrado su equilibrio. Éste se consigue con la maduración de la cerveza a temperaturas muy bajas (entre 4°C y 0°C). Es una segunda fermentación lenta (ambiental, sin inyección de levadura) que transforma los azúcares residuales y precipita las últimas proteínas y levaduras. Dura entre una semana y un mes, según el tipo de cerveza. En la maduración se fija el carácter de la cerveza se afina tomando el cuerpo definitivo.

El último paso es el envasado. Una vez terminada la maduración, la cerveza se filtra para adquirir su transparencia y brillantez características. Ya está preparada para envasar, un proceso altamente tecnificado que permite llenar 405 barriles, 55.000 latas y más de 100.000 botellas cada hora. La cerveza envasada se pasteuriza sometiéndola a temperaturas entre 70 y 75 °C durante un corto espacio de tiempo para asegurar su conservación. Después se enfría a temperatura ambiente. Ya reúne todas las condiciones para su consumo.

Objetivos

Los objetivos de este proyecto son los siguientes:

- Un primer objetivo es realizar el diagnóstico de la planta, para ver el estado en el que se encuentra.
- El segundo objetivo, una vez que se ha realizado el diagnóstico, es proponer acciones de mejora de la planta para recuperar el estado de diseño inicial.
- El tercer objetivo es el de mejorar el proceso de la planta para que elimine los parámetros para los que no está diseñada, los nutrientes.

Metodología

En este apartado se explica las diferentes fases que se han llevado a cabo en el proyecto, así como los datos históricos que presenta la planta.

Vertidos

El primer paso para este estudio fue reconocer y cuantificar los vertidos que se realizan a la EDAR.

En el proceso de producción cervecero se generan vertidos que pueden llegar a ser muy concentrados en carga orgánica y que necesitan ser sometidos a una correcta depuración para ser vertidos a cauce público.

Conocer los vertidos que se realizan a la EDAR es importante ya que afectan a los procesos, por lo que es necesario que se implante una dinámica de vertido en la cual se produzcan vertidos laminados para evitar picos en los parámetros de vertido a la EDAR.

La fábrica de cerveza de Heineken España S.A. situada en Jaén realiza su producción de lunes a viernes, por lo que el fin de semana no llega agua a la EDAR, en condiciones normales. También hay que tener en cuenta que durante el último día de trabajo, se realizan las limpiezas de los tanques, lo que conlleva unos picos de pH y carga orgánica dicho día, algo que se debe tener en cuenta.

Principalmente la fábrica se divide en dos zonas, la zona de *cervecería* y la zona de *envasado*.

En la zona de *cervecería* se realizan vertidos con cierto pH ácido (pH 6-8), este vertido tiene un caudal bajo, aunque una elevada carga orgánica debido al proceso de elaboración de la cerveza, el cual utiliza levadura. Estos vertidos también contienen un alto contenido en sólidos en suspensión ya que en el proceso también intervienen las cubas de filtración en las cuales está presente el bagazo y los ciclos de filtros de tierras.

En esta zona los vertidos son importantes tanto por su volumen como por el impacto sobre la depuradora. En cada cocción se utilizan unos 40000 kg de cebadilla la cual se deposita después en silos para su retirada. Este bagazo se utiliza como medio filtrante dentro de los tanques de mosto, por lo que esta torta tiene que ser retirada posteriormente, y esto provoca la llegada de parte de esta torta a la EDAR. El bagazo son los restos de las materias primas, los cuales no se han disuelto en la formación del mosto.

Otro de los residuos que se obtienen en esta zona son los restos de filtración, que son tierras de diatomeas. Estos residuos provocan un aumento de los sólidos en suspensión que llegan a la EDAR, y además son muy abrasivas con los equipos que entran en contacto con ellas. En principio estas tierras se retiran en contenedores, pero cuando el depósito se descarga siempre llegan restos al sumidero, que van a parar a la EDAR.

Otro residuo que se realiza en esta zona y que tiene importancia debido a su alta DQO es la levadura. Un estudio realizado por miembros de la UVA en la fábrica de Heineken España S.A. situada en Madrid obtuvo una DQO para la levadura de

450.000 mg/l, lo cual hay que tener en cuenta cuando se vierta este producto a la EDAR.

El vertido de las aguas de limpieza de esta zona hay que tenerlo es importante debido a su pH. Se hacen limpiezas de sosa y ácido nítrico en los CIP de cocimiento, levadura y guarda vertical, lo cual nos puede dar pH tanto ácidos como básicos. En el CIP de fermentación se limpia solo con sosa, con lo que obtendríamos aguas con un pH básico, mientras que en los CIP de barriles y botella con sosa y ácido nítrico.

En la zona de *envasado* se realizan vertidos con cierto pH básico (pH 8-10) ya que la limpieza de botellas y barriles se realiza con sosa. Este vertido tiene una menor carga orgánica y sólidos en suspensión, aunque tiene un mayor caudal.

En esta zona se producen aguas de lavado con importantes cantidades de sosa, que son enviadas directamente a la EDAR. Estos vertidos si no son amortiguados en la balsa de homogenización y en la cuba de corrección pueden provocar daños en los microorganismos de la parte biológica.

En esta zona también se producen vertidos de cerveza, los cuales son un gran aporte de materia orgánica y de fósforo que llega a la EDAR, ya que en la producción de cerveza se utiliza ácido fosfórico.

A la EDAR también llegan las aguas pluviales que se recogen en la fábrica, las cuales en la zona de Jaén suelen ser puntuales pero con unos caudales considerables. Estas aguas pluviales tienen una carga orgánica importante debido al arrastre de la suciedad del suelo de las zonas externas de la fábrica.

Estos vertidos se recogen en dos pozos distintos, los cuales reciben el nombre de pozo "Jaén" y pozo "octógono".

En el Pozo Jaén se recogen los vertidos de bagazo, levadura, tierras de filtración y aguas de limpieza.

En el pozo octógono se recogen los vertidos de cerveza y latino, así como las aguas de lavadoras y pasteurizadores.

Datos históricos

En este apartado se muestra los datos históricos de la planta EDAR de la fábrica de Heineken España S.A. de Jaén, así como su análisis.

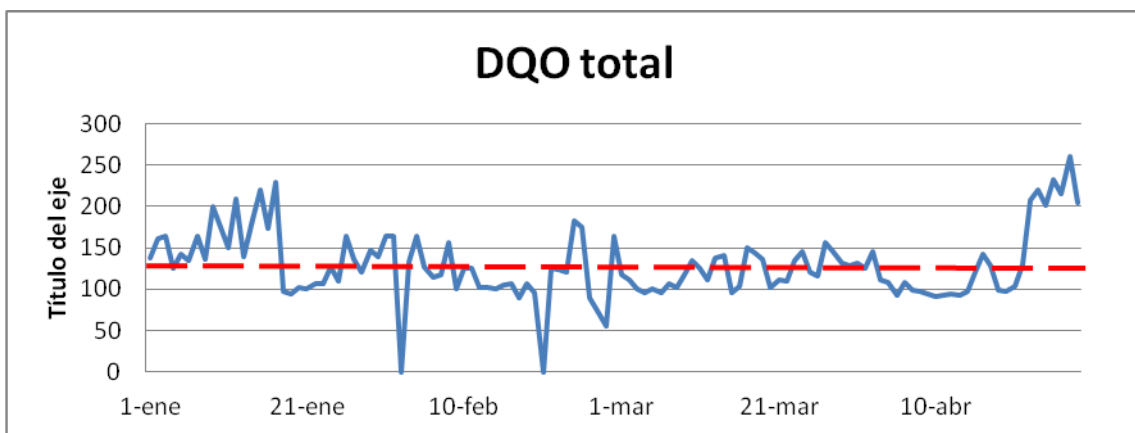
Análisis de los valores de vertido en el año 2012 y diagnóstico de la planta.

En este punto se representaran los datos del año 2012 correspondientes a las distintas fases del proceso de depuración de la EDAR Heineken Jaén.

A lo largo de este punto podremos tener una visión de la situación actual de la depuradora, así como la tendencia de los datos.

Vertido de DQO

El siguiente grafico representa la DQO en el efluente final durante el último año:

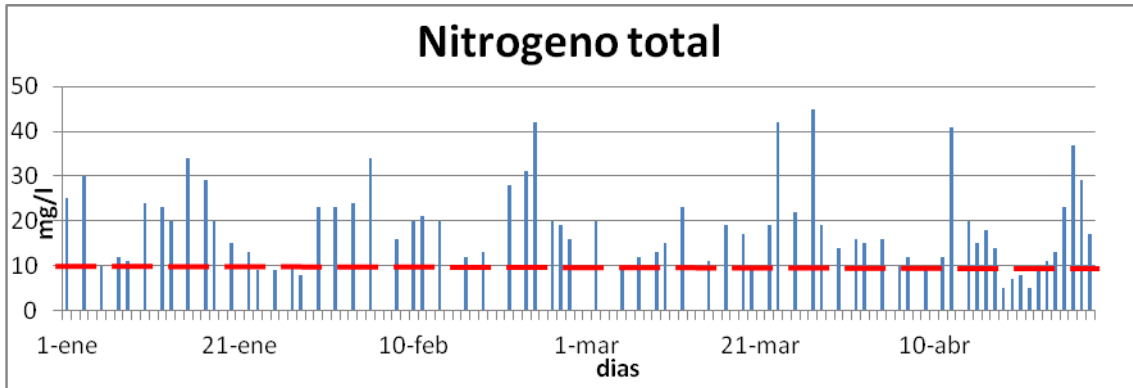


Como observamos en el grafico, la DQO que se vierte por el efluente final supera en un alto porcentaje de días el límite de vertido permitido, que es de 125 mg/l de DQO.

También se observa una inestabilidad en cuanto a los valores de vertido, ya que obtenemos una grafica con muchos picos y que no denota ninguna tendencia, llegando a un máximo de vertido de 260 mg/l.

Vertido de Nitrógeno

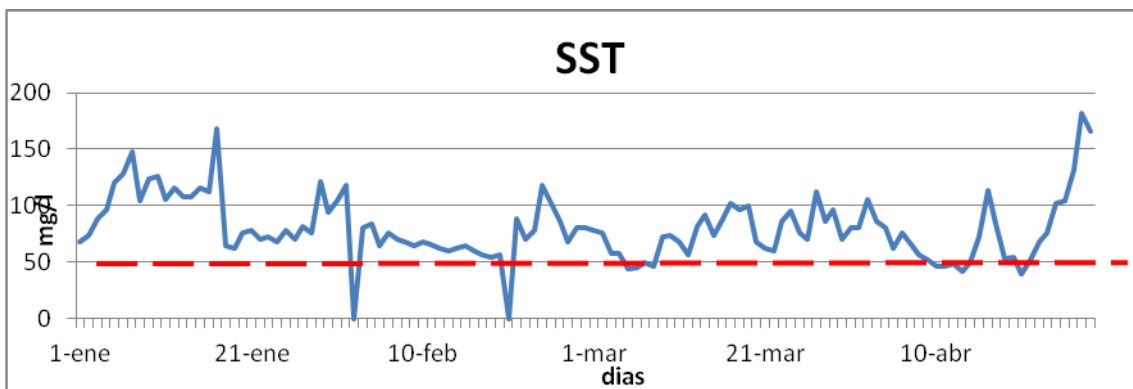
El siguiente grafico representa la cantidad de Nitrógeno en el efluente final durante el último año:



En el grafico observamos que el límite de vertido del nitrógeno es de 10 mg/l, el cual es sobrepasado en un alto porcentaje de los días, como en el caso de la DQO. En el grafico también observamos una inestabilidad en cuanto a los valores de nitrógeno en el efluente, ya que no se observa ninguna tendencia, llegando a un máximo de vertido de 45 mg/l. Esto es debido a que la planta no está diseñada para la eliminación de Nitrógeno, por lo que los datos son los esperados.

Vertido de Sólidos Suspendidos Totales (SST).

El siguiente grafico representa la cantidad de SST en el efluente final en el último año:

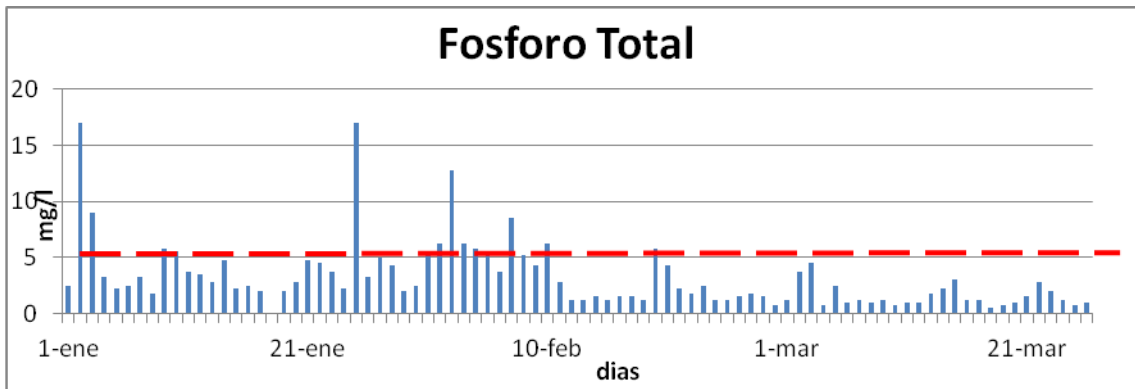


En el grafico se observa que prácticamente todos los días se supera el límite de vertido permitido que está establecido en 50 mg/l.

También observamos que no tiene tendencia aparente a estabilizarse, ya que tiene grandes picos, teniendo un máximo de 182 mg/l.

Vertido de Fósforo.

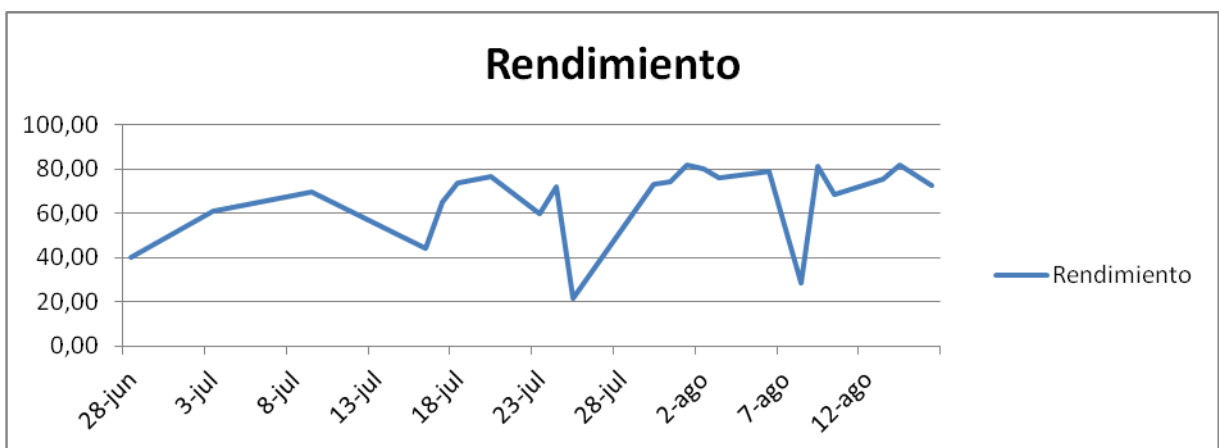
En el siguiente grafico se representa el vertido de Fósforo en el efluente final:



En el grafico observamos que en los meses de enero y febrero, se produjo una inestabilidad en el vertido de fósforo, con grandes picos llegando a un vertido de 17 mg/l algunos días. Pero a partir de la segunda quincena de febrero los datos se estabilizan y se encuentran durante el resto del año en valores por debajo del límite de vertido.

Análisis de los Reactores Anaerobios

Los datos del rendimiento del reactor anaerobio durante la duración del proyecto se representan en la siguiente grafica:



Como observamos en la grafica el rendimiento del reactor anaerobio no es estable a lo largo de este tiempo, llegando a tener rendimientos cercanos al 30%, muy lejos de lo esperado para este tipo de reactor que estaría en torno al 80%.

Para comprobar el funcionamiento de este reactor se han llevado a cabo distintos análisis, los cuales se analizaran a continuación.

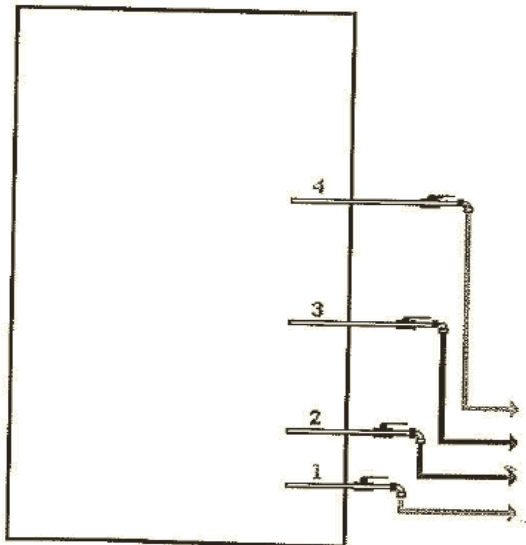
Análisis y cálculos

Lo primero fue realizar un perfil de fangos al reactor, el cual se presenta a continuación en la siguiente tabla:

	SSV (mg/l)	SST (mg/l)	% SV
Rea. A Nivel 4	54	4664	1,2
Rea. A Nivel 3	716	5296	13,5
Rea. A Nivel 2	1662	5390	30,8
Rea. A Nivel 1	63810	75144	84,9
Rea. B Nivel 4	940	4484	21,0
Rea. B Nivel 3	1350	5446	24,8
Rea. B Nivel 2	1567	5890	26,6
Rea. B Nivel 1	61964	72706	85,2

En la tabla se observan los datos de SST y SSV en los dos reactores anaerobios, trabajan en paralelo, que se encuentran en la EDAR.

Estos reactores se dividen en los diferentes niveles en altura, siendo el nivel 4 el nivel superior del reactor y el nivel 1 el nivel más bajo, como se representa en la siguiente imagen:



Como se ve en la tabla el nivel 1 de los dos reactores tienen una cantidad de SSV y por lo tanto de microorganismos en torno a los 60 g/l, una cantidad recomendada para este nivel en un reactor de este tipo.

Los demás niveles deberían tener en torno a los 7 g/l, algo que está muy lejos de los valores actuales de los reactores. Esto quiere decir que no hay la suficiente cantidad de microorganismos dentro del reactor, y por lo tanto no se produzca la depuración esperada en este proceso.

El porcentaje óptimo de SV en el reactor debería estar en valores cercanos al 70%, valor que está muy por encima de los que encontramos en nuestro reactor, por lo que podemos decir que nuestro reactor se encuentra mineralizado.

Una vez que tenemos los datos del reactor y teniendo en cuenta el volumen de cada nivel del mismo, que se representan en la siguiente grafica, calculamos MST y el MSV.

	Volumen (m3)
Nivel 1	81,76
Nivel 2	128,5
Nivel 3	175,2
Nivel 4	163,5

Para calcular la cantidad total de sólidos que se encuentra en el reactor se utiliza el MST, y se mide en kilogramos:

$$MST = \frac{(ST_{\text{nivel 1}} \cdot 81,76 + ST_{\text{nivel 2}} \cdot 128,5 + ST_{\text{nivel 3}} \cdot 175,2 + ST_{\text{nivel 4}} \cdot 163,5)}{1000}$$

Para calcular la cantidad de fango que contiene el reactor se utiliza el MSV, que también se mide en kilogramos:

$$MSV = \frac{(SV_{\text{nivel 1}} \cdot 81,76 + SV_{\text{nivel 2}} \cdot 128,5 + SV_{\text{nivel 3}} \cdot 175,2 + SV_{\text{nivel 4}} \cdot 163,5)}{1000}$$

En nuestro caso tras realizar los cálculos con las anteriores formulas, se obtuvieron los siguientes datos:

- MST= 8527 kg
- MSV= 6492 kg
- %SV= 76,13%

Dados estos datos podemos ver que la relación de SST y SSV está dentro de lo recomendable, que está entre el 70 y el 80%. Con una relación por debajo de la indicada el reactor estaría entrando en mineralización.

Otro análisis llevado a cabo es el de la carga volumétrica, que refleja la cantidad de DQO que se introduce en el reactor por volumen y unidad de tiempo. Este parámetro se calcula con la siguiente fórmula:

$$Bv = \frac{\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{inoculados nuevos} \cdot 24\right) (\text{DQO}_{\text{total}} \text{ b. homog.} \cdot 1000)}{V_{\text{fango}}}$$

En la cual los parámetros de numerador son el caudal y la DQO que salen de la balsa de homogenización y en el denominador el volumen de fango del reactor, que es 550 m³. La carga volumétrica se mide en kg DQO/m³d, y el valor no debe superar los 8 kgDQO/m³d.

En nuestro caso la carga volumétrica es 7,5 kgDQO/m³d, por lo cual actualmente la planta está trabajando con una carga volumétrica adecuada.

El siguiente parámetro a calcular es la carga másica, la cual se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$CM = \frac{\left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{inoculados nuevos} \cdot 24\right) (\text{DQO}_{\text{total}} \text{ b. homog.} / 1000)}{MSV}$$

Este parámetro representa la cantidad de DQO introducida en el reactor por kilogramos de microorganismo y unidad de tiempo. En este caso se mide en kgDQO/kg SSV d, y es recomendable que no supere los 0,8 kgDQO/kgSSVd. En nuestro caso es de 0,63 kgDQO/kgSSVd, lo cual quiere decir que el reactor está trabajando con una carga másica adecuada.

Una vez calculadas las cargas, se calcula la velocidad ascensional dentro del reactor. Este parámetro se calcula a partir de la siguiente fórmula, y se mide en m/h. Para que la velocidad sea adecuada y no exista lavado de biomasa este parámetro debería de ser inferior a 0,5 m/h.

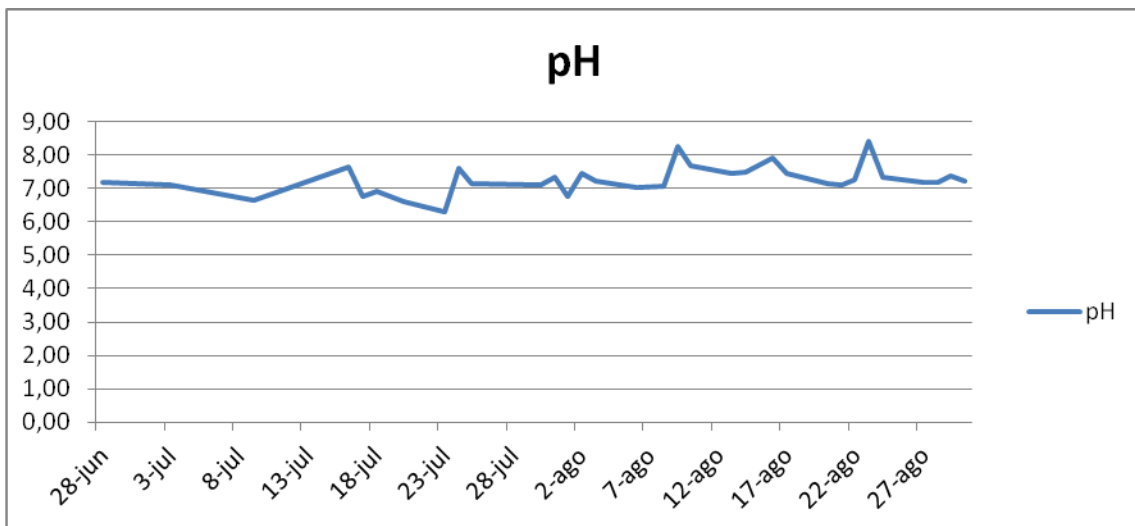
$$u_{\text{ascenso}} = \frac{\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \text{inoculados total}}{S_{\text{reactor}}}$$

En nuestro caso, la velocidad ascensional dentro del reactor es de 0,36 m/h, lo cual indica que es correcta y que por lo tanto no se está produciendo lavado de biomasa dentro del reactor.

Por último, se calcula el tiempo de residencia. Este parámetro representa el tiempo que el agua permanece dentro del reactor. En nuestro caso tiene un tiempo hidráulico de residencia de 11.6 horas.

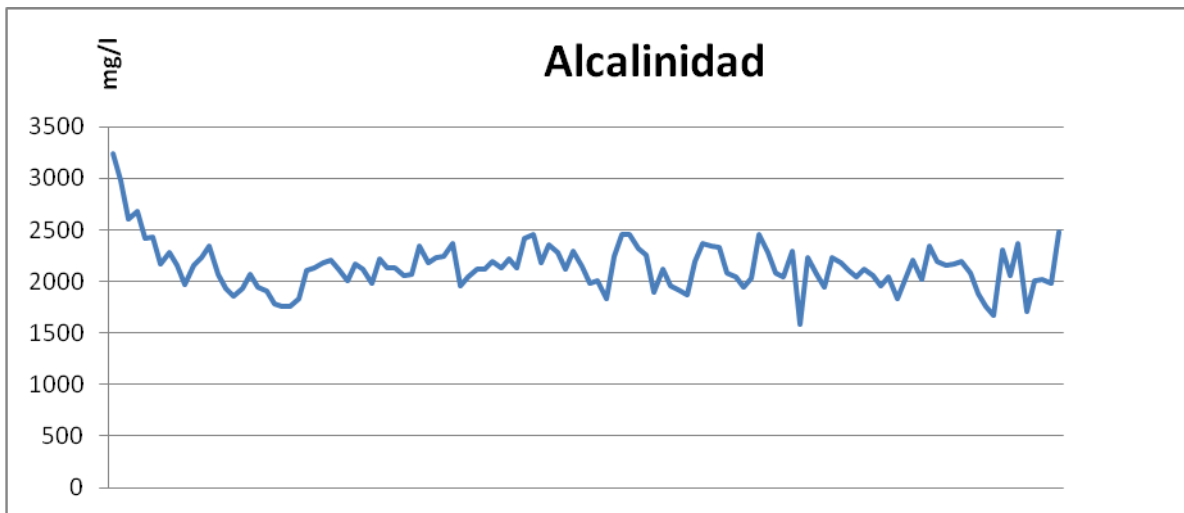
Una vez realizados estos cálculos, se llevo a cabo el seguimiento de parámetros que ayudan a conocer el estado del reactor.

El primer parámetro a analizar es el pH de entrada al reactor anaerobio, el pH puede provocar acidificación en el reactor lo que conllevaría a la destrucción de las bacterias metanogénicas y por lo tanto no se llevaría a cabo la metanogénesis. Los datos recogidos a lo largo de los dos últimos meses se representan en la siguiente grafica:



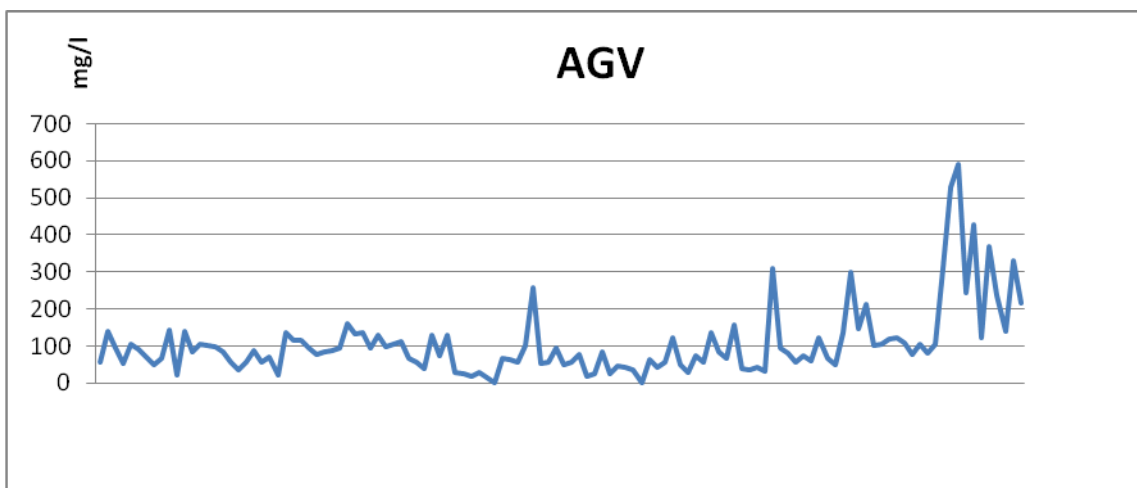
El pH recomendado para la entrada al reactor esta en el intervalo de 6,5 a 7,5. Como podemos observar en la grafica, en la planta se trabaja siempre con pH adecuados de entrada al reactor, pero se obtiene picos de pH que podrían causar daños en los microorganismos del reactor.

El siguiente parámetro al cual se le hizo un seguimiento es a la Alcalinidad. La alcalinidad ayuda a amortiguar los cambios de pH dentro del reactor, y que el pH dentro de este sea más estable. El seguimiento se llevo a cabo desde el 1 de enero hasta la fecha actual y se muestra en la siguiente grafica:



Este parámetro se mide en mg/l, y se recomienda que no sea inferior a 1500 mg/l. Como observamos en la grafica ningún dato de los obtenidos en la planta es inferior a 1500 mg/l, por lo que podemos decir que la alcalinidad dentro de este reactor es la adecuada.

Otro parámetro a tener en cuenta dentro del reactor anaerobio son los ácidos grasos volátiles (AGV). Estos son indicadores de la acidificación del reactor. Para este parámetro se sugiere que su concentración dentro del reactor no sea superior a los 200 mg/l. El seguimiento de este parámetro se lleva realizando desde principios de año hasta la actualidad y se representa en la siguiente grafica:

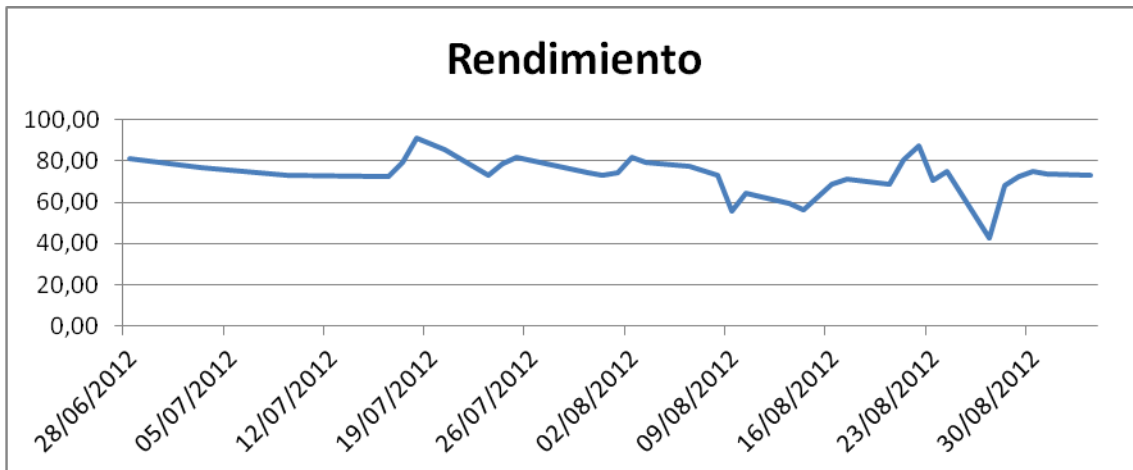


Como podemos observar en la grafica los datos de AGV en nuestro reactor han sido estables a lo largo de la primera parte del año, salvo algunos picos puntuales que superan los 200 mg/l. En el último mes se viene observando un incremento y una

tendencia a aumentar de este parámetro, lo cual nos puede llevar a la acidificación del reactor y la muerte de los microorganismos del mismo.

Análisis de los reactores aerobios

Los datos de rendimiento del reactor aerobio durante la duración del proyecto se muestran en la siguiente grafica:

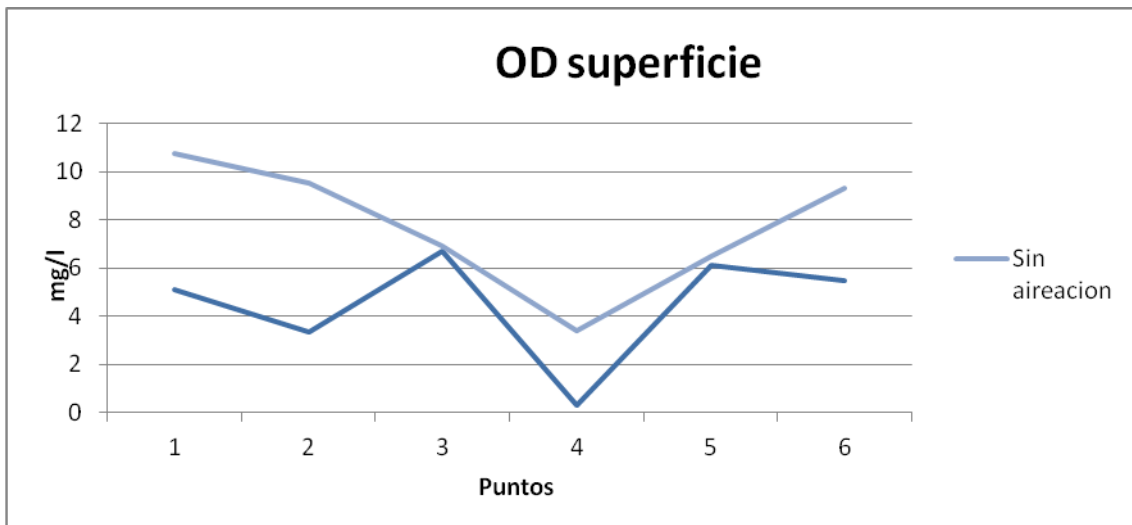


Como se observa en la grafica el rendimiento del reactor al inicio del proyecto era correcto, en torno al 80% de eficiencia. Pero como se puede ver, el rendimiento ha ido descendiendo progresivamente a lo largo del tiempo, teniendo picos de rendimiento entorno al 40% algún día.

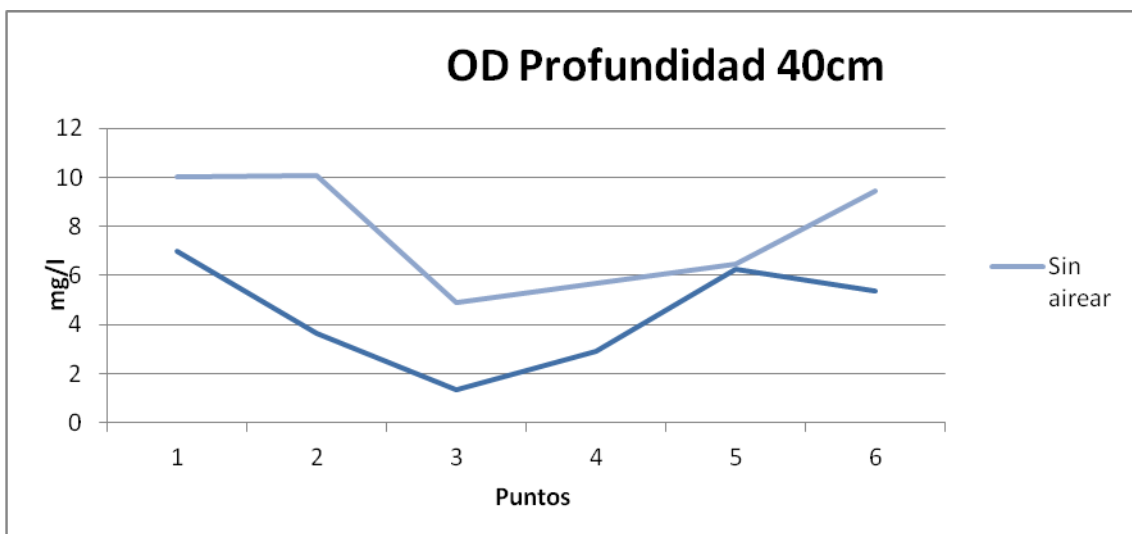
Análisis y cálculos

Un análisis que se realizo al reactor aerobio fue el de la concentración de oxigeno disuelto en el mismo. Para este análisis se cogieron 6 puntos a lo largo de la balsa. También se recogieron datos de distintas profundidades, más concretamente, en superficie y a 40cm de profundidad, y se midió el OD tanto con los aireadores funcionando como en estado de reposo.

Los resultados obtenidos en superficie se presentan en la siguiente grafica:



Mientras que las medidas en profundidad se muestran en la siguiente grafica:



Como podemos observar en las graficas todos los puntos de la balsa tienen oxígeno disuelto suficiente como para poder llevar a cabo una depuración correcta (2 ppm). Excepto dos puntos el punto 4 en superficie y el punto 3 en profundidad, estos puntos pertenecen a las zonas más cercanas al muro que divide el reactor en dos partes y por lo tanto las zonas más lejanas a los aireadores.

Un segundo análisis que se llevo a cabo fue el de la concentración de SSV en el reactor. Para ellos se recogió una muestra en el licor mezcla del reactor y se le realizo el análisis. El resultado del mismo fue una concentración de SSV de 1930 mg/l. Este

dato es inferior a lo necesario en una balsa de este tipo, ya que debería estar en torno a 2500-3000 mg/l.

El siguiente análisis fue recoger una muestra de recirculación que va desde el sedimentador secundario a las balsas de aireación. Esta muestra se analizó y se obtuvo un dato de SSV de 300 mg/l. Este resultado es muy inferior al esperado, ya que los SSV de la recirculación debería de ser superiores a los del licor mezcla.

Diagnostico de la planta

La EDAR de Heineken Jaén, no está trabajando bajo los niveles de vertido que debería, ya que está vertiendo por encima del permitido durante muchos días al año. Esta planta tiene problemas para controlar los vertidos de DQO, SST y Nitrógeno, ya que los datos en las graficas son muy inestables y no se observa ninguna tendencia positiva.

La DQO se elimina en los reactores, tanto en el aerobio como en el anaerobio. Viendo los resultados obtenidos en los análisis de dichos procesos era de esperar que estos parámetros estuvieran fuera del límite establecido.

En cuanto a los SST, estos se eliminan principalmente en el sedimentador primario y en menor medida en el sedimentador secundario. Si este parámetro está fuera del límite para el que la planta fue diseñada quiere decir que el material del sedimentador estará en mal estado, ya que está trabajando a velocidades de sedimentación adecuadas, es decir, en torno al 1m/h en el sedimentador primario y 0,8 m/h en el secundario.

En cuanto al fósforo, se elimina por precipitación con FeCl_2 , por lo que los desajustes en este parámetro son fácilmente resueltos ajustando el dosificador a los parámetros diarios que se obtienen en el laboratorio.

Por último, la planta no está diseñada para la eliminación de nitrógeno, por lo que este parámetro estará descontrolado hasta que la planta se adapte para su eliminación. En cuanto al diagnóstico de proceso de la planta, se observaron diferentes deficiencias en la misma, las cuales se explicarán a continuación.

En el sedimentador primario, se observó que la retirada de flotantes que según el diagrama de flujo iba hacia un contenedor, se realizaba hacia el espesador de fangos. Una vez en el espesador flotaban de nuevo, y el agua flotante del espesador los devolvía al sedimentador primario.

En las balsas de homogenización no se realizaba dicha homogenización, ya que los agitadores estaban fuera de operación, ya que se encontraban averiados.

En la cuba de corrección de pH, no se realizaba dicha corrección, ya que los peachimetros que se muestran en la siguiente imagen, se encontraban averiados. Otra de las razones por la que los ajustes no se podían llevar a cabo, es porque en la planta no se encuentran los depósitos de sosa y ácido clorhídrico instalados.



En el reactor anaerobio, la tubería que manda la recirculación desde dicho reactor a la cuba de corrección estaba atrancada.

En las balsas de aireación, que son dos, se observó que solo una de las dos estaba operativa, la otra estaba con agua estancada desde hacía años, como se muestra en la siguiente imagen:



En cuanto al estrictamente material, se presentaron los siguientes desperfectos dentro de la planta.

Los caudalímetros de entrada al reactor anaerobio, se encontraban fuera de servicio. Estos caudalímetros son importantes ya que son los que reflejan el caudal que entra en el reactor anaerobio. Dichos caudalímetros se muestran en la siguiente imagen:



Una de las válvulas de seguridad de biogás del reactor anaerobio, se encontraba averiada, como muestra la siguiente imagen:



Por último, una de las tapas de la balsa de homogenización se encontraba derrumbada dentro de la propia balsa.

Propuesta de medidas

Medidas en el Sedimentador Primario

- Se propone que los flotantes que se retiran del sedimentador primario, vayan a un contenedor, el cual debe ir a un recinto especializado para su tratamiento.
- Se considera necesario el vaciado del sedimentador primario, para su revisión y su mantenimiento en el caso de que sea necesario.
- Se propone el cambio de la corona del sedimentador primario, ya que actualmente el agua no rebosa homogéneamente a lo largo del mismo.

Medidas en la balsa de homogenización

- Se propone el vaciado de las balsas, para su limpieza y la extracción de los agitadores averiados, para esto hay que tener unas medidas de seguridad especiales, ya que dentro de las balsas hay gases perjudiciales para la salud.
- Una vez vacías y limpias, se propone la reparación averiados o la instalación de agitadores nuevos en las balsas.

Medidas en la cuba de corrección de pH

- Se propone la reparación de los peachimetros de entrada y salida a dicha cuba.
- Se propone la instalación de dos cubetos de seguridad, para la posterior instalación de dos depósitos, uno de sosa y otro de ácido clorhídrico, para una correcta corrección del pH.

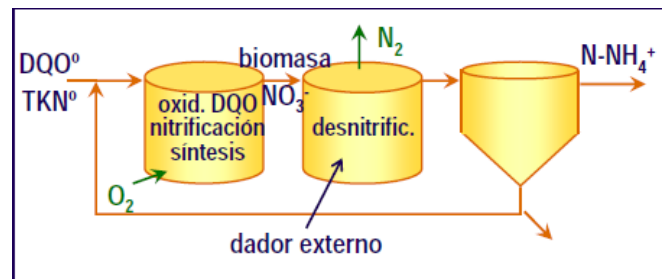
Medidas en el reactor anaerobio

- Se propone el arreglo de los caudalímetros de entrada, para un total control del caudal de entrada al reactor y así evitar el lavado de biomasa del mismo.
- Reparación del atranque de la tubería de recirculación del reactor hacia la cuba de corrección, para evitar la pérdida de biomasa.
- Ya que el reactor está mineralizado, se propone la recuperación de los reactores siguiendo los siguientes pasos:

- Aumento del caudal de entrada de uno de los reactores, pasando el caudal del mismo hacia el otro reactor. Con esto se consigue que la biomasa de un reactor se lave hacia el otro.
- Un segundo paso, una vez que este reactor se quede sin biomasa, sería el vaciado y la limpieza del mismo.
- Posteriormente, se seguiría el mismo protocolo con el otro reactor, consiguiendo tener un reactor con un 100% de biomasa.
- Llevar a cabo la limpieza del otro reactor.
- Una vez que tenemos un reactor con el 100% de biomasa y el otro limpio, se llevaría a cabo la equiparación de biomasa entre ambos.
- Se llevaría a cabo una entrada de caudal, y por lo tanto de DQO, progresiva hasta que el reactor consiga una concentración de biomasa adecuada.

Medidas en las balsas de aireación

Ya que la planta no está preparada para la eliminación de nitrógeno, se va a proponer una nitrificación-desnitrificación, parecida a la del. Como hay cuatro zonas de aireación, en dos balsas, se propone lo siguiente:



- La instalación de difusores en la primera zona de la aireación, para provocar una sobreaireación, que consiga que la concentración de oxígeno en la balsa no sea limitante y que el nitrógeno pase a forma NO₃. Esto también consigue que el NH₄ de la recirculación también se transforme a NO₃.
- En la segunda zona de aireación, se llevaría a cabo una aireación básica, para conseguir una total transformación del nitrógeno orgánico a NO₃.
- Por último tendríamos una zona anóxica, en la cual el NO₃ pasaría a forma de N₂, por lo que se provocaría la eliminación del mismo por volatilización.

Medidas para el sedimentador secundario

- Se propone el vaciado, para su limpieza y su mantenimiento en el caso de que fuera necesario.

Conclusiones

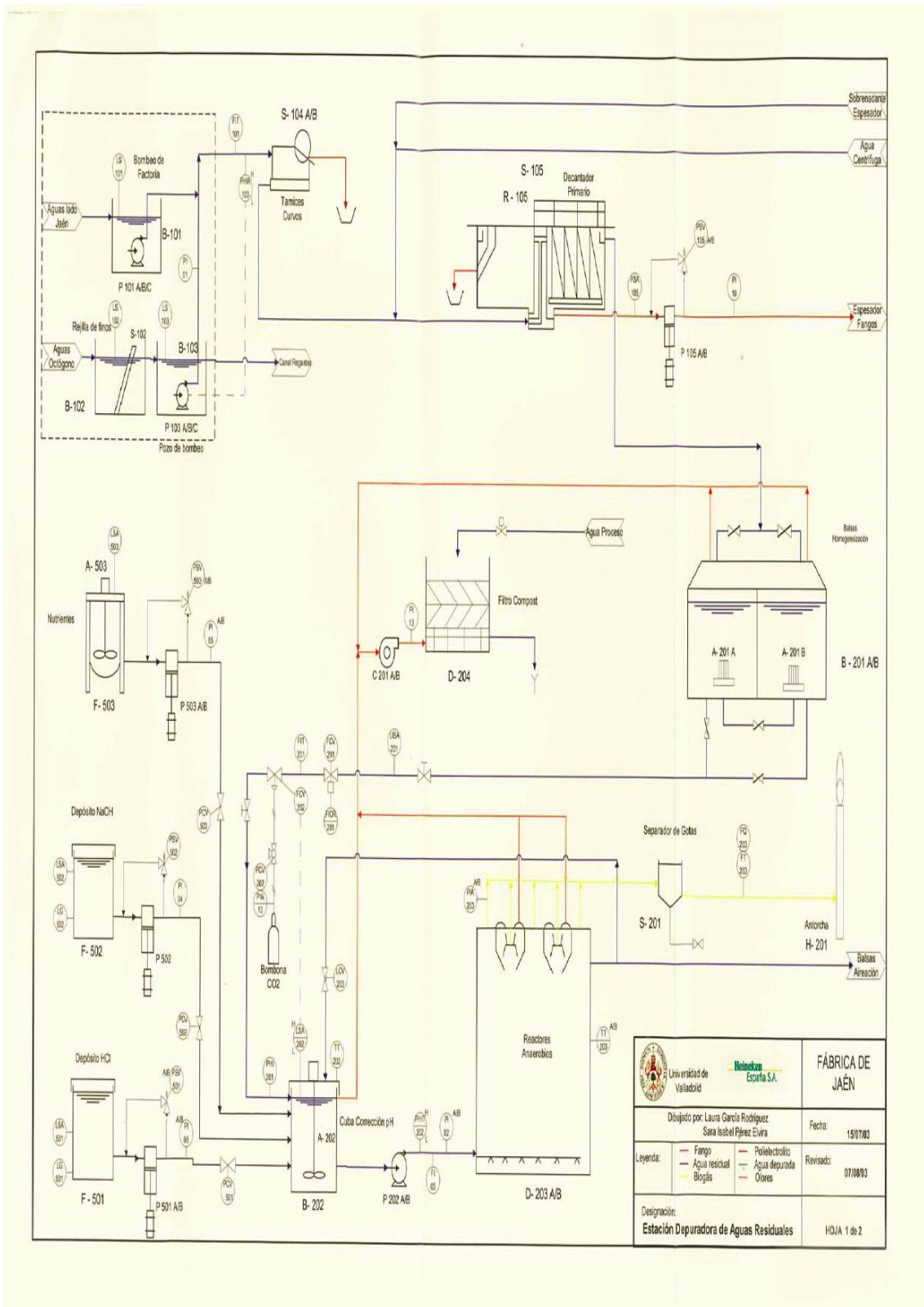
La principal conclusión que se puede extraer de este proyecto es que la planta se encontraba en un estado que no era el adecuado para el tratamiento de las aguas procedentes de la fábrica.

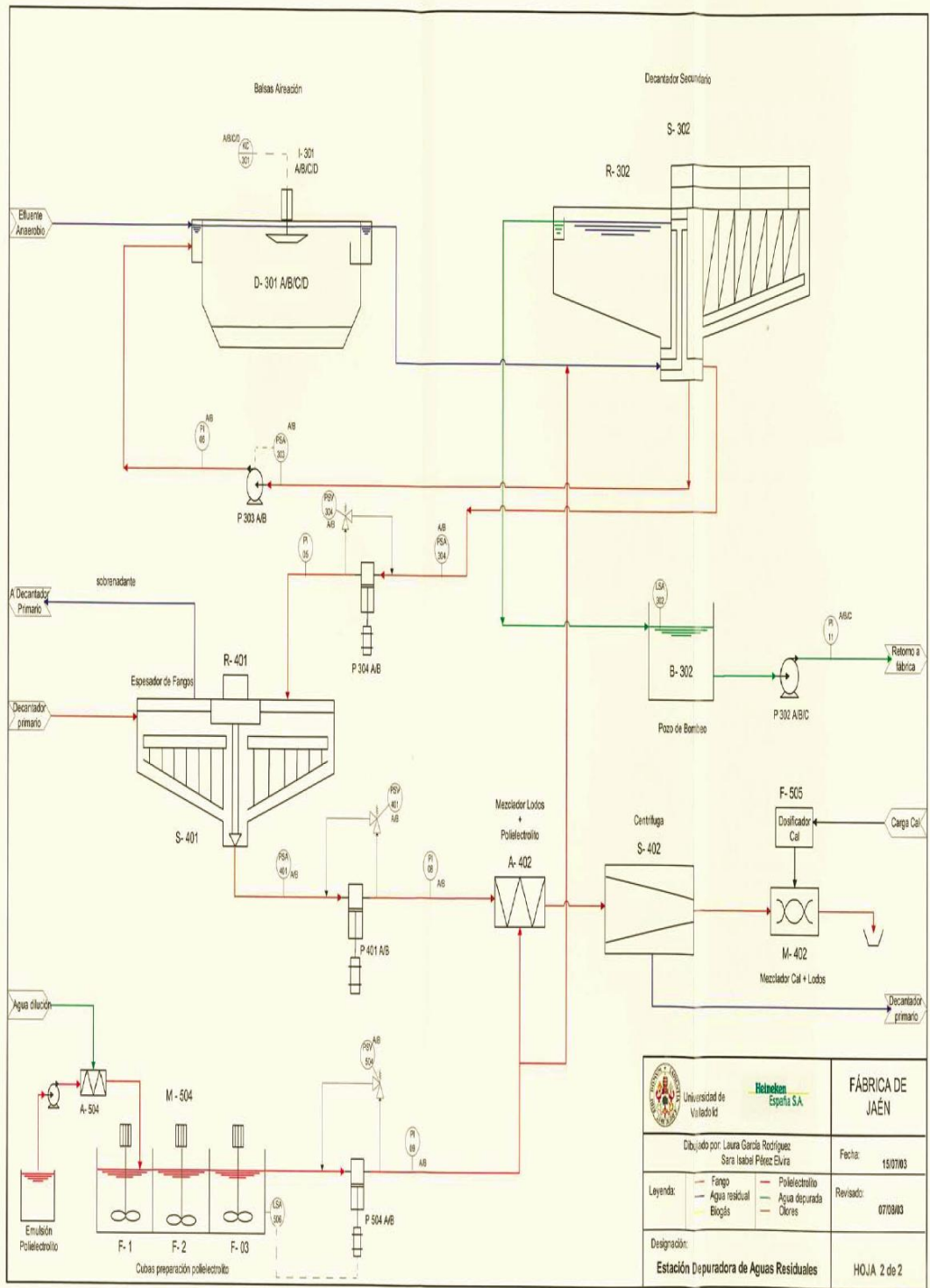
Con las actuaciones propuestas, la planta debería trabajar correctamente para alcanzar los valores de vertido que pide la administración. Las actuaciones son costosas, pero necesarias para el correcto funcionamiento de la planta.

Personalmente, las practicas me han servido como una experiencia en la cual he podido poner en práctica los conocimientos adquiridos en el máster, así como para aprender otras muchas cosas nuevas y conocer el funcionamiento de una gran empresa desde dentro, así como su forma de trabajar.

Anexos

Diagrama de flujo de la EDAR





Universidad de Valladolid Huelvan Española S.A.	FABRICA DE JAÉN
	Dibuñado por: Luana García Rodríguez Sara Isabel Pérez Clivia
Leyenda: - Fango (Red line) - Agua residual (Blue line) - Biogás (Yellow line)	- Polielectrolito (Green line) - Agua depurada (Orange line) - Cloros (Purple line)
Designación: Estación Depuradora de Aguas Residuales	HOJA 2 de 2

