



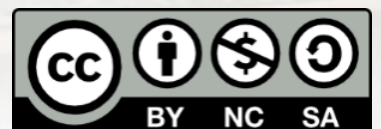
**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS AGUAS
RESIDUALES, RESIDUOS SOLIDOS Y AHORRO Y USO
EFICIENTE DEL AGUA PARA LA PLANTA QUALITY
BEEF.**

Autor

Nicol Javier Quintero Bernal

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia
2021**





UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
1803
FACULTAD DE INGENIERÍA

**OPTIMIZACIÓN DE LOS PROGRAMAS AGUAS RESIDUALES,
RESIDUOS SOLIDOS Y AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA
PARA LA PLANTA QUALITY BEEF.**

Estudiante:

Nicol Javier Quintero Bernal

Informe de Práctica

Programa académico: Ingeniería Sanitaria

Asesor interno:

María Camila Grueso Domínguez – Ingeniera Sanitaria

Asesor externo:

Sara Amaya Restrepo – Ingeniera Ambiental

**Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela ambiental
Medellín, Colombia
2021**

Tabla de Contenido

1. Resumen.....	5
2. Introducción	5
3. Objetivos	8
3.1. Objetivo general	8
3.2. Objetivos específicos.....	8
4. Marco Teórico	8
5. Metodología.....	18
5.1. Diagnóstico.....	18
5.2. Análisis y estrategias a implementar.....	¡Error! Marcador no definido.
5.3. Estrategias y seguimiento.....	23
6. Análisis y resultados	24
7. Conclusiones.....	33
8. Referencias bibliográficas	34

Listado de figuras

Figura 1. Esquema trampa de grasas. Elaboración propia.....	10
Figura 2. Esquema tanque homogeneizador. Elaboración propia.....	10
Figura 3. Esquema reactor UASB. Elaboración propia	11
Figura 4. Esquema reactor lodos activados. Modificado (Eduardoño, 2004) ...	12
Figura 5. Esquema sedimentador secundario. Modificado (Eduardoño, 2004)	13
Figura 6. Esquema tanque trasiego. Modificado (Eduardoño, 2004).....	13
Figura 7. Esquema filtro polyglass. Elaboración propia	14
Figura 8. Esquema tanque de contacto. Modificado (Eduardoño, 2004)	14
Figura 9. Esquema tanque espesador de lodos. Modificado (Eduardoño, 2004)	15
Figura 10. Esquema tren tratamiento PTARnD. Modificado (Eduardoño, 2004)	16

Listado de tablas

Tabla 1. Criterios Biodegradabilidad agua residual	9
Tabla 2. Formato control de fugas planta QB	19
Tabla 3. Formato de mantenimiento diario.....	23
Tabla 4. Consumo de agua en etapa de diagnóstico.	25
Tabla 5. Caracterización residuos peligrosos	32
Tabla 6. Matriz compatibilidad residuos peligrosos. (AmbienteBogotá.gov.co)	32

Listado de Gráficos

Gráfico 1. Fugas mensuales Planta Quality Beef.....	26
Gráfico 2. Consumo de agua diario planta Quality Beef.	27
Gráfico 3. Oxígeno disuelto diario reactor aerobio.....	30
Gráfico 4. Porcentaje generación de residuos sólidos.	33

Listado de Imágenes

Imagen 1. Capacitación uso eficiente y ahorro de agua.....	21
Imagen 2. Capacitación manejo de residuos sólidos.	22
Imagen 3. Trampa de grasas después de haber presentado reboses.	28
Imagen 4. Reactor de lodos activados, con presencia de espumas y expulsión de lodos.	29
Imagen 5. Medición del volumen de lodos con cono inmhoff	29
Imagen 6. Problema de espuma reactor aerobio.	31

1. Resumen

El incremento de la población mundial y el auge de las empresas ha generado la explotación y mala utilización de los recursos naturales, esto tiene efectos dañinos sobre la salud humana y el medio ambiente ya que se ve alterado su equilibrio como consecuencia de los altos grados de contaminación. Debido a esto a partir del siglo XX nacieron diversas alternativas para el tratamiento de las aguas residuales mediante procesos físicos, químicos o biológicos para reducir al mínimo el impacto ambiental. Las industrias de alimentos son consideradas como una de las más contaminantes generando efluentes contaminados con altas concentraciones de DQO, DBO, sangre, grasas y una alta cantidad de residuos sólidos, por lo tanto, es necesario el tratamiento de las aguas residuales provenientes de estas industrias mediante tratamientos biológicos generalmente.

La planta de desposte mixto Quality Beef de INVERSIONES EURO S.A cuenta con un efluente proveniente de los procesos realizados al interior de la planta, cargado de sangre y grasas principalmente y es tratado mediante una planta de tratamiento de aguas residuales industriales que está compuesta por un tratamiento preliminar, un tratamiento primario y uno secundario; estos procesos se ven afectados por un alto consumo de agua que supera el caudal de diseño de las estructuras, además, cuenta con una alta generación de residuos sólidos; en este proyecto se planteó una metodología con el objetivo de optimizar los programas del departamento de gestión ambiental, compuesta por etapas de diagnóstico, análisis e implementación y seguimiento de estrategias; en la etapa de diagnóstico se identificaron problemas en los procesos de tratamiento y en la separación en la fuente de los residuos. Se realizó una optimización en los programas Ahorro y Uso Eficiente del Agua, Aguas Residuales y Residuos Sólidos, obteniendo buenos resultados en la separación en la fuente de residuos y en el consumo de agua.

2. Introducción

El crecimiento de los centros urbanos, la población y el auge del sector industrial ha contribuido al desarrollo productivo, esto trae consigo un aumento en la cantidad de aguas residuales domésticas e industriales que son vertidas sin un previo tratamiento y que pueden contaminar las fuentes de agua disponibles teniendo un alto impacto ambiental que podría dar como resultado afectaciones a la salud pública. (Alvis, 2015)

Las aguas residuales son la combinación de los residuos líquidos o aguas portadoras de residuos. En general se consideran aguas residuales domésticas (ARD) a los desechos líquidos provenientes de las residencias, edificios comerciales e institucionales y se denomina aguas residuales industriales (ARNI) a los líquidos provenientes de las descargas de la industria de manufactura. El tratamiento de las aguas residuales se puede dar mediante procesos biológicos que tienen como fin la remoción de contaminantes mediante la actividad de microorganismos, que son capaces de degradar sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas mediante su transformación en

biomasa y gases; además de procesos fisicoquímicos que se utilizan cuando las aguas tienen una elevada alta carga orgánica o presencia de componentes tóxicos para los microorganismos o que son difíciles de biodegradar y es necesario la adición de químicos. (Romero, 2004)

Las aguas residuales industriales son únicas porque dependen de las materias primas que se utilicen para los procesos productivos y la cantidad de agua gastada en cada uno de ellos. (Romero, 2004) Los vertimientos generados por las empresas están controlados mediante entes reguladores y autoridades ambientales a nivel municipal y/o nacional, los cuales exigen unos valores máximos permisibles para estos y así aportar al mejoramiento y cuidado de la calidad del agua. (Ministerio de medio ambiente y desarrollo sostenible, 2015)

El método de depuración de las aguas residuales ha existido desde la antigüedad, los griegos 300 A.C. utilizaban letrinas que mediante canales conducían el agua residual hacía campos agrícolas, su principal objetivo era drenar las aguas y arrojarlas sobre la tierra como fertilizante. A principios del siglo XX, empezaron a descubrir que le podrían dar un mejor uso a los “organismos” y empezaron a separar las aguas grises de las pluviales. El sistema de tratamiento de lodos activados nació en 1882 con los primeros ensayos de aireación de efluentes y en 1917 se construyó la primera planta de lodos activados en Withington, USA (Menéndez, C., & Pérez, J. 2007).

La industria cárnica es considerada a nivel mundial como una de las más contaminantes del sector alimentario, (Díaz, 2018) ya que para la elaboración de los productos se requiere grandes cantidades de agua por temas de limpieza e inocuidad; las aguas residuales provenientes de estos procesos de producción se caracterizan por tener altas concentraciones de DBO, DQO, sangre, grasas y demás residuos generados por las canales de carne que van a ser transformadas. (Álvarez-Padrón, Y., Vega-Guerra, R., Pérez-Silva, R. M., Bermúdez-Savón, R. C., & Rodríguez-Pérez, S. 2012). Debido a la necesidad de tratar estas aguas, los tratamientos biológicos han sido los más llamativos ya que pueden tratar aguas residuales con altas tasas de carga orgánica, requiere poca energía y son de fácil operación. (Erazo Carvajal, D. A. 2014). Además, en la industria cárnica hay gran generación de residuos sólidos que requieren un tratamiento previo o disposición final.

Los residuos son cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales que el generador abandona, desecha o entrega y que puede ser idóneo para el aprovechamiento o transformación con valor económico o de disposición final. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013). El manejo integral de los residuos sólidos implica la planeación y cobertura de las actividades relacionadas con los residuos, desde la generación hasta la disposición final. (Ministerio de vivienda, 2020). Esto para prevenir, minimizar, reutilizar y aprovechar en función de que los residuos que se lleven a disposición final sea la menor cantidad posible; por esto es importante que en la planta Quality Beef se dé la separación en la fuente y la buena presentación de los residuos mediante la utilización de los contenedores adecuados en los puntos ecológicos.

En Colombia, el departamento de Antioquia se ha destacado por ser uno de los principales productores agrícolas, debido a la gran variedad de pisos térmicos que posee (desde un clima cálido hasta páramos), permitiendo la explotación de diferentes razas bovinas productoras de carne y leche, posicionándose en el primer puesto durante los censos pecuarios de los años 2017 y 2018. Debido a esto, las industrias procesadoras de carne desde el beneficio hasta el procesamiento cárnico se han vuelto un foco de atención desde el punto de vista ambiental para la autoridad competente por la explotación de los recursos naturales para llevar a cabo sus actividades, obligando a las industrias a desarrollar estrategias de control desde la actividad productiva hasta la forma en que disponen los residuos generados y así mitigar los impactos negativos que puedan provocar al medio ambiente. (Instituto colombiano agropecuario, 2017).

Inversiones Euro S.A. cuenta con una marca propia de productos y derivados cárnicos, que son producidos y comercializados por la planta de desposte mixto Quality Beef, esta cuenta con una estructura de tres niveles donde se dividen los procesos: en el primer nivel se lleva a cabo la recepción de canales de res y cerdo que son beneficiados en la central ganadera de la ciudad de Medellín, posteriormente pasan por un proceso de desposte donde se separan los huesos de los diferentes cortes que van a ser porcionados y empacados para ser distribuidos en las deferentes tiendas de Euro inversiones; en el segundo nivel se encuentra la planta de producción de derivados cárnicos (chorizo, salchichón, etc.) y en el tercer nivel se encuentra las zonas comunes como baños, comedores y una subestación eléctrica que abastece la planta.

En la planta Quality Beef se generan aguas residuales con alta carga orgánica que requieren ser tratadas previamente a su vertimiento, esto se realiza mediante una planta de tratamiento de aguas residuales industriales que cuenta con tratamiento preliminar, tratamiento primario y secundario que ha permitido que la planta cumpla con los valores máximos permisibles por la norma. Sin embargo, ha tenido problemas graves de funcionamiento asociados al aumento excesivo del caudal del afluente y esto ha traído como consecuencia reboses en los tanques, espumas en el reactor aerobio y generación de malos olores. Por la situación descrita se hace necesario llevar a cabo actividades que ayuden a optimizar los procesos donde se presenta el mayor consumo de agua en la planta, esto sin dejar de lado la inocuidad e higiene requeridos por el área de calidad.

También se presenta una alta generación de residuos sólidos orgánicos, aprovechables y residuos peligrosos (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos- RAEE) de los diferentes procesos de la planta. El incremento de producción en la planta trae consigo un aumento en el gasto de materia prima y, por lo tanto, la generación de más residuos; debido a esto se deben buscar empresas que recuperen o utilicen como materia prima la mayor parte de los materiales y así evitar que estos vayan a disposición final.

Los procesos que se realizan en la planta hacen necesario el lavado diario de las zonas de trabajo, canastillas e implementos; los cuales requieren grandes volúmenes de agua para ser llevados a cabo. En la empresa se cuenta con un

plan de uso eficiente y ahorro de agua que, por diferentes circunstancias ha presentado dificultades al momento de su ejecución, por esto se hace indispensable la puesta en marcha de este para así lograr una alta disminución en el consumo de agua.

Para mejorar la eficiencia en los procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales se hace necesario la optimización en la etapa del tratamiento secundario por medio de un adecuado arranque y estabilización, ya que se ha visto altamente afectado por las frecuentes contingencias que se presentan al interior de la planta.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Optimizar los programas de aguas residuales, ahorro y uso eficiente de agua y manejo de residuos sólidos que hacen parte de la gestión integral de la planta de desposte mixto Quality Beef.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar los parámetros óptimos para el funcionamiento del reactor aerobio y de esta manera mejorar la calidad de agua tratada.
- Implementar estrategias de ahorro y uso adecuado del agua en la planta Quality Beef, garantizando así el menor consumo posible y la operación de la PTAR en límites cercanos al caudal de diseño.
- Minimizar la cantidad de residuos sólidos, mediante la separación en la fuente, recolección y almacenamiento, permitiendo un mayor aprovechamiento por parte de organizaciones de reciclaje u otras.
- Apoyar las diferentes actividades del área ambiental dentro de la empresa, para así lograr una sinergia en pro de mejorar las condiciones ambientales de esta.

4. Marco Teórico

La gestión ambiental ha adquirido gran importancia en las organizaciones ya que es indispensable en el marco del desarrollo sostenible, no solo para la empresa sino para la sociedad en general. El progreso y crecimiento económico de la empresa debe ir ligado a la conservación del medio ambiente. (Hernández, Santana & Escarpeta 2018).

Biodegradabilidad del agua residual: Las aguas residuales están compuestas por una amplia cantidad de compuestos orgánicos e inorgánicos con diversas propiedades físicas y diferentes tasas de biodegradabilidad, es necesario conocer estas características del agua residual para evaluar el tipo de tratamiento

(biológico o fisicoquímico) y así determinar si pueden ser tratadas por microorganismos que utilizan el agua como fuente de energía y alimento para su metabolismo o si por el contrario poseen compuestos no biodegradables que requieran tratamiento fisicoquímico. En la siguiente tabla se muestran los criterios de biodegradabilidad para el agua residual en función de la DQO y DBO. (Ronzano, E., & Dapena, J. L. 1995).

Tabla 1. Criterios Biodegradabilidad agua residual

Criterio de biodegradabilidad de agua residual	
Criterio	Descripción
DBO/DQO < 0,5	Baja biodegradabilidad. Tratar el agua residual con tratamiento fisicoquímico
DBO/DQO > 0,5	Alta biodegradabilidad. Tratar el agua residual con tratamientos biológicos.
DBO/DQO = 0,5	Combinar ambos tratamientos. (fisicoquímico y biológico)

La planta de tratamiento de agua residual no doméstica en la planta Quality Beef de inversiones Euro S.A fue construida en el año 2015 debido a la alta carga orgánica presente en las aguas generadas y así dar cumplimiento a las exigencias en vertimientos que propone la resolución 0631 de 2015 para la industria cárnica. Dicha planta cuenta con los siguientes procesos para el tratamiento del agua:

Cribado: Hace parte del sistema preliminar de la PTARnD y su función es retener sólidos grandes con el fin de no causar daños en bombas u obstrucciones en las tuberías que conducen a las siguientes unidades. (Mesa & Sepúlveda 2019).

Trampa de grasas: Tiene como objetivo retener las grasas que se generan en el proceso de transformación de la carne, este proceso se basa en aprovechar la diferencia de densidades donde las grasas quedan retenidas en la superficie del líquido y permite remover hasta el 90% de estas. (Román, Romero & Reyes 2015). En la

se muestra la dirección del flujo y el funcionamiento de la trampa de grasas

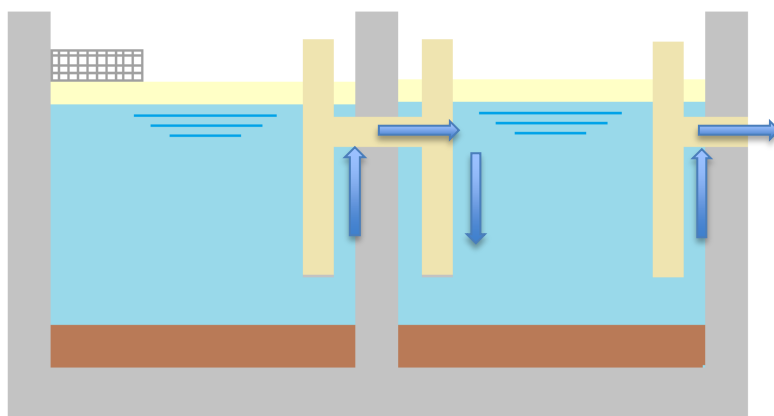


Figura 1. Esquema trampa de grasas. Elaboración propia

Tanque de homogenización: Regula las características en la carga orgánica presente evitando sobrecargas en procesos posteriores. (Eduardoño, 2004). En la **Figura 2** se muestra su funcionamiento.



Figura 2. Esquema tanque homogeneizador. Elaboración propia.

UASB: Es un reactor biológico de flujo ascendente y manto de lodos, su objetivo es remover la mayor parte de la materia orgánica presente en las aguas residuales en ausencia de oxígeno. Este sistema tiene la capacidad de separar el efluente tratado, la biomasa y el biogás producidos por el proceso. (Mesa & Sepúlveda 2019).

Al reactor anaerobio de flujo ascendente ingresa el agua residual por la parte inferior pasando por un manto de lodo en suspensión compuesto por bacterias que forman flocs o biomasa y que son las encargadas de transformar la carga contaminante del agua residual industrial en metano (CH_4), dióxido de carbono

(CO₂), ácido sulfhídrico (H₂S) y agua, transformando muy poca cantidad en lodos. (Molina Pérez, 2019)

El Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA) es un sistema compacto con bajo requerimiento de área, costos de construcción y operación, además se obtiene eficiencias de alrededor del 65 al 70%. En la se puede observar sus diferentes fases y funcionamiento.

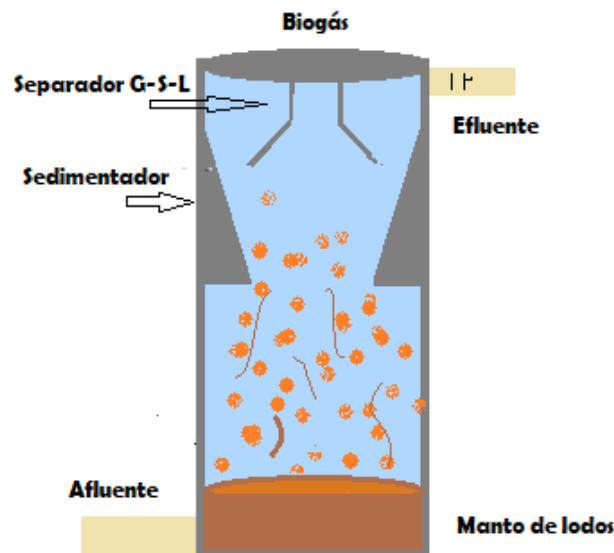


Figura 3. Esquema reactor UASB. Elaboración propia

Para el adecuado funcionamiento del reactor anaerobio se hace necesaria ausencia estricta de oxígeno y de sustancias tóxicas. Es importante que el pH permanezca en un rango óptimo (6,8 y 7,2 unidades de pH) favoreciendo la presencia de las bacterias ideales para el tratamiento biológico ya que su crecimiento de estas es lento, requieren temperaturas cercanas a los 35 °C para alcanzar altas eficiencias de remoción.

Los nutrientes nitrógeno, carbono y fósforo son un factor esencial en el adecuado funcionamiento del sistema y deben permanecer en las proporciones justas para el proceso anaerobio **DBO5: N: P = 300: 5: 1**.

Lodos Activados: Es un reactor biológico que degrada la materia orgánica por medio de microorganismos: hongos, protozoos, bacterias y rotíferos que son encargados de oxidar la materia orgánica en presencia de oxígeno proporcionado por aireadores mecánicos para ser transformado en materia celular que luego es sedimentada. (Mesa & Sepúlveda 2019). Los sistemas de lodos activados son altamente eficientes para aguas provenientes de la industria alimenticia, sin embargo, su eficiencia se contrarresta debido a la inyección

mecánica de aire teniendo un consumo muy alto de energía y la excesiva generación de lodos. (Cobián, D. B. 2009). Para el caso de la planta Quality Beef el reactor de lodos activados es un post-tratamiento del efluente de un reactor anaerobio tipo UASB, aumentando la eficiencia en la remoción de materia orgánica y reduciendo la producción de lodo, ya que, el consumo de oxígeno obedece únicamente a la DBO proveniente del efluente del reactor anaerobio.

Es de suma importancia que en el reactor se den condiciones ambientales adecuadas para que los microorganismos puedan llevar a cabo sus reacciones, para esto es necesario que la concentración de oxígeno disuelto sea mayor a 1,5 mg/L y que el pH permanezca en un rango entre 6,5 – 9,0 unidades de pH, favoreciendo la eficiencia del reactor, también la temperatura influye en el adecuado funcionamiento y debe oscilar entre 25°C y 30°C, además, se debe garantizar la presencia de nutrientes en sus adecuadas proporciones DBO5: N: P = 100: 5: 1. (Grueso Domínguez, 2019) En la **Figura 4** se puede observar su funcionamiento donde las partículas son suspendidas por acción del aire inyectado.

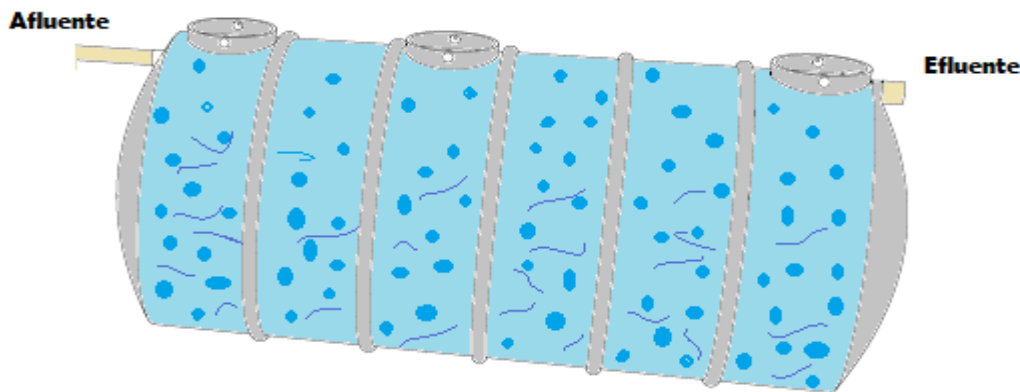


Figura 4. Esquema reactor lodos activados. Modificado (Eduardoño, 2004)

El reactor aerobio que hace parte de la PTARnD y tiene como función el tratamiento secundario, ha presentado varias contingencias ya que el aireador que es el encargado de generar oxígeno disuelto en este estuvo dañado alrededor de dos meses y además se presentan problemas de reboses por espumas que son generadas debido al uso de detergentes en las labores de limpieza y desinfección y como consecuencia hay expulsión de los lodos presentes en el reactor.

Sedimentador Secundario: Esta unidad se encarga de separar los sólidos que se escapan de procesos anteriores con el líquido, para obtener un efluente clarificado. (Eduardoño, 2004). Tiene como objetivo principal sedimentar los lodos que se escapan del reactor de lodos activados y un porcentaje de este es recirculado a dicho reactor con el fin de mantener una cierta cantidad de biomasa y así garantizar una remoción eficiente de la materia orgánica; la concentración

de sólidos se mide mediante el cono imhoff. (Ronzano, E., & Dapena, J. L. 1995) En la **Figura 5** se muestra un esquema del sedimentador secundario.

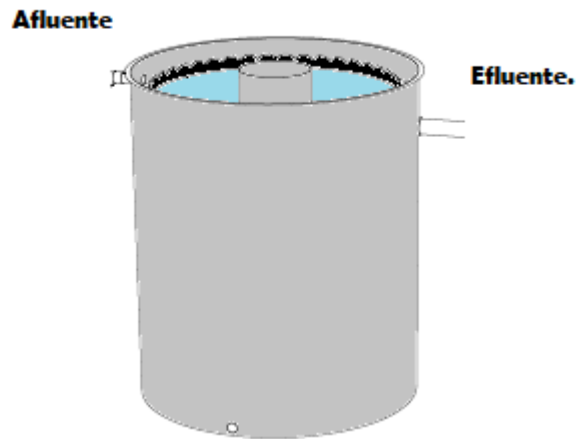


Figura 5. Esquema sedimentador secundario. Modificado (Eduardoño, 2004)

Tanque trasiego: Es un tanque de paso que se encarga de bombear el efluente del clarificador mediante una bomba sumergida al proceso posterior. (Eduardoño, 2004). En la **Figura 6** se muestra un esquema del tanque trasiego.

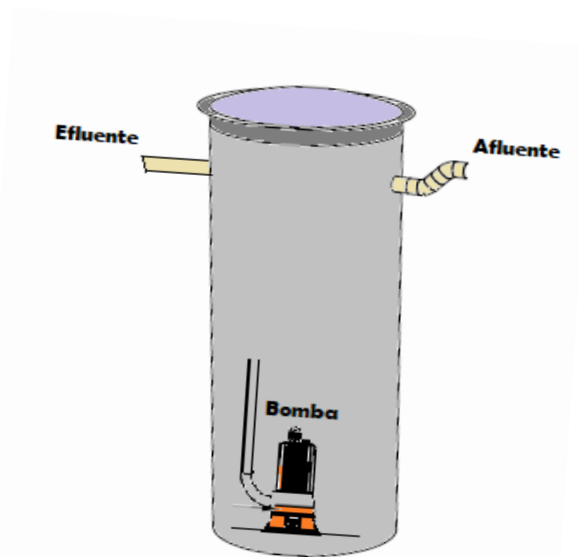


Figura 6. Esquema tanque trasiego. Modificado (Eduardoño, 2004)

Filtro polyglass 16X65: Es un filtro descendente que se encarga de retener las partículas más pequeñas que no alcanzan a sedimentar en procesos anteriores y así disminuir los sólidos suspendidos en el efluente, está compuesto de un lecho filtrante de materiales de diferente diámetro. (Eduardoño, 2004). En la

Figura 7 se puede observar un esquema del filtro con sus diferentes lechos y proporciones.



Figura 7. Esquema filtro polyglass. Elaboración propia

Tanque de contacto: Es el último proceso del sistema en el cual se retiene el agua con el fin de que tenga un tiempo de contacto con el desinfectante antes de ser vertida al alcantarillado, alcanzando un efluente con mejor calidad y cumpliendo los parámetros establecidos por la resolución 0631 2015. (Eduardoño, 2004). En la **Figura 8** se muestra un esquema del tanque.

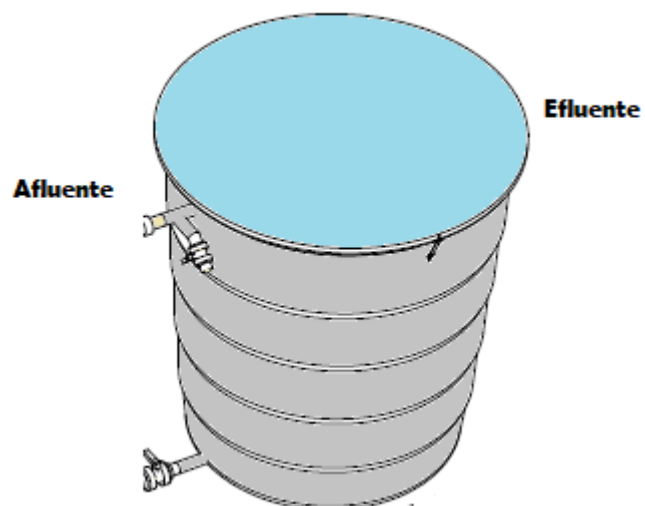


Figura 8. Esquema tanque de contacto. Modificado (Eduardoño, 2004)

Espesador de lodos: En este tanque se almacenan los lodos provenientes de las purgas y del retrolavado diario del filtro polyglass. (Eduardoño, 2004). En la **Figura 9** se muestra un esquema del tanque.

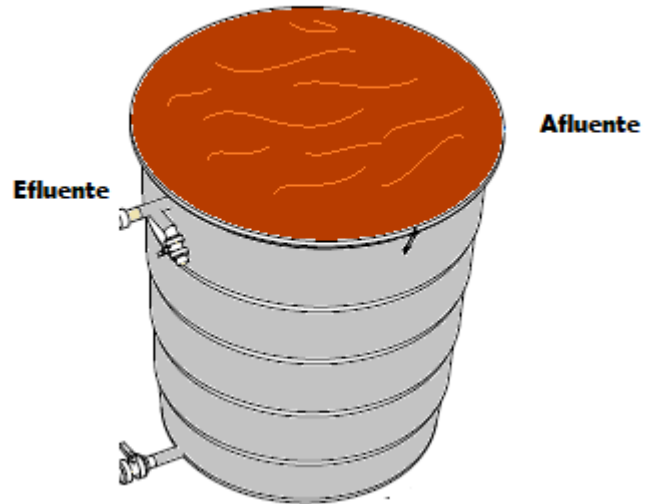


Figura 9. Esquema tanque espesador de lodos. Modificado (Eduardoño, 2004)

En la **Figura 10** se muestra un esquema completo del tren de tratamiento de la planta de aguas residuales no domesticas de la planta Quality Beef donde se puede observar su secuencia y ubicación.

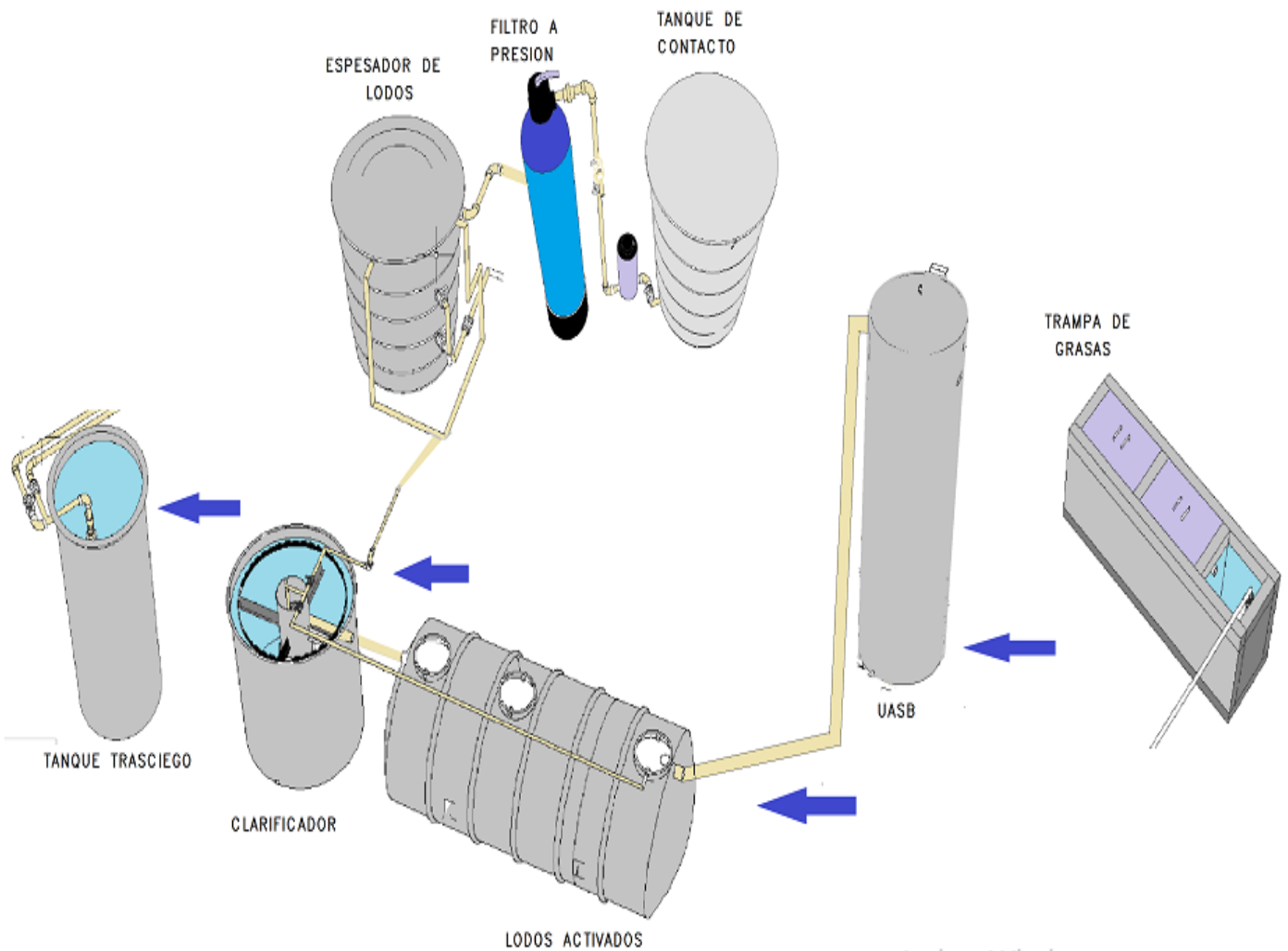


Figura 10. Esquema tren tratamiento PTARnD. Modificado (Eduardoño, 2004)

Plan de gestión integral de los residuos sólidos.

En la planta Quality Beef se generan gran cantidad de residuos como consecuencia de la actividad productiva, la adecuada separación de estos permite tener una mejor calidad de los residuos optimizando su aprovechamiento y minimizando la disposición final. Los residuos generados en la planta son separados de acuerdo norma técnica colombiana GTC 24. (Norma técnica colombiana GTC 24, 2009)

A continuación, se definirán algunos conceptos relacionados con la gestión integral de los residuos sólidos con el fin de garantizar la prevención, minimización y manejo adecuado de los residuos sólidos en la separación en la fuente y el almacenamiento temporal.

Residuos sólidos: Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento, principalmente sólido, resultante del consumo o uso de un bien en actividades, domésticas, industriales, comerciales o institucionales que poco a poco pierde su valor. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013).

Residuo sólido aprovechable: Es cualquier material, objeto sustancia o elemento que no tiene valor para quien lo genera, pero, que puede ser aprovechado y reincorporado al ciclo productivo. Estos residuos son generados después de utilizar la materia prima que es necesaria en los procesos de la planta algunos de estos son: Cartón, archivo, pasta, plásticos y chatarra. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013).

Residuo sólido ordinario: Es todo residuo sólido de características no peligrosas y que, por su naturaleza o composición no puede ser aprovechado o reutilizado y tiene que ser llevado a disposición final. Dichos residuos se generan en todos los procesos de la planta Quality Beef. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013).

Residuos peligrosos: Es aquel residuo que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radioactivas puede causar daño a la salud humana y el medio ambiente. (Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, 2013). En la planta Quality Beef se generan algunos de estos residuos como: corte punzantes, Material absorbente, empaques contaminados y RAEE, estos son generados después de las labores de mantenimiento y diferentes procesos de la planta. Los residuos peligrosos no contaban con una adecuada clasificación, separación y un espacio adecuado para su almacenamiento que diera cumplimiento a los requerimientos hechos en visitas técnicas realizadas por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA)

Programa uso eficiente y ahorro del agua.

El programa de uso eficiente y ahorro del agua consiste en un conjunto de proyectos, actividades y acciones dirigidas que promuevan prácticas de uso eficiente del recurso agua. En la planta de desposte mixto Quality Beef se cuenta con un plan de uso eficiente y ahorro de agua con el fin de que se disminuya el consumo en las diferentes etapas de producción de acuerdo con lo establecido en la ley 373 de 1997. (Minambiente, s.f).

Debido a los beneficios que presenta el programa se tiene como objetivo implementar estrategias en las que se reduzca y se haga un uso eficiente del recurso hídrico en las actividades desarrolladas en la planta Quality Beef.

5. Metodología

Con el fin de dar cumplimiento a los objetivos planteados, se implementó una metodología en una serie de etapas que se desarrollaron gradualmente en los seis meses de duración de la práctica académica. Además, se realizaron revisiones bibliográficas y de información que tuviera la empresa para la implementación de nuevas estrategias y así obtener los resultados esperados.

5.1. Diagnóstico

En primer lugar, se realizó un seguimiento a todo el proceso productivo de la planta de desposte mixto Quality Beef con el fin de identificar puntos críticos o posibles fallas en los procedimientos. A continuación, se enuncian los aspectos del proceso que fueron evaluados:

Ahorro y uso eficiente del agua

Se realizó acompañamiento a los diferentes procesos de la planta en los que se requiere consumo de agua, tales como, sala de desposte, empaque, porcionado, recibo canales, limpieza y desinfección, siendo el último el proceso más importante para contrarrestar los consumos excesivos de agua. Además, se realizaron controles mensuales de fugas mediante el formato que se muestra en la **Tabla 2**

Tabla 2.Formato control de fugas planta QB

Formato de fugas - PQB															
Niveles	Áreas	Servicios Sanitarios		Lavamanos baños		Duchas		Orinales	Lavaplatos	Mezcladores - Mangueras	Manguera agua fría	Canillas	Lava botas LyD	Lavamanos LyD	Total Fugas
		Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres								
Nivel 1	Recibo canales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	8
	Cavas	-	-	-	-	-	-	-	-	xxxx	-	-	-	-	
	Pasillos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Desposte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Empaque	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	✓	-	-	
	Despachos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	
	Zona de canastillas	-	-	-	-	-	-	-	-	x	x	✓	-	-	
	Caldera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	
	PTAR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	
	Zona de LyD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	
Filtro sala desposte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	x	
Nivel 2	Empaque multiback	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	-	2
	Horno	-	-	-	-	-	-	-	-	x	-	-	-	-	
	proceso derivados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	
	Laboratorio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	x	
	Pasillos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Entre 2 y 3	Administración	✓	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	0
Nivel 3	Corredores														1
	Cafetin	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	
	Enfermería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Baños	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	-	-	-	-	-	-	
	Zona LyD	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	
	Tanques de almaenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	
TOTAL FUGAS															11

Aguas Residuales

Durante el periodo de diagnóstico se observó los procesos como trampa de grasas, reactor UASB y Reactor aerobio que componen la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de la planta Quality Beef, con el fin de identificar las fallas en dichos procesos.

Residuos sólidos

Se hizo seguimiento a los puntos ecológicos al interior de la planta con el fin de evidenciar problemas de separación en la fuente, y se identificaron materiales potencialmente aprovechables.

5.2. Análisis y estrategias para implementar

- **Capacitaciones colaboradores planta**

En el transcurso de las de las practicas se realizaron capacitaciones y socializaciones de los programas residuos sólidos y ahorro y uso eficiente de agua que serán descritos a continuación.

Ahorro y uso eficiente del agua

Para reducir la cantidad de agua consumida diariamente, se realizaron capacitaciones al personal encargado de limpieza y desinfección y a los operarios de la planta como se observa en la **Imagen 1** con el fin de concientizar y darles a conocer la importancia del ahorro del agua y los beneficios que traería a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), además se realizaron acompañamientos y charlas constantes para la elaboración de un procedimiento detallado de limpieza y desinfección donde se velara por la reducción del consumo de agua, en el cual no se afectara el proceso productivo ni los parámetros de inocuidad exigidos por el área de calidad. También se realizó trabajo conjunto con el área de mantenimiento informando y realizando informes con el propósito de que los inconvenientes que se presentaran se solucionaran en el menor tiempo posible.



Imagen 1. Capacitación uso eficiente y ahorro de agua

Residuos solidos

Para lograr la eficiencia en el proceso de residuos sólidos se debía hacer la adecuada clasificación de estos en los colores establecidos en el PMIRS, puesto que permite el aprovechamiento y minimización de peligros en la mezcla de los residuos, para lo cual se hizo necesario acompañar las áreas de desposte, empaque, porcionado y producción de derivados e identificar que residuos podían ser aprovechados y eran dispuestos como ordinarios, además se realizaron aforos como estrategia de seguimiento a cada proceso y para cuantificar la generación de residuos por área y determinar porcentajes de generación de cada residuo. Asimismo, se realizaron capacitaciones a los operarios de la planta como se muestra en la **Imagen 2** acerca de la importancia del buen manejo de los residuos, donde ellos exponían ideas acerca de cómo mejorar los procesos con el fin de tener una reducción en la generación.




Imagen 2. Capacitación manejo de residuos sólidos.

- **Aguas Residuales**

Para dar cumplimiento a la resolución 0631 de 2015 que regula el vertimiento de aguas residuales, se realizó un cronograma de seguimiento diario a la PTAR donde quedaron establecidos los parámetros más importantes y el rango en el cual deben permanecer como se muestra en la **Tabla 3**.

Se tomaron mediciones diarias de oxígeno disuelto, pH y semanales de la sedimentabilidad del lodo presente en el reactor aerobio con el cono inmhoff con el fin de saber si las variables se encuentran en los rangos óptimos, teniendo así una idea de las condiciones a las que se enfrentan los microorganismos para el arranque y estabilización de dicho reactor y de esta manera tener conocimiento de los parámetros que se tienen en cuenta para un funcionamiento adecuado. Además, se realizaron calibraciones periódicas a los equipos de medición de OD y pH para la obtención de datos precisos en los valores arrojados por dichos equipos.

Tabla 3. Formato de mantenimiento diario

 Mantenimiento diario PTAR											Código F-GA-02-01
											Versión 1
											Fecha 09 - 07-2020
Mes	Verifica							CLARIFICADOR	TANQUE DE CONTACTO	FILTRO POLYGLASS	Observaciones
	UASB		TANQUE AEROBEO				Remoción de lodos	pH (6 - 9)	Retrolavado y enjuague		
	Limpieza de filtro	Cambio de esponjilla	Oxígeno disuelto (0,8 - 1,5)	pH (6 - 9)	Recirculación de lodos	Verificación de olores	Sólidos con cono Imhoff				
	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC	C/NC		
DIA											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
	Semanal			Diario			Semanal	Diario	Diario	Diario	

5.3. Alternativas y seguimiento

Ahorro y uso eficiente de agua.

Como estrategias para generar un mayor impacto del programa de uso eficiente y ahorro de agua en el consumo diario se realizaron capacitaciones a los colaboradores, acompañamientos al personal en todos los procesos y se midió la cantidad de agua consumida diariamente al interior de la planta con el fin de no exceder el caudal máximo de la PTAR.

Aguas residuales.

Se realizaron seguimientos constantes a todos los procesos que componen el tratamiento de las aguas residuales conociendo su comportamiento y falencias.

Residuos sólidos

Se hizo acompañamiento constante a los puntos ecológicos mejorando la separación en la fuente y se realizaron aforos y caracterización de los residuos identificado residuos potencialmente aprovechables.

6. Análisis y resultados

Ahorro y uso eficiente de agua.

En la planta de se realizan actividades de limpieza y desinfección en el transcurso del día que requieren consumo de agua ya que este no depende de la cantidad de canales procesadas, sino del área productiva de la planta; A las 3:00 pm, cuando termina la producción. Se realizo acompañamiento a dichos proceso y, además, se tomaron mediciones diarias del consumo de agua durante el horario de producción y se realizaron inventario de fugas mensuales mediante el formato de la **Tabla 2**.

se encontró un consumo excesivo de agua en el procedimiento de lavado de equipos, utensilios, canastillas y superficies. Adicionalmente, se presentaban constantes fugas en los mezcladores de agua caliente, mangueras y llaves aumentando el gasto de agua, teniendo consecuencia directa en la planta de tratamiento de aguas residuales ya que debido a esto se generaban reboses en la mayoría de sus unidades.

En la **Gráfico 1** se reportan 11 fugas halladas durante el periodo de diagnóstico, en este tiempo estos daños eran reiterativos en el área de producción, esto debido al mal manejo de los mezcladores de agua caliente por parte de los colaboradores de la planta provocando el deterioro de las mangueras y generando consumos excesivos que se ven reflejados en la **Tabla 4**, donde en la mayor parte de los días del mes en junio y julio se superó el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales (0,17 L/s)

Tabla 4. Consumo de agua en etapa de diagnóstico.

	Mayo	Junio	Julio
Días	Consumo(m3)	Consumo(m3)	Consumo(m3)
1	21	17	19
2	20	18	19
3		18	18
4	19	38	16
5	17	19	
6	15	20	19
7	18		16
8	17	22	16
9	13	18	21
10		18	9
11	16	16	36
12	15	18	
13	13	12	18
14	19		18
15	13		18
16	16	18	16
17		19	26
18	17	17	26
19	18	17	
20	16	14	
21	18		6
22	16		17
23	16	19	23
24	5	16	21
25	16	15	20
26	17	17	
27	15	5	23
28	15		19
29	15		19
30	16	22	13
31			26

Las fugas son una de las principales causas en el en aumento del consumo de agua, ya que una fuga que no se controle oportunamente puede generar gastos excesivos de agua durante un tiempo prolongado; con el fin de prevenir consumos excesivos en el consumo se realizaron inventarios de fugas mensuales en todos los sistemas y niveles de la planta. En el **Gráfico 1** se muestra la cantidad de fugas mes a mes encontrando los meses de mayo (Azul), junio (Café oscuro) y julio (morado) como los más críticos ya que se evidencia gran cantidad de fugas 11, 10, y 10 respectivamente en los sistemas de la planta y esto se ve reflejado en el consumo diario, como se observa en el **Gráfico 2**, en los mismos meses los consumos alcanzan valores descomunales excediendo significativamente el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales. Las fugas repetitivas se generaron a partir de la mala manipulación de los mezcladores de agua caliente y esto se debe a la operación de estos ya que al utilizarlo dejaban la válvula del vapor abierta ocasionando deterioro más rápido en las mangueras.

En contraste con los primeros meses, en agosto (verde) y septiembre (naranja) se encontró una disminución significativa de las fugas en los inventarios realizados como se muestra en la **Gráfico 1**, esto como consecuencia de las capacitaciones donde se expuso la importancia en el buen manejo de los equipos para evitar el deterioro de estos y, además, la constante comunicación con el área de mantenimiento para corregir los problemas en el menor tiempo posible y el acompañamiento en las labores de limpieza y desinfección velando por el ahorro de agua dando cumplimiento a lo procedimientos estipulados para estas labores. En consecuencia, la disminución en la cantidad de fugas se ve reflejado en el consumo de agua como se puede observar en el **Gráfico 2** para dichos meses, donde este pocas veces sobrepaso el caudal de diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales generando un buen funcionamiento de las estructuras de tratamiento preliminar donde para estos meses no se presentaron reboses.

Así mismo, para el mes de octubre (rojo) se presenta un aumento ligero en las fugas como se muestra en el **Gráfico 1** y se ve reflejado en el consumo de agua para los últimos días de octubre como se observa en el **Gráfico 2** de esta manera se muestra la relación que tiene las fugas respecto al consumo de agua. Dicha situación se solucionó reportando de manera oportuna al área de mantenimiento con el fin de no afectar el consumo mensual.

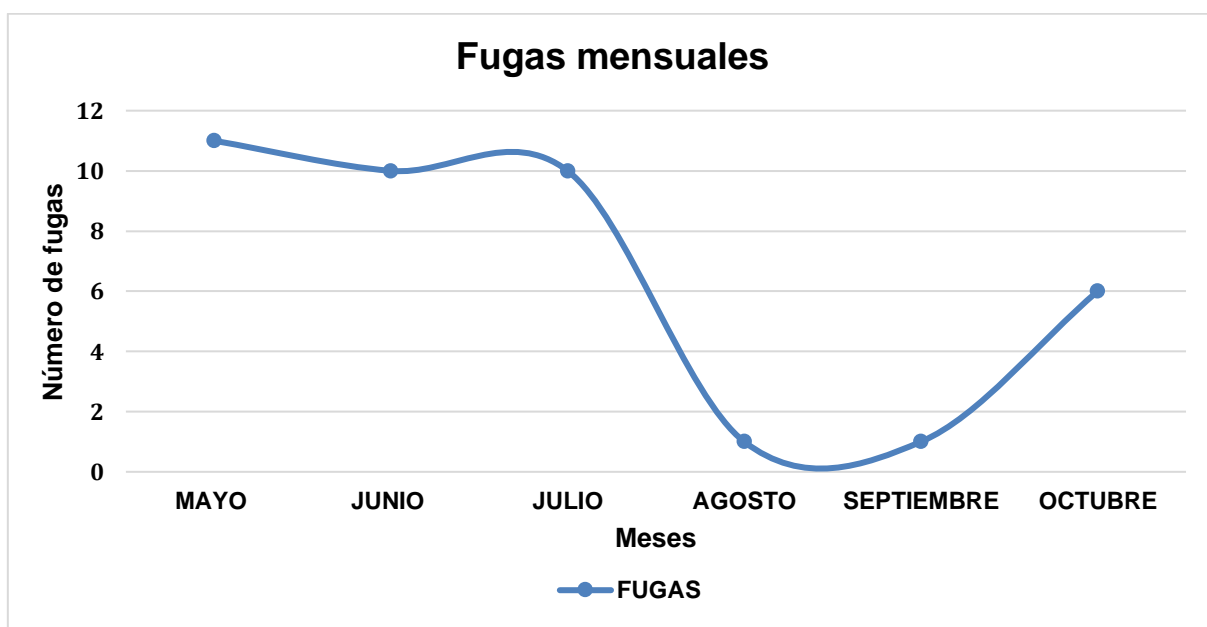


Gráfico 1. Fugas mensuales Planta Quality Beef.

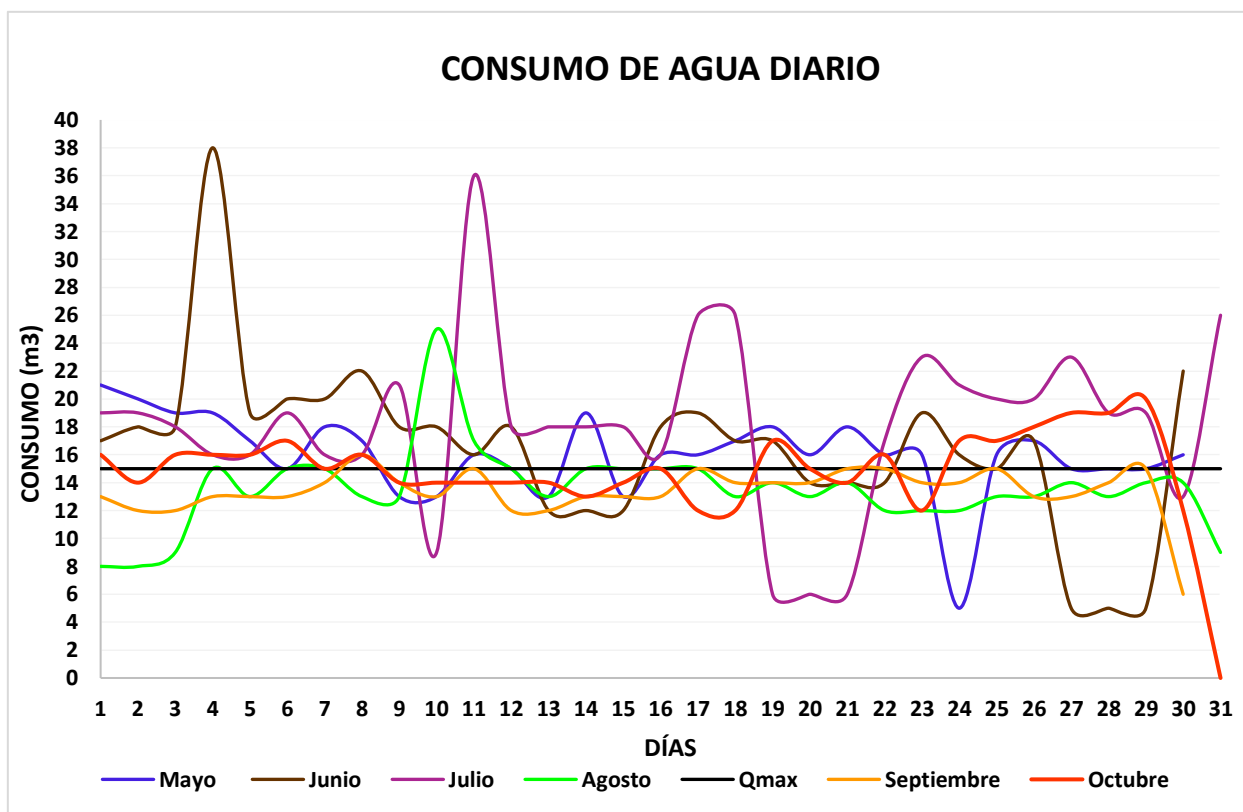


Gráfico 2. Consumo de agua diario planta Quality Beef.

Las fugas son factor determinante en el consumo de agua de la planta de desposte mixto Quality Beef, por esta razón se deben realizar los inventario de fugas mensualmente y tener constante comunicación con el área de mantenimiento haciendo informes donde se muestren puntos críticos, Además, se debe continuar con la implementación del plan de ahorro eficiente y uso del agua por medio de capacitaciones y acompañamientos donde se concientice a los colaboradores de la importancia del ahorro del agua para la planta.

Aguas residuales.

Trampa de grasas: Esta unidad es constantemente afectada por el alto consumo de agua en las labores de limpieza y desinfección, ya que está diseñada para un caudal máximo de 0,17 L/s y en las horas pico se excede significativamente, lo que ocasiona reboses como se observa en la **Imagen 3** sobrepasando su borde libre y llega al tanque homogeneizador impidiendo la separación adecuada de las grasas.



Imagen 3. Trampa de grasas después de haber presentado reboses.

Reactor aerobio: En este reactor se presentó una contingencia a mediados de mayo ya que el blower que proporciona la inyección mecánica de aire al tanque dejó de funcionar y tuvo que ser reparado, por esta razón el reactor continuó funcionando en ausencia de oxígeno, lo que ocasionó la pérdida de la biomasa y microorganismos presentes en el agua residual; este aireador normalmente trabaja a máxima potencia y aun así presenta bajas concentraciones de oxígeno disuelto. Además, el reactor presentaba superabundancia de espumas repetitivamente como consecuencia de la mala dosificación y cantidad de los productos químicos de limpieza y desinfección expulsando la biomasa presente en el reactor como se muestra en la **Imagen 4** y disminuyendo considerablemente el porcentaje de lodos presentes como se observa en la **Imagen 5** donde se aprecia que una sedimentabilidad pobre en el reactor.



Imagen 4. *Reactor de lodos activados, con presencia de espumas y expulsión de lodos.*



Imagen 5. *Medición del volumen de lodos con cono inmhoff*

En el **Gráfico 3** se muestran las mediciones diarias de oxígeno disuelto durante cuatro meses en el reactor aerobio; la aireación en los lodos activados tiene como propósito: suministrar oxígeno a las células, mantener las células en suspensión y mantener en contacto íntimo las aguas residuales con los lodos presentes en el reactor con el fin de proporcionar condiciones aerobias en todo el reactor, para dar cumplimiento a esto es necesario mantener una concentración mínima de oxígeno disuelto en el reactor de 1,5 mg/L. (Ronzano, E., & Dapena, J. L. 1995). Los rangos que se observan en el **Gráfico 3** son insuficientes para que el reactor tenga un desempeño adecuado, afectando su eficiencia y estos problemas se dan como consecuencia de la dosificación de los productos de limpieza y desinfección, ya que estos al entrar en contacto con la aireación presente en el reactor generan una cantidad excesiva de espuma como se puede apreciar en la **Imagen 6** y por esta razón es necesario cerrar la válvula del aireador, permitiendo un menor inyección de aire al reactor ya que dicha situación sucede constantemente.

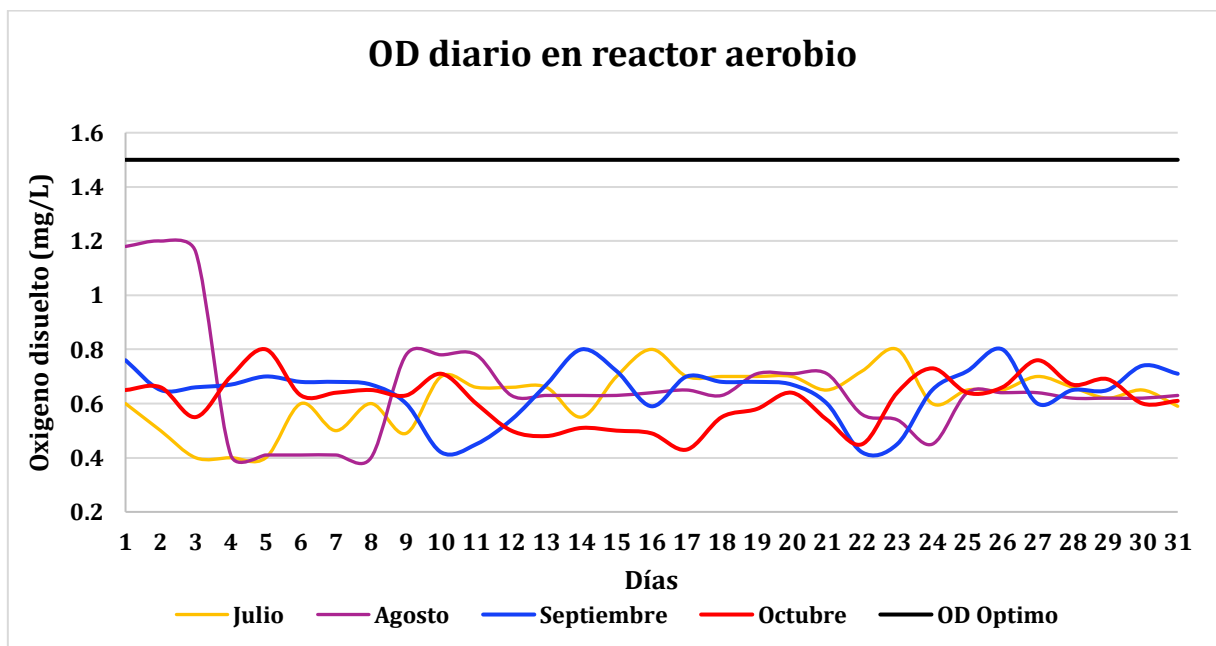


Gráfico 3. Oxígeno disuelto diario reactor aerobio.



Imagen 6. *Problema de espuma reactor aerobio.*

El reactor aerobio requiere una reinoculación con bacterias, arranque y optimización de este proceso con el fin de dar cumplimiento a la norma de vertimientos de aguas residuales industriales resolución 0631 de 2015 que se debe realizar en mayo de 2021.




Residuos Sólidos

En el cumplimiento de la normativa ambiental, específicamente el decreto 4741 de 2005 del ministerio de ambiente, en el cual se reglamenta la prevención y manejo de los residuos peligrosos, con el fin de garantizar una gestión adecuada se identificaron, cuantificaron y clasificaron los residuos peligrosos generados en la planta de acuerdo a los anexos I y II del decreto 4741 como se aprecia en la **Tabla 5**, con base en esto se determinaron los parámetros adecuados para el sitio de almacenamiento de estos residuos teniendo en cuenta la matriz de compatibilidad de la **Tabla 6** de sustancias peligrosas.

Tabla 5. Caracterización residuos peligrosos

Tipo de residuos	Clasificación anexo I y II DEC 4741	Característica o peligrosidad	Clase
CORTOPUNZANTES	Y1 Desechos clínicos	Infecciosas	Clase 6
ACEITES	A4130 Envases contenedores de desechos	Inflamable y Tóxico	Clase 6
RAEE	Y18 Residuos de desechos industriales	Tóxico	Clase 6
MATERIAL ABSORBENTE Y EMPAQUES CONTAMINADOS	A4140 Desechos químicos caducos	Inflamable y Tóxico	Clase 3
BIOSANITARIO	Y1 Desechos clínicos	Infecciosas	Clase 6
LUMINARIA	A 1180 POSCONSUMO	Tóxico	Clase 6

Tabla 6. Matriz compatibilidad residuos peligrosos. (AmbienteBogotá.gov.co)

CLASE DE RIESGO	1.	2.1	2.2	2.3	3.1	4.1	4.2	4.3	5.1	5.2	6	7	8	9
1. Explosivo	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Red
2.1. Gas inflamable	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Green	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
2.2. Gas comprimido inflamable no venenoso	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
2.3. Gas venenoso por inhalación	Red	Yellow	Green	Green	Red	Red	Red	Red	Red	Red	Yellow	Green	Yellow	Yellow
3. Líquidos inflamables y líquidos corrosivos	Red	Green	Yellow	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
4.1 Sólido inflamable	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
4.2 Sustancia espontáneamente combustible	Red	Yellow	Green	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
4.3 Sustancia peligrosa cuando esta mojado	Red	Green	Yellow	Red	Yellow	Green	Green	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Green	Yellow
5.1 Oxidante	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
5.2 Peróxido orgánico	Red	Red	Yellow	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
6. Sustancias tóxicas	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Yellow
7. Sustancias radioactivas	Yellow	Yellow	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
8. Sustancias corrosivas	Red	Green	Yellow	Yellow	Green	Green	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
9. Sustancias peligrosas varias	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
CONVENCIONES														
	Pueden almacenarse juntos													
	Precaución. Revisar incompatibilidades individuales													
	Pueden requerir almacenamiento separados ya que son incompatibles													

En materia de residuos sólidos, la planta Quality Beef cuenta con un plan integral de residuos sólidos (PMIRS), en el cual se establece la clasificación de los residuos, pero en este no se identificaron algunos residuos potencialmente aprovechables que eran generados en gran cantidad y que se almacenaban como residuos ordinarios teniendo como fin el relleno sanitario. También, se encontró la generación de un gran volumen de plásticos contaminados que eran separados en la fuente como residuos ordinarios, no se contaba con un sitio adecuado para la separación de los residuos peligrosos que cumpliera con la normativa colombiana.

En el **Gráfico 4** se muestra composición y cantidad en porcentaje los residuos sólidos producidos mensualmente al interior de la planta, en materia de residuos reciclables como el cartón, papel y plástico limpio aumentó su generación, se empezó a separar la fibra y la chatarra que eran residuos generados diariamente y eran dispuestos como ordinarios, para su posterior aprovechamiento. Por su parte el plástico contaminado que es el residuo de mayor porcentaje de generación en los procesos tuvo una leve disminución como consecuencia de la adecuada separación en la fuente, además, se logró encontrar una empresa que utilizara este como materia prima mediante procesos con el fin de obtener un plástico peletizado limpio. Para alcanzar estos resultados se realizaron campañas de sensibilización y acompañamiento constantes a los colaboradores, las cuales se recibieron de manera asertiva por parte de ellos y así lograr una disminución en la generación de los residuos.

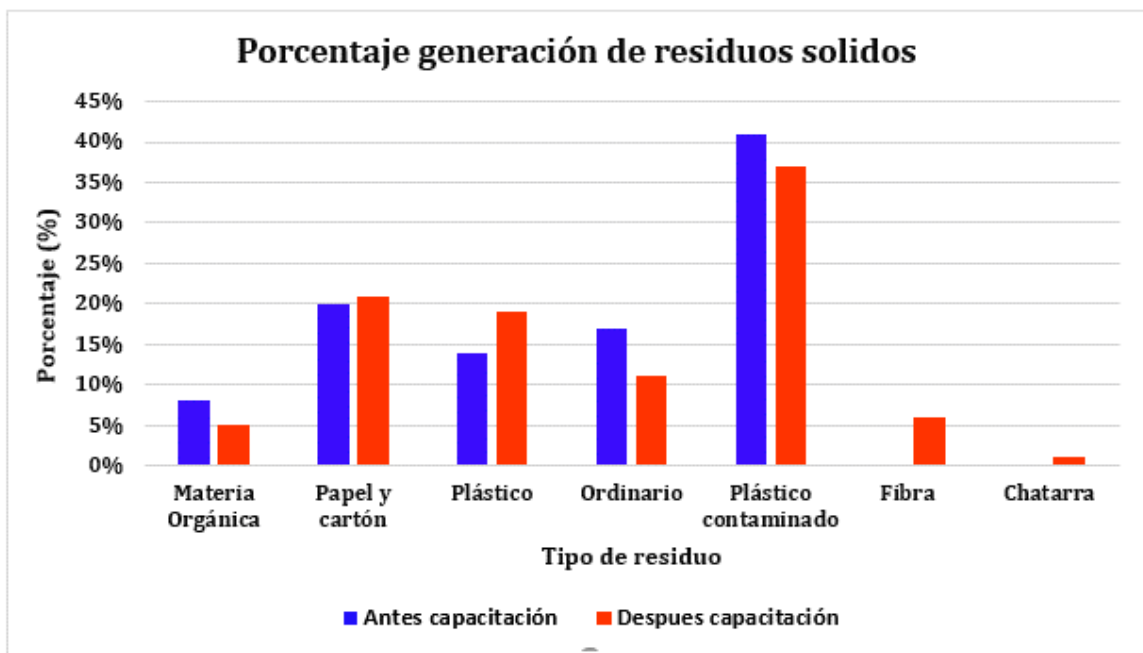


Gráfico 4. Porcentaje generación de residuos sólidos.

7. Conclusiones

- Con las capacitaciones realizadas a los colaboradores y el acompañamiento constante en todos los procesos de la planta Quality Beef se obtuvo reducciones considerables en el consumo diario de agua. Es importante continuar con las capacitaciones periódicas y el seguimiento a los procesos.
- Es de vital importancia la disminución en el consumo de agua para el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, evitando reboses y contingencias en el futuro que disminuya la calidad del efluente final.

- Se recomienda evaluar el cambio total de los productos de limpieza y desinfección ya que estos están generando problemas graves en el reactor aerobio ya la ausencia de oxígeno disuelto no permite que se realice el proceso metabólico al interior de este, afectado su eficiencia.
- En materia de residuos sólidos se logró avanzar en la concientización de la importancia de la separación en la fuente mediante las capacitaciones y acompañamiento constante. Se recomienda continuar con capacitaciones de residuos sólidos periódicas a los colaboradores de la planta.
- Se logró dar cumplimiento a los requerimientos realizados al área ambiental por parte de los entes reguladores INVIMA y AMVA para la industria de alimentos.

8. Referencias bibliográficas

Alvis, C. (2015). Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales del Complejo Urbanístico Barcelona de Indias. *Maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Gravito*, 58, 58.

Romero Rojas, J. A. (2004). Tratamiento de aguas residuales, teoría y principios de diseño. *Bogotá, CO, Escuela Colombiana de Ingenieros*.

Díaz Hernández, A. L., Santana Parada, J., & Escarpeta, E. (2018). Importancia De La Gestión Ambiental, Estudio De Caso Casa Franco & CIA LTDA.

Sierra Mesa, J. A., & Sepúlveda Mancipe, B. B. (2017). Guía y herramienta computacional para el diseño hidráulico de un sistema de tratamiento preliminar (cribado y desarenador) de aguas residuales.

Román, A. D., Romero, M. I. J., Reyes, L. H., & de Chalco, C. U. U. V (2015). DISEÑO DE TRAMPAS PARA GRASAS CON FIBRAS NATURALES. *de aplicación*, 41.

Minambiente. (s.f). *Programa de Uso Eficiente Y Ahorro del Agua*. Obtenido de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/193-5-uso-eficiente-y-ahorro-del-agua>

Eduardoño. (2004). *Manual de usuario operación y mantenimiento PTAR Euro*. Medellín.Colombia

González-Díaz, Y., Gómez-Real, P. A., & Matos Llorente, A. (2018). Diagnóstico ambiental preliminar y oportunidades de prevención de la contaminación en la Empresa de Productos Cárnicos de Holguín. Cuba. *Tecnología Química*, 38(1), 182-194.

http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=59b71639-ce77-4a79-affc-3051a4b0e550&groupId=24732

Ronzano, E., & Dapena, J. L. (1995). *Tratamiento biológico de las aguas residuales*. Ediciones Díaz de Santos.

Menéndez, C., & Pérez, J. (2007). Procesos para el tratamiento biológico de aguas residuales industriales. *Tratamiento anaerobio*.

Cobián, D. B. (2009). *Tratamiento biológico aerobio-anaerobio-aerobio de residuos ganaderos para la obtención de biogás y compost* (Doctoral dissertation, Universidad de León).

Álvarez-Padrón, Y., Vega-Guerra, R., Pérez-Silva, R. M., Bermúdez-Savón, R. C., & Rodríguez-Pérez, S. (2012). Evaluación de la biodegradabilidad anaerobia de aguas residuales del procesamiento de cárnicos. *Tecnología Química*, 32(3), 294-303.

Molina Pérez, F.J (2019). Reactores anaerobios UASB. Recuperado de diapositivas curso Sistemas de tratamiento de aguas residuales Universidad de Antioquia.

Grueso Domínguez, M.C (2019). Metabolismo bacterial. Recuperado de diapositivas curso procesos biológicos Universidad de Antioquia.

Diseño y construcción de un reactor UASB a escala de laboratorio para el tratamiento de aguas residuales de la industria de embutidos cárnicos (Doctoral dissertation, Universidad Internacional SEK).

Instituto Colombiano Agropecuario (2017) - ICA. Censo Pecuario Nacional-2017. Recuperado de www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2017

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2020). Recuperado de <https://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio 2013. Decreto 2981, 2013. "Reglamentación servicio público de aseo". Recuperado de <http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Decretos/2013/Documents/DICIEMBRE/20/DECRETO%202981%20DEL%2020%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202013.pdf>

Norma técnica colombiana GTC 24 (2009). Recuperado de (<http://www.bogotaturismo.gov.co/sites/intranet.bogotaturismo.gov.co/files/GTC%2024%20DE%202009.pdf>)

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución 0631, 2015. "*Parámetros y valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y de dictan otras disposiciones*". Recuperado de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d1-res_631_marz_2015.pdf