

**Elaboración cálculo de la huella de agua en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniera Ambiental**

**Valentina Espinosa Flórez**

**Asesora**

**Nathalie Ramírez Giraldo.**

**Ingeniera Ambiental**

**Corporación Universitaria Lasallista.**

**Facultad de Ingenierías Ingeniería Ambiental**

**Caldas-Antioquia**

**2020**

## Tabla de contenido

<b>Lista de ilustraciones.</b> .....	<b>4</b>
<b>Lista de tablas.</b> .....	<b>5</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>6</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>7</b>
<b>Justificación</b> .....	<b>10</b>
<b>Objetivos</b> .....	<b>12</b>
<b>Marco teórico</b> .....	<b>13</b>
<b>Huella de agua.</b> .....	<b>13</b>
La huella de agua permite: .....	13
<b>Metodologías aplicadas en la actualidad</b> .....	<b>14</b>
Huella ecológica: .....	14
Agua virtual: .....	14
Huella hídrica.....	15
Evaluación de la sustentabilidad – WFN .....	15
Huella de agua (ISO 14046, 2014). .....	15
<b>Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S</b> .....	<b>16</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>18</b>
<b>Objetivos y alcance.</b> .....	<b>18</b>
<b>Unidad funcional</b> .....	<b>19</b>
<b>Dimensión temporal y geográfica.</b> .....	<b>20</b>
<b>Límites del sistema</b> .....	<b>20</b>
<b>Datos de inventario</b> .....	<b>21</b>

	3
<b>Datos y supuestos .....</b>	<b>21</b>
Precisión .....	22
Integridad: .....	22
<b>Análisis de inventario .....</b>	<b>22</b>
<b>Pérdidas de agua .....</b>	<b>23</b>
Entradas:.....	23
Salidas.....	24
Usos del agua.....	24
<b>Actividades desarrolladas.....</b>	<b>25</b>
<b>Resultados .....</b>	<b>27</b>
Datos consumos de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S .....	27
<b>Datos entrada de agua a la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.....</b>	<b>42</b>
Datos de salidas de agua empresa Alimentos Cárnicos S.A.S .....	43
<b>Ilustración 5 Valores de entradas y salidas de agua .....</b>	<b>47</b>
<b>Evaluación de impactos .....</b>	<b>48</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>49</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>51</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>53</b>

**Lista de ilustraciones.**

Ilustración 1. Empresa Alimentos cárnicos S.A.S .....	17
Ilustración 2. Empresa Alimentos Cárnicos .....	17
Ilustración 3. Esquema metodológico.....	18
Ilustración 4. Ubicación empresa Alimentos Cárnicos S.A.S .....	20
Ilustración 5. Entrada y salidas de agua en el sistema.....	23
Ilustración 6. Producción planta 2019 .....	27
Ilustración 7. Consumo de agua sección reses .....	28
Ilustración 8. Consumo agua sección cerdos .....	29
Ilustración 9. Consumo de agua área sub-almacén .....	30
Ilustración 10. Consumo área lavado de canastas.....	31
Ilustración 11. Consumo área acopio de residuos .....	32
Ilustración 12. Consumo área lavado de poleas .....	33
Ilustración 13. Consumo de agua restaurante.....	34
Ilustración 14. Consumo manguera 5 de congelación .....	35
Ilustración 15. Consumo manguera 6 de congelación .....	35
Ilustración 16. Consumo manguera 3 de congelación. ....	36
Ilustración 17. Consumo condensador 5 .....	37
Ilustración 18. Consumo condensador 6 .....	38
Ilustración 19. Consumo condensador 7 .....	39
Ilustración 20. Consumo área marión.....	40
Ilustración 21. Consumo mensual medidores .....	41
Ilustración 22. Consumo de agua contador principal Alimentos Cárnicos S.A.S.....	41
Ilustración 23. Entradas de agua Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S .....	43
Ilustración 24. Purgas condensadores m3/mes .....	45

**Lista de tablas.**

Tabla 1. Medidores de agua empresa Alimentos Cárnicos S.A.S..... 25

## Resumen

En el presente documento se tiene el cálculo de la huella de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S sede Envigado , la cual permite cuantificar los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua considerando las etapas del ciclo de vida. El calculo de la huella de agua se realizo bajo la metodología establecida por la norma ISO 14046, donde se realizo principalmente unos objetivos y alcances , seguido a esto se realiza un análisis de inventario donde se tiene un balance de entradas y salidas de agua del sistema y finalmente se presenta una evaluación de impactos. En base a los resultados obtenidos, se pudieron conocer las actividades y las áreas donde se genera mayor consumo de agua y teniendo en cuenta esto se realización diferentes recomendaciones al respecto para lograr disminuir el consumo al recurso hídrico y minimizar los impactos ambientales ocasionados.

**Palabras clave:** Huella de agua, ISO 14046, Entradas y Salidas de agua.

## Introducción

El agua es un recurso indispensable para todos los seres vivos, sin embargo, este recurso se ha visto afectado debido a las diferentes actividades que realizan los seres humanos con el fin de satisfacer diferentes necesidades por medio de un producto o servicio. Las actividades económicas actualmente como la agricultura incluyendo también la irrigación, la ganadería y la acuicultura, generan un alto consumo y contaminación del recurso hídrico para la realización de sus procesos, ya que representan el 69% de las extracciones anuales de agua a nivel global. La industria (incluyendo la generación de energía) representa el 19%, y los hogares el 12% (UNESCO, 2019). Muchos de los procesos que se realizan en estas actividades económicas requieren de un alto consumo y uso irracional del agua y de los demás recursos naturales sin tener en cuenta la limitación que cada uno presenta.

Es importante resaltar que el 71 % de la superficie de la tierra está cubierta por agua , a los océanos y mares les pertenece el 97,5% de agua salada, cerca del 1,9 % se encuentra en estado congelado y el 0,5% se encuentra en aguas subterráneas de difícil acceso, para el consumo humano y para abastecer los procesos industriales que requieran de este recurso solo queda disponible 0,1% de agua dulce, la cual va disminuyendo poco a poco debido al crecimiento acelerado de la población y el alto consumo de agua que este fenómeno requiere (El compromiso de Argos con la huella hídrica, 2014).

Es de gran importancia identificar los impactos que se generan a los recursos naturales principalmente al recurso hídrico, ya que este se ve afectado debido a las diferentes acciones cotidianas del ser humano y los diferentes procesos que se realizan. Debido a esta problemática es necesario tomar conciencia y tener una responsabilidad ambiental con el fin de realizar un uso eficiente del agua y buscar reducir su consumo.

Los impactos causados a este recurso, se pueden identificar por medio del cálculo de la huella de agua la cual, es una herramienta que permite cuantificar los impactos ambientales más significativos. El cálculo de la huella de agua se puede realizar teniendo en cuenta la metodología abarcada en la norma ISO 14046, esta norma internacional fue aprobada en julio de 2014, la cual tiene un enfoque metodológico basado en el análisis de ciclo de vida de un producto o servicio, proceso u organización, considerando los usos directos e indirectos de agua en la cadena de valor correspondiente y los correlaciona a potenciales impactos (Fundación Chile & Agu Limpia, 2017). También especifica los principios, los requisitos y guías para la evaluación y generación de informes sobre la huella hídrica. La norma ISO 14046 surge como respuesta a la especial acogida que ha tenido en el mercado internacional el surgimiento del concepto de huella hídrica, nacida en 2002 como un concepto desarrollado por el profesor Arjen Y. Hoekstra, un visionario del Instituto para la Educación del Agua de la UNESCO, con la intención original de comprobar el impacto real de las actividades humanas sobre el medio hídrico, buscando tener una mejor visión de problemas actuales como la escasez de este recurso y su contaminación, de forma que fuese posible mejorar su comprensión y posterior gestión (Ideas medioambientales, 2014).

Grandes empresas y corporaciones como Coca-Cola, L'Oreal, Heineken, Levi's, Nestlé, entre otras han tomado la iniciativa de integrar el cálculo de la huella hídrica en sus procesos de análisis y evaluación de sus productos, teniendo en cuenta el recurso hídrico como factor fundamental de su gestión empresarial (Ideas medioambientales, 2014).

## Justificación

La empresa Alimentos Cárnicos S.A.S es una empresa en donde se tienen diversas actividades que requieren de un consumo de agua, entre estas actividades esta los diversos lavados que se realizan para la correcta realización de los procesos y para el cumplimiento primordialmente de normas de inocuidad alimentaria. Esta empresa busca la sostenibilidad en su negocio y por ello requiere cumplir no solo en el aspecto económico sino también en el aspecto social y ambiental. Por esta razón es de gran importancia para la empresa cuantificar la huella de agua con el fin de identificar las diferentes acciones que influyen en el uso del recurso hídrico y determinar posibles mejoras en las prácticas con el fin de reducir los impactos generados a este recurso. Conocer la huella de agua permitirá conocer el estado de responsabilidad ambiental que tiene la empresa y proporcionar información importante que permita identificar los impactos que se tienen sobre el recurso agua, con el fin de buscar un desarrollo sostenible en las actividades productivas y determinar el requerimiento de la implementación de proyectos de producción más limpia.

Realizar el cálculo de la huella de agua permitirá tener una base para la implementación de un Programa de uso eficiente y racional del agua (PUEYRA), presentado en la ley 373 de 1997, la cual define este programa el conjunto de proyectos y acciones que deben elaborar y adoptar las entidades encargadas de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado, riego y drenaje, producción hidroeléctrica y demás usuarios del recurso hídrico. Los resultados obtenidos en el cálculo de la huella de agua otorgaran información del estado y manejo del recurso hídrico en la empresa y

las posibles mejoras que se puedan presentar para contribuir con la disminución de los impactos generados.

Finalmente, la iniciativa de realizar el cálculo de la huella de agua implementando la metodología presentada por la norma ISO 14046, será un paso a generar una conciencia más responsable frente al uso del recurso hídrico , buscando dejar conocimiento frente a el uso que se le está dando a este recurso actualmente y cuáles serían las estrategias de mejora que se deben tener para impactar lo menos posible el recurso hídrico , así el cálculo de la huella de agua permitirá que la empresa obtenga un aspecto muy relevante y positivo en el mercado logrando un mayor reconocimiento por el interés y la responsabilidad que se tiene con el medio ambiente y los recursos naturales.

## Objetivos

### **Objetivo general:**

Estimar la huella de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S de acuerdo a la metodología ISO 14046, con el fin de conocer la cantidad de agua consumida en las diferentes áreas de la empresa y en cada uno de los procesos productivos de desposte de carne de res y de cerdos.

### **Objetivos específicos:**

Calcular las entradas, salidas de consumo de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.

Analizar los datos obtenidos mensualmente para identificar las acciones y las posibles actividades que repercuten en el consumo del recurso agua.

Evaluar los potenciales impactos ambientales relacionados con el agua utilizada en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S

## **Marco teórico.**

### **Huella de agua.**

La norma ISO 14046 define la huella de agua como la métrica o métricas con las que se cuantifican los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua y considera todas las etapas del ciclo de vida, desde la adquisición de las materias primas hasta el fin de vida de un producto, servicio u organización. La huella de agua está alineada con las estrategias de implementación y cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), al año 2030, específicamente en el objetivo seis que habla de agua limpia y saneamiento, y de manera transversal con los demás objetivos, especialmente el tres de salud y bienestar y el doce sobre producción y consumo sustentable (Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS., Embajada de Suiza en Colombia., Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE & otros, 2016).

#### **La huella de agua permite:**

- Evaluar la magnitud de impactos ambientales potenciales relacionados con el agua.
- Identificar oportunidades para reducir los impactos ambientales potenciales relacionados con el agua asociados con productos en varias etapas de su ciclo de vida, así como con procesos y organizaciones.
- La gestión estratégica del riesgo relacionado con el agua.
- Facilitar la eficiencia del agua y la optimización de la gestión del agua al nivel de productos, procesos y organización.

- Informar a quienes toman decisiones en la industria, las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales de sus impactos ambientales potenciales relacionados con el agua. Por ejemplo, para propósitos de planificación estratégica, establecimiento de prioridades, diseño o re-diseño de productos y procesos; toma de decisiones sobre inversiones de recursos, etc.
- Proporcionar información coherente y fiable con base en evidencia científica para dar el informe de los resultados de la huella de agua. (ISO 14046, 2014)

### **Metodologías aplicadas en la actualidad**

#### **Huella ecológica:**

Su objetivo es cuantificar la cantidad de superficie de terreno necesaria para el desarrollo sostenible de una sociedad: producir lo que la población consume y absorber los desechos. Como metodología se usa rendimientos de productos primarios (cultivos, bosques, pesca etc.) para calcular el área necesaria para soportar cierta actividad (Rees, 1992).

#### **Agua virtual:**

Su objetivo es determinar el agua incorporada a productos agrícolas u otros productos a lo largo del ciclo de vida. Como metodología promueve el análisis de las importaciones y exportaciones de productos "caros en agua", fabricados en los países con excedentes de agua y animando a su importación en los países que padecen estrés hídrico, con base en el uso evaporativo del recurso hídrico (Allan, 1998 ).

### **Huella hídrica**

Su objetivo es cuantificar la cantidad de agua requerida por un consumidor, un producto, una empresa o una región geográfica dividida en componentes azul, verde y gris. La metodología cuenta con tres fases: definición del objetivo y el alcance, contabilidad y formulación de la respuesta. Es utilizada por la iniciativa internacional Water Footprint Network (WFN) (A.Y.Hoekstra, 2002).

### **Evaluación de la sustentabilidad – WFN**

Su objetivo es complementar la metodología WFN para otorgar mayor información incluyendo aspectos económicos y sociales relacionados con el uso del agua. La metodología utilizada compara el agua azul contra el agua superficial subterránea y el agua gris con la capacidad de asimilación de contaminación de la cuenca. Además, realiza un análisis de eficiencia de uso del recurso y analiza si los efectos son distribuidos equitativamente entre las partes involucradas (Mekonnen & Hoekstra, 2011).

### **Huella de agua (ISO 14046, 2014).**

Su objetivo es cuantificar los impactos potenciales relacionados con el uso del agua en el ciclo de vida de un producto, considerando impactos en el ecosistema, salud humana y recursos. La metodología cuenta con cuatro fases: definición del objetivo y el alcance, análisis del inventario de la huella de agua, evaluación del impacto de la huella de agua e interpretación. Puede formar parte de un estudio de análisis de ciclo de vida o ser una evaluación independiente (Fundación Chile & Agu Limpia, 2016)

## **Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S**

La empresa Alimentos Cárnicos S.A.S. ubicada en el municipio de Envigado, pertenece al Grupo Nutresa S.A., que es el grupo empresarial líder en alimentos procesados en Colombia y uno de los más relevantes en América Latina. Alimentos Cárnicos trabaja con procesos de producción en línea, plantas especializadas y con la más alta tecnología para el proceso logístico, para brindar la más alta satisfacción a sus clientes y consumidores, entregando a estos algunas de las marcas más representativas en el sector de alimentos a nivel nacional, desde carnes frías, alimentos larga vida y otras opciones para alimentar y deleitar a la familia. La empresa Alimentos Cárnicos S.A.S es la encargada de realizar el desposte y el acondicionamiento de la materia prima cárnica de origen porcino y bovino, para la línea comercial en el caso de los cortes finos y para la línea industrial siendo la materia prima de carnes frías procesadas, carnes maduradas, embutidos, enlatados y platos listos preparados. De esta forma atiende plantas en diferentes ciudades del país como es el caso de Zenú, Ranchera y Pietrán en la ciudad de Medellín, Cunit en Barranquilla, Rica en Cali, suizo en Bogotá y realiza exportaciones a países como Vietnam. (Empresa Alimentos Carnicos S.A.S, 2019).

A continuación, se presenta algunas fotografías de las instalaciones de la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.

**Ilustración 1. Empresa Alimentos cárnicos S.A.S**

Fuente: Google maps, 2018

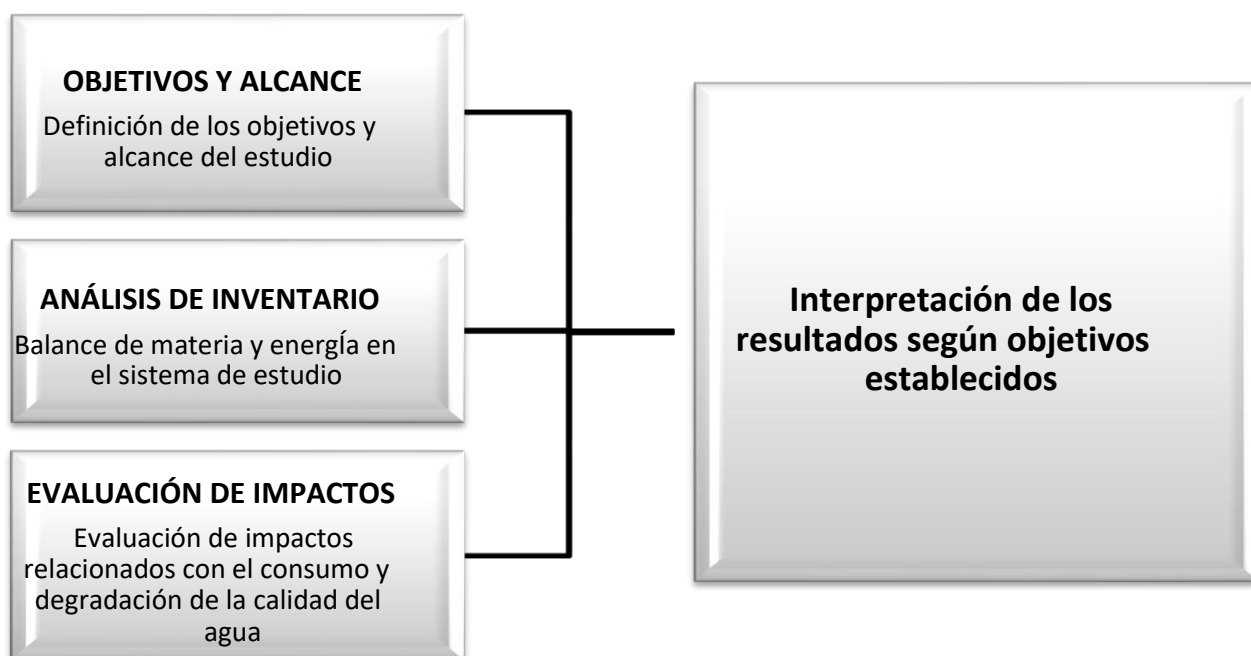
**Ilustración 2. Empresa Alimentos Cárnicos**

Fuente: Google maps, 2019

## Metodología

La Metodología que se va emplear como ya ha sido mencionada es la de la ISO 14046, a continuación, la ilustración 3 representa un mapa conceptual de la metodología para la realización del cálculo de la huella hídrica.

### Ilustración 3. Esquema metodológico.



Fuente: Manual de aplicación de evaluación de la huella hídrica acorde a la norma ISO 14046, 2016.

### Objetivos y alcance.

En esta primera parte de la metodología de la norma ISO 14046 se debe tener en cuenta diferentes aspectos que deben estar definidos en los objetivos y tener en cuenta diferentes cuestionamientos como los siguientes:

- ¿Cuáles son las razones para llevar a cabo el estudio?
- ¿Cuál es la aplicación deseada de los resultados?

- ¿Hacia quién están dirigidos los resultados?

Inicialmente es importante resaltar que el cálculo de la huella de agua se le realizara a la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S en general. La razón principal por la cual se realiza este cálculo es la gran importancia que se le ha dado a la parte ambiental especialmente a los recursos naturales, por ello por medio de este cálculo la empresa quiere conocer la dinámica del consumo del recurso hídrico en cada una de las actividades que allí se realizan e identificar los consumos directos e indirectos de agua. Con la obtención de los resultados se busca implementar acciones que permitan reducir los impactos generados por los usos de agua y capacitar a los colaboradores sobre la importancia del agua, su cuidado y como el mejorar las practicas aporta una disminución del consumo de este recurso.

Por último, los resultados adquiridos son dirigidos a la dirección de cada área de la empresa incluyendo los diversos contratistas, para que así en conjunto se tomen las decisiones más viables.

### **Unidad funcional.**

En esta parte es importante indicar la base de cálculo con la cual se normalizan las entradas y salidas del sistema, esto permitirá que los resultados reflejen la realidad y permitan concluir y tomar decisiones.

La unidad funcional en este estudio será  $m^3$ , ya que los cálculos de las entradas y salidas de agua de la empresa están realizados en esta unidad de medida.

## Dimensión temporal y geográfica.

El estudio de la huella de agua se realiza durante once meses, los cuales comprenden de enero a noviembre de 2019.

La ilustración 4 representa la ubicación en color rojo de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S, la cual está ubicada en toda la avenida regional al lado de la estación Ayurá, ubicada en este lugar desde el año 1980.

### Ilustración 4. Ubicación empresa Alimentos Cárnicos S.A.S



Fuente: Google maps, 2019

## Límites del sistema

Para el cálculo de la huella de agua se han considerado diferentes áreas donde se realizan actividades que involucran un consumo de agua, como la sección de reses, sección de cerdos, sub-almacén, restaurante, acopio de residuos, lavado de poleas, marión donde este incluye el área de lavado de bines, teflones y estibas, las oficinas y

taller de mantenimiento, área de uniformes, oficinas de metrología, calidad, ambiental y laboratorio.

### **Datos de inventario.**

La información recolectada para las entradas de agua del sistema, se obtuvo a partir de los datos mensuales de cada uno de los medidores ubicados en la planta, estos datos se obtienen en una ruta realizada por donde se encuentran los medidores de agua todos los días a las seis de la mañana. La información de las salidas de agua se obtuvo teniendo en cuenta información suministrada por diferentes contratistas como Novaquímica Colombia S.A., encargados del estudio fisicoquímico del agua de los condensadores ubicados en el área de generación, Ondina aliados del agua, encargados del funcionamiento de la Planta de tratamiento de Agua Residual - PTAR y se adquirió información sobre las facturas de servicios públicos para obtener el consumo de agua cobrado mensualmente por parte de Empresas Públicas de Medellín.

### **Datos y supuestos**

Se busca que la información recolectada sea lo más real y representativa posible, sin embargo, se presenta una excepción con los datos de algunos medidores ya que algunos no estaban presentes en algunos meses del año.

El medidor del área de lavado de poleas se incorpora en el mes de mayo, y a finales de septiembre ha presentado problemas en su medición, por lo tanto, no se tiene datos a partir de este mes.

Por otro lado, el medidor de agua del restaurante se incorpora en el mes de marzo y por ello solo se tienen datos de consumo a partir de este mes.

Para la evaluación de los impactos relacionados con el recurso hídrico, se realiza una descripción cualitativa de la calidad de los datos utilizados teniendo en cuenta diferentes criterios para su análisis.

### **Precisión.**

Se refiere a la fuente de los datos, métodos de adquisición y métodos de verificación. Los datos fiables son aquellos que se han verificado y medido directamente en terreno.

La fuente de datos utilizada para el cálculo de la huella de agua, son los datos recolectados día a día de los medidores de agua en la ruta realizada a las seis de la mañana, estos datos se consideran fiables, ya que son medidos directamente en cada una de las áreas y se encuentran calibrados y en buen estado.

### **Integridad:**

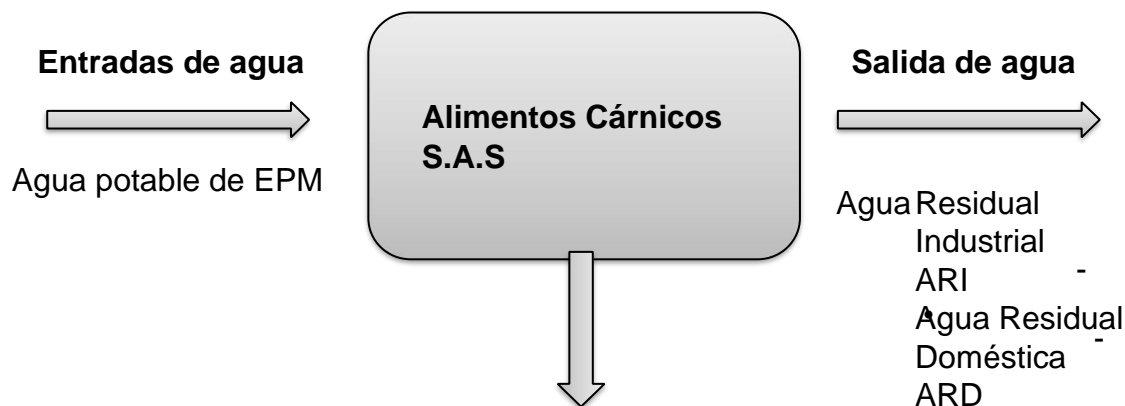
En este aspecto se tiene en cuenta que tan completos son los datos. En los datos obtenidos se tiene una ausencia de datos en el medidor de poleas y del restaurante debido a que no se habían implementado en los meses de enero a abril y de enero a febrero respectivamente.

### **Análisis de inventario**

Se realiza el levantamiento de la información donde se deben cuantificar todas las entradas y salidas relevantes del sistema analizado que contribuyen de manera significativa a los impactos ambientales relacionados con el uso de agua.

En la ilustración 5 se presenta las entradas y los diferentes tipos de salidas de agua en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S

### Ilustración 5. Entrada y salidas de agua en el sistema.



#### Pérdidas de agua

- Evaporación
- Humedad del suelo
- Fugas
- Lodos PTAR

#### Entradas:

Existe diversos tipos de entradas de agua como, agua superficial, agua subterránea, precipitaciones, humedad del suelo, agua salada, agua contenida en insumos del procesos y agua potable.

En la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S la entrada de agua que se tiene es únicamente agua potable suministrada por Empresas Públicas de Medellín. La cantidad de agua que entra a la empresa se determina debido al consumo que indica el contador de agua principal, sumado al contador de Marion.

**Salidas.**

Existen diversas salidas de agua en un sistema o proceso, como agua superficial, agua subterránea, agua evaporada, humedad del suelo, agua salada, agua contenida en productos del proceso y agua residual a tratar.

En la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S se presentan salidas de agua evaporada, agua residual a tratar, humedad del suelo, lodos de la PTAR y fugas presentadas. Para el caso del agua evaporada, humedad del suelo, lodos de la PTAR y fugas se van a tratar como pérdidas, solo el agua que sale directamente a la red de alcantarillado como la residual doméstica e industrial será denominada como salida.

El agua evaporada se genera debido a la presencia de tres condensadores que tiene como función cambiar el estado del refrigerante NH<sub>3</sub> (amoníaco) de gas a líquido, la humedad del suelo debido a un porcentaje de agua que queda en el suelo posterior a los lavados realizados, el agua residual a tratar proveniente de diferentes procesos en planta, agua proveniente de restaurante, agua que sale por lodos generados en la PTAR y ARD que va directamente al alcantarillado de Empresas Públicas de Medellín.

**Usos del agua.**

Existen diferentes usos del agua por actividades antropogénicas, como agua para irrigación, agua para operaciones de transferencia de calor, agua para uso en procesos, agua para uso en turbinas, agua para usos sanitarios. En la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S se tiene usos del agua para operaciones de transferencia de calor ya que se tienen procesos de termorregulación y enfriamiento de equipos, se tiene uso del agua en el proceso debido a las operaciones de lavado y usos sanitarios.

## Actividades desarrolladas

Las actividades desarrolladas en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S para la adquisición de los diferentes datos a utilizar para el cálculo de la huella de agua son:

- Revisión diaria de los medidores de agua ubicados en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S, con el fin de conocer día a día el dato del consumo de agua de las diferentes áreas de la empresa y posteriormente diligenciar los datos en la plantilla de desempeño ambiental de la empresa.

**Tabla 1. Medidores de agua empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.**

 <p>Sección reses</p>	 <p>Sección cerdos</p>
 <p>Área lavado de canastas</p>  <p>Área acopio de residuos</p>	 <p>Área marión</p>  <p>Área subalmacen</p>

 <p data-bbox="423 468 743 506">Área lavado de poleas</p>	 <p data-bbox="1049 468 1211 499">Restaurante</p>
 <p data-bbox="399 758 768 795">Manguera congelación #5</p>	 <p data-bbox="943 758 1317 795">Manguera congelación #6</p>
 <p data-bbox="399 1066 768 1104">Manguera congelación #3</p>	 <p data-bbox="1008 1066 1252 1104">Condensador #5</p>
 <p data-bbox="464 1413 703 1451">Condensador #6</p>	 <p data-bbox="1008 1413 1252 1451">Condensador #7</p>

- Reunión de indicadores ambientales como energía térmica, energía eléctrica, residuos y consumo de agua realizada mensualmente y en presencia de los coordinadores de las diferentes áreas y contratistas. El fin de esta reunión es conocer el consumo de agua del mes, y analizar las posibles causas del

aumento e incumplimiento de la meta propuesta por el negocio cárnico y finalmente tomar decisiones pertinentes para la disminución del consumo de agua.

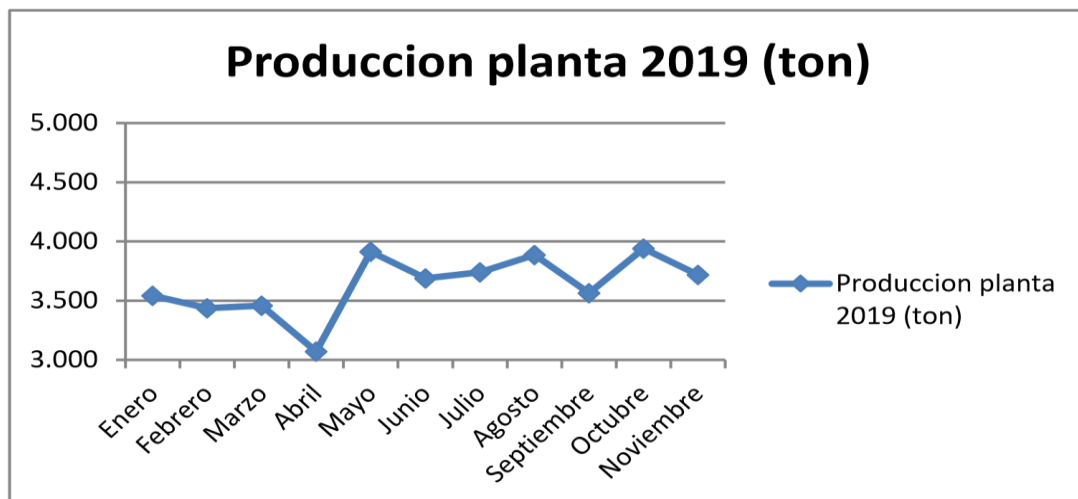
- Seguimiento de la bitácora realizada diariamente por parte del área de generación, con el fin de tener conocimiento sobre actividades que involucran unos consumos de agua como los lavados a los compresores y posibles fugas de agua que se hayan presentado.

## Resultados

### Datos consumos de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S

A continuación, se presenta la gráfica de la producción de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S con el fin de conocer como esta influye significativamente en el consumo de agua.

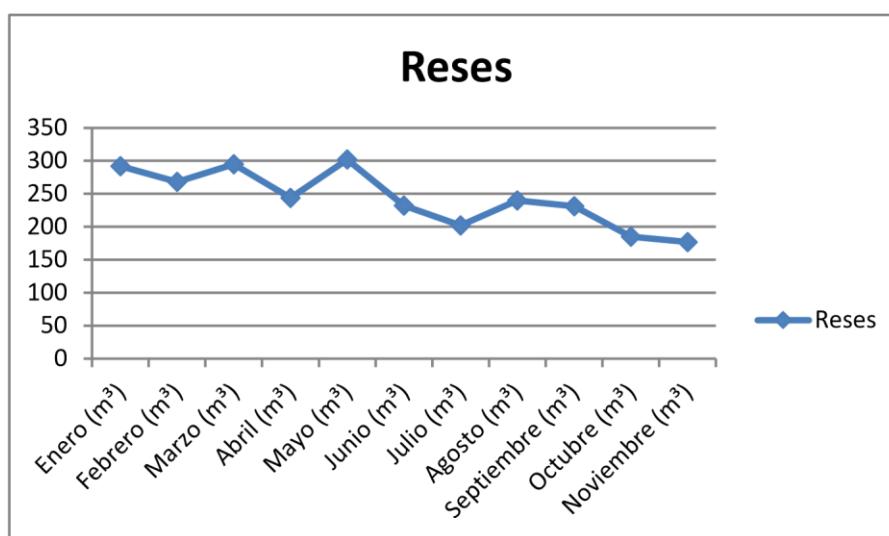
### Ilustración 6. Producción planta 2019



La ilustración 6 representa la producción mes a mes dentro de la planta; en el mes de abril se muestra una disminución considerable en producción, debido a la suspensión de operación por semana santa.

A continuación, se tiene las gráficas de los consumos de agua mensualmente de los diferentes medidores ubicados en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S

### Ilustración 7. Consumo de agua sección reses

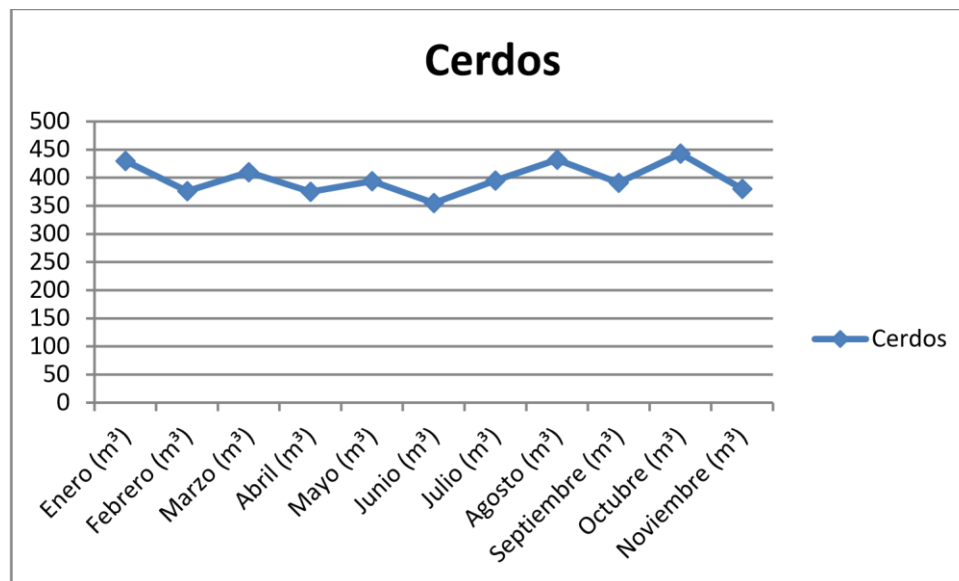


La ilustración 7 representa el consumo de agua que se tiene desde el mes de enero hasta el mes de noviembre en la sección de reses, de la gráfica se puede observar cómo en el mes de mayo se tiene un mayor consumo debido a que en este mes se presentó el segundo pico más altos en cuando a producción por parte de la empresa.

También se presentó una ruptura en un tubo de agua en el techo de reses; además de que también fue necesario el lavado extra de la sección de reses de forma completa, como también de algunas cavas; además se observa que a partir del mes de septiembre se presenta una disminución del consumo debido a la implementación de buenas

prácticas por parte del personal encargado de los lavados, como también a la constante supervisión de los coordinadores para que el trabajo se realizara de una forma eficiente, reduciendo así el consumo de agua, como también el número de lavados extra en la sección.

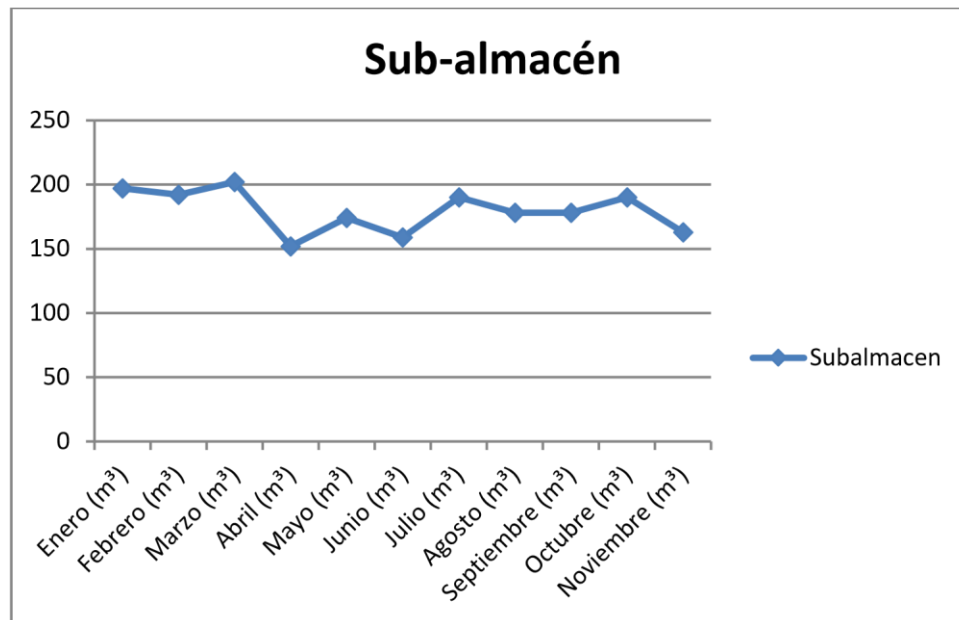
### Ilustración 8. Consumo agua sección cerdos



La ilustración 8 representa el consumo de agua en la sección de cerdos mensualmente, de esta se puede observar que el consumo del agua ha sido lineal, aumentando en algunos meses y disminuyendo en otros; esto debido a que la producción en los meses donde se muestran los picos menores ha sido, en comparación con otros meses (Ver grafica 1), menor. También se observa que el mayor consumo de agua se da en el mes de octubre, esto se da debido a que en este mes fue donde se dio la producción más alta en lo que se lleva del año, esto da como resultado que se realizaran

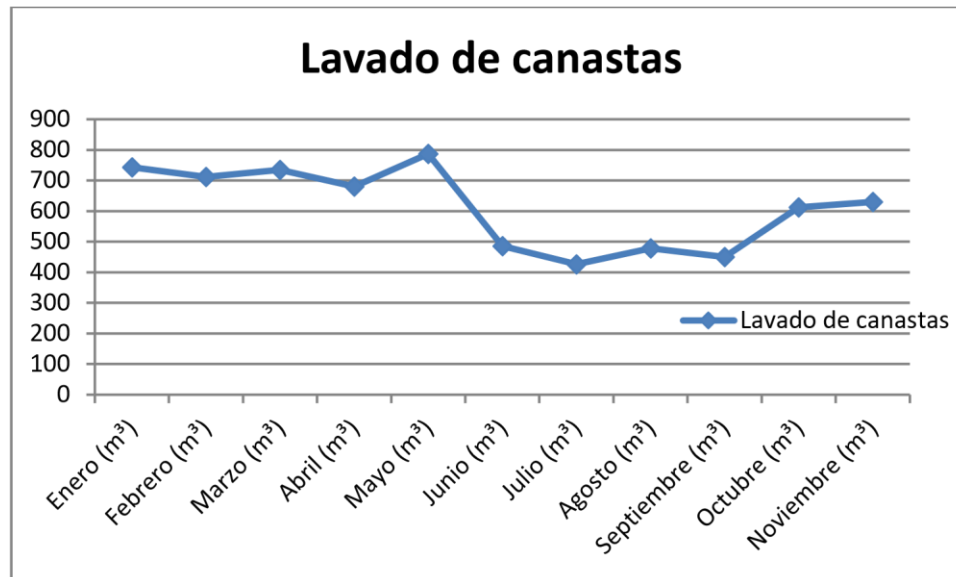
muchos más lavados extras de lo normal de la sección como también de las herramientas y maquinaria lo cual como consecuencia aumenta el consumo del agua.

### Ilustración 9. Consumo de agua área sub-almacén

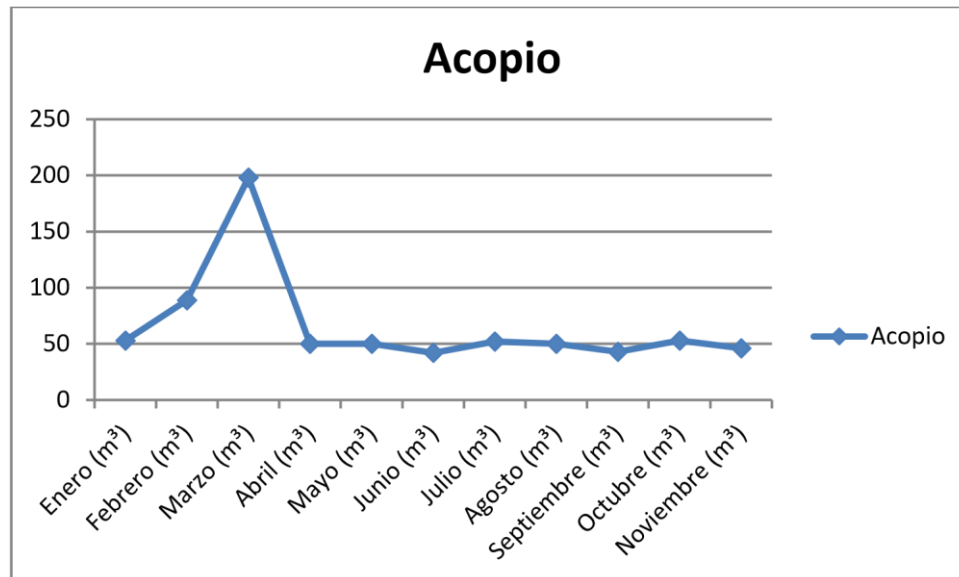


La ilustración 9 representa el consumo de agua de sub-almacén, donde se realiza el lavado de los instrumentos del personal de planta, como cuchillos, guantes de malla resistentes al corte. En esta se pueda observar que el consumo de agua es lineal hasta el mes de abril donde se da una disminución significativa en el consumo del agua, esto debido a semana santa, ya que en estos días festivos no hubo producción (Ver grafica 1), por lo tanto, no se realizó lavado de instrumentos utilizados normalmente por el personal en planta.

**Ilustración 10. Consumo área lavado de canastas**

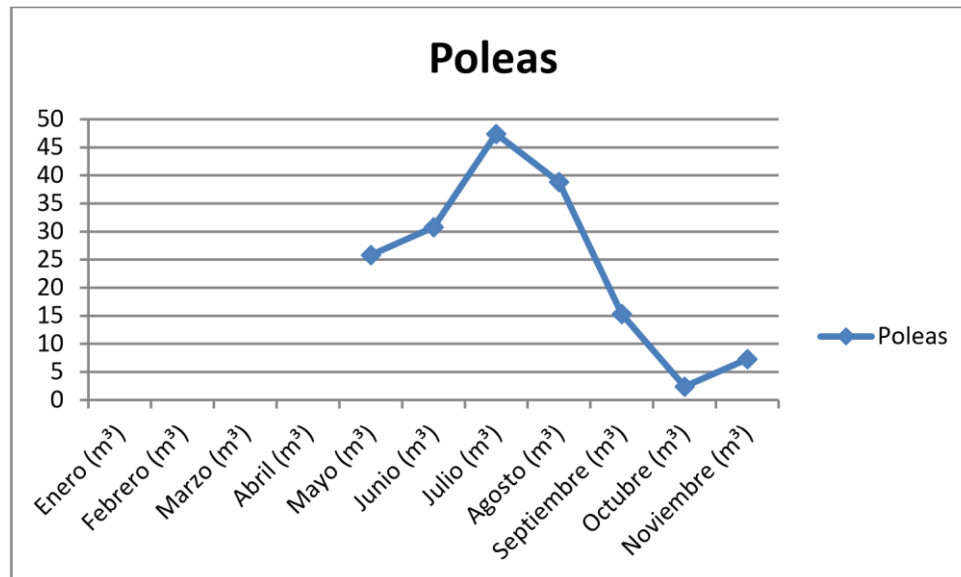


La ilustración 10 representa el consumo de agua de la zona de Lavado de Canastas, en esta se puede observar que el consumo de agua en el mes de mayo ha sido uno de los picos más altos, esto debido a que el día 15 se presentó una falla en la maquina encargada de lavar las canastas, como consecuencia de esto se ejecuta el lavado de forma manual durante un tiempo aproximado de 3 horas, aumentando así el consumo de agua por el uso de las mangueras.

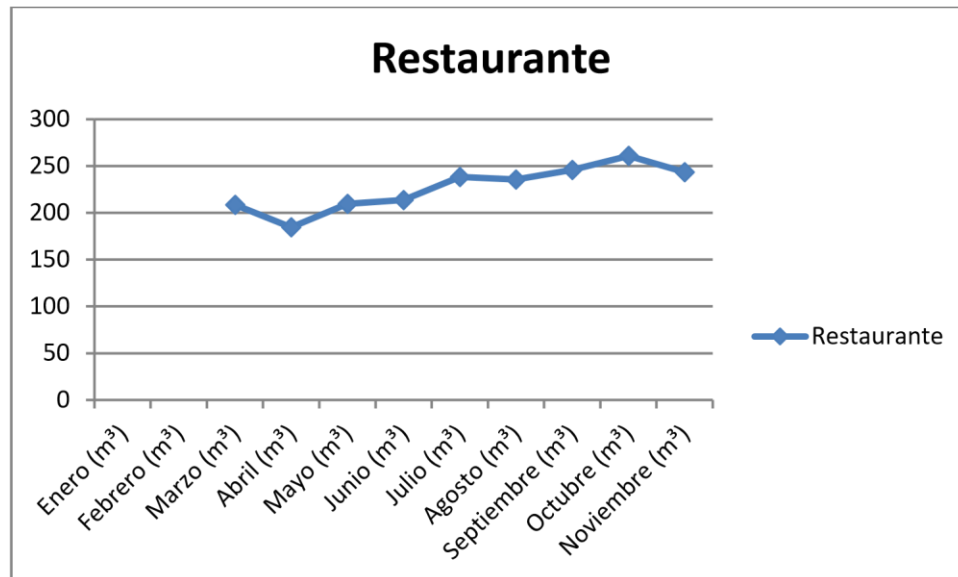
**Ilustración 11. Consumo área acopio de residuos**

La ilustración 11 nos muestra el consumo de agua del Acopio en donde se almacenan los residuos generados por la empresa y en donde también se realiza el lavado de las canecas de residuos; se puede evidenciar en la gráfica que el consumo en el mes de marzo se disparó, esto debido al incidente ambiental que se presentó en este mes por la ruptura de una tubería de agua de esta área. Después de esto el consumo de agua en los meses siguientes ha sido lineal, no variando mucho en su consumo.

**Ilustración 12. Consumo área lavado de poleas**



La ilustración 12 nos muestra el consumo de agua de la zona de lavado de Poleas; se puede observar que el consumo inicia desde el mes de mayo, esto debido a que el contador se instaló ese mismo mes, no teniendo registro del consumo de los meses anteriores a su instalación. El alto consumo de agua en el mes de julio se da debido a que la producción en comparación con el mes anterior aumento, esto da como resultado un aumento en el número de poleas que se deben lavar. Después de esto se puede observar que el consumo disminuye significativamente, esto se debe a que el contador de agua del lavado de Poleas se dañó y por ende no arroja el consumo real.

**Ilustración 13. Consumo de agua restaurante**

La ilustración 13 nos muestra el consumo del agua por parte del restaurante, este contador se instaló desde el mes de marzo, desde este mes se evidencia que el consumo del agua ha ido en aumento de poco a poco, esto se da por los equipos que consumen agua como la pela papa y la marmita, como también los lavados de los equipos y utensilios de cocina. Además de observa que en el mes de octubre el consumo ha sido mayor en comparación con los meses anteriores, esto se da por los proyectos de la empresa lo cual aumenta el número de comidas que se deben realizar en el restaurante como también el número de lavados en este.

Ilustración 14. Consumo manguera 5 de congelación

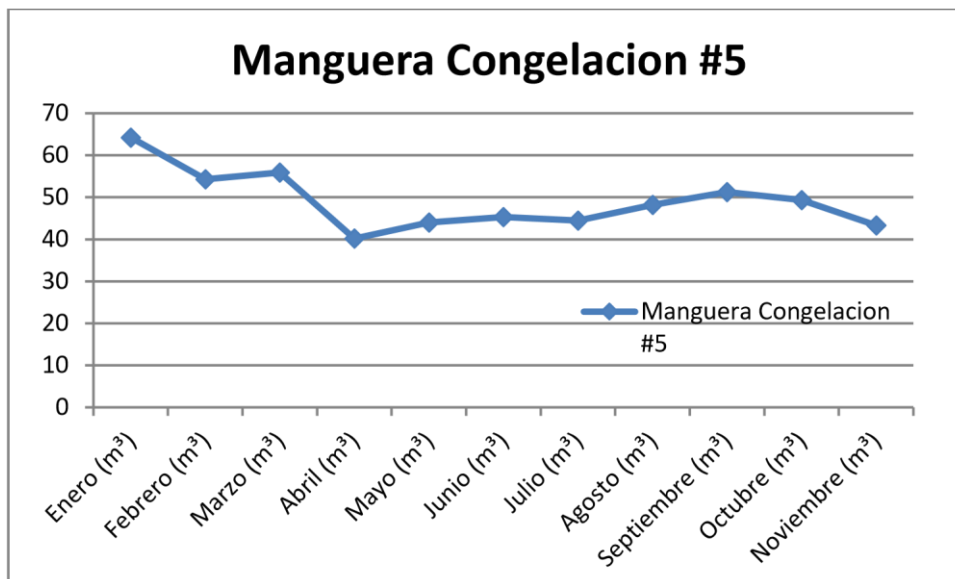
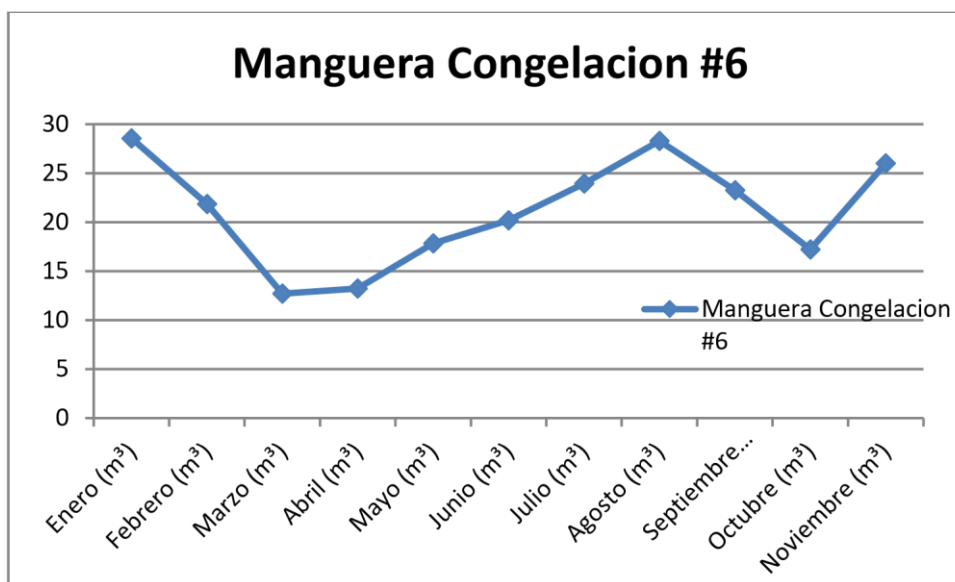
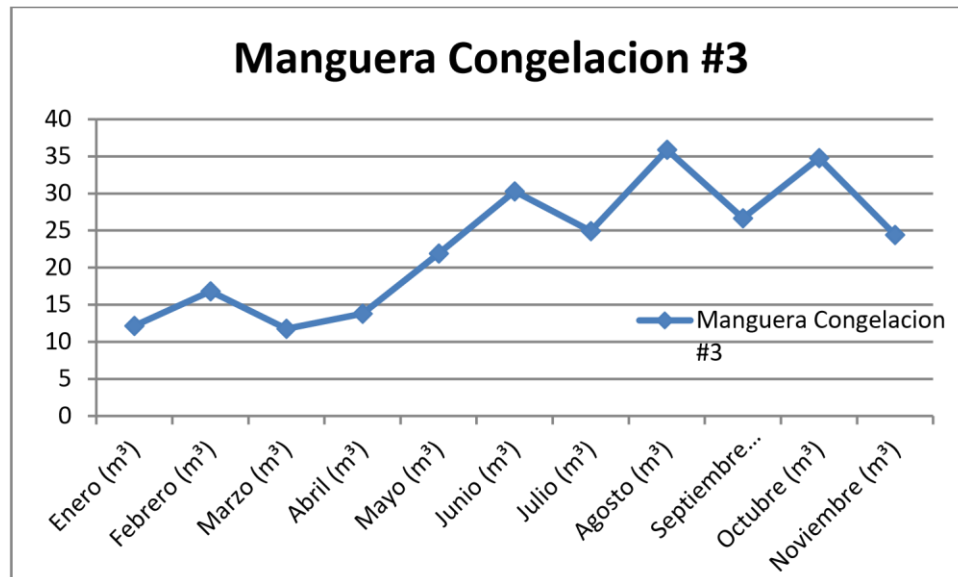


Ilustración 15. Consumo manguera 6 de congelación

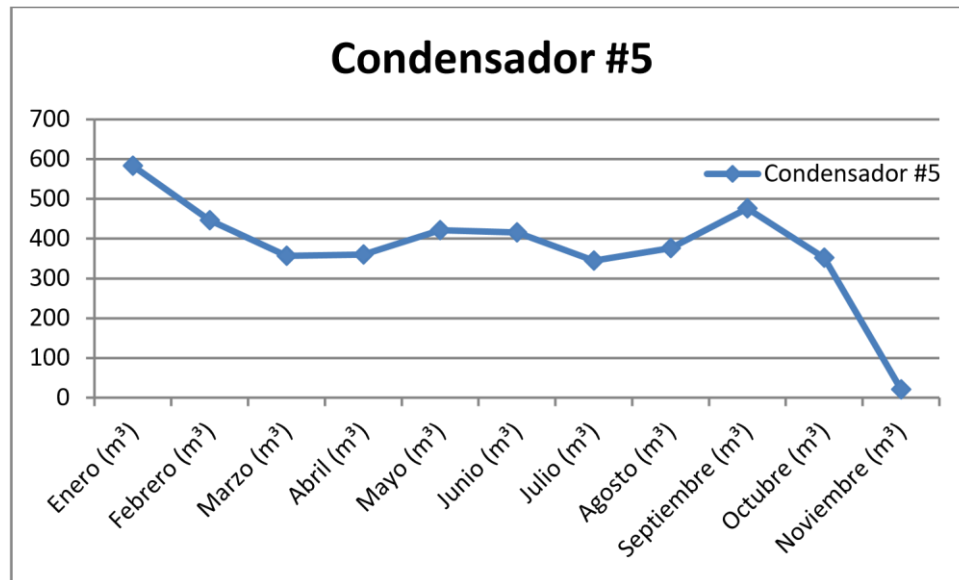


**Ilustración 16. Consumo manguera 3 de congelación.**



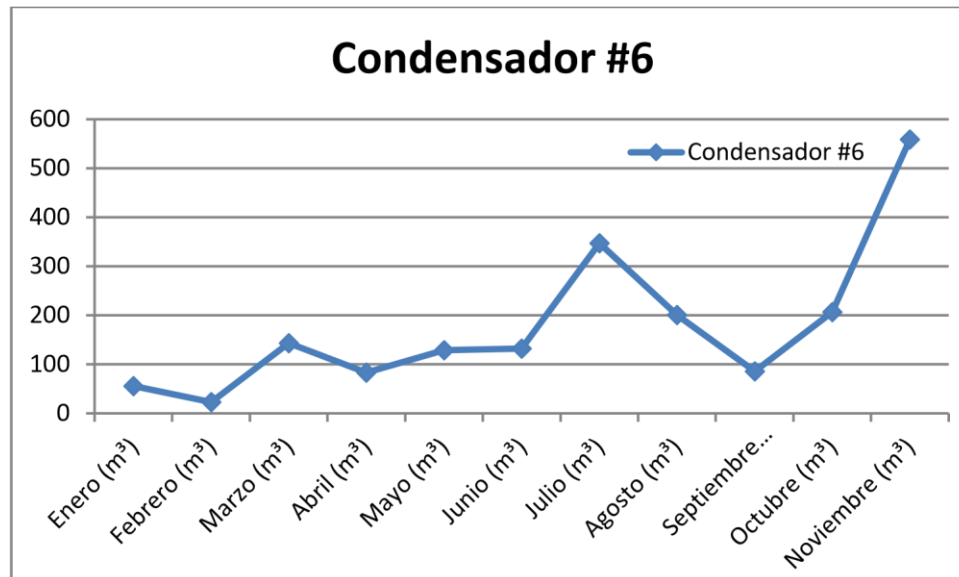
Las ilustraciones 14, 15 y 16 se representa el consumo de agua de las mangueras del área de congelación, las cuales son utilizadas para el lavado de las placas de congelación. Se debe tener en cuenta que la manguera # 5 es la que presenta un mayor consumo en comparación con las # 3 y # 6, esto se debe a la facilidad del personal a la hora de manipular esta manguera, ya que esta abarca en su mayoría toda el área de congelación. Por otra parte, el consumo de las mangueras varía mucho debido a su utilización por parte del personal para la descongelación de las placas con agua caliente.

Ilustración 17. Consumo condensador 5

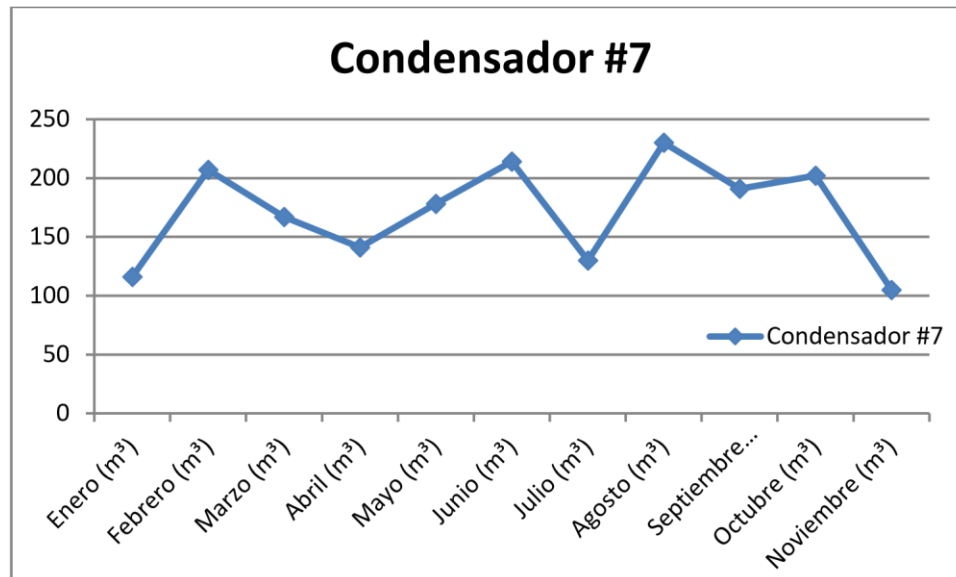


En la ilustración 17 se puede observar el consumo de agua del condensador # 5, se debe tener en cuenta que este condensador es uno de los que más consumo de agua representa; sin embargo, es uno de los más importantes en el proceso. Se observa que el consumo desde el mes de enero muestra un descenso en cuanto al consumo de agua hasta el mes de marzo, en este punto el consumo de agua se mantiene relativamente estable mostrando una variación en algunos meses hasta llegar al mes de octubre en donde se apagó el día 21 del mismo mes, este equipo se mantuvo apagado hasta el día 28 de noviembre, por lo tanto, representa un menor consumo en estos meses.

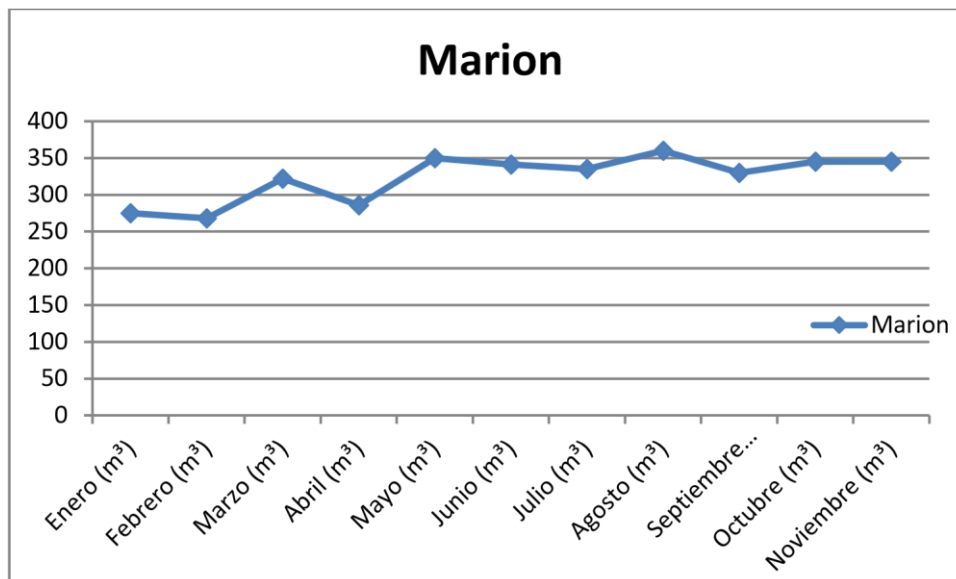
Ilustración 18. Consumo condensador 6



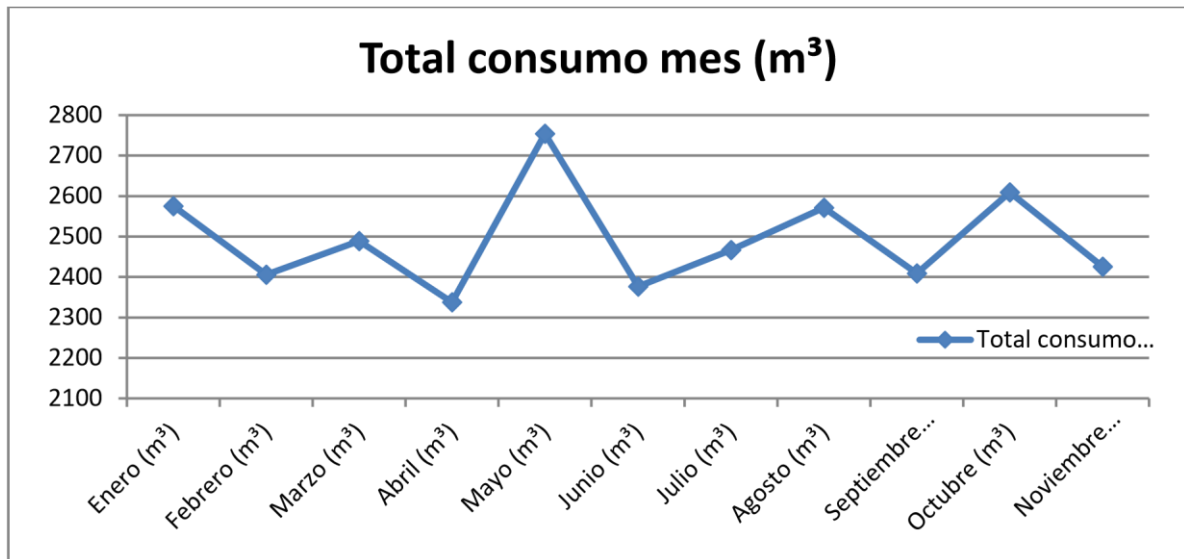
La ilustración 18 representa el consumo de agua del condensador # 6, se observa que en los meses enero y febrero el consumo de agua es menor es comparación con el resto del año, esto debido a que el equipo se mantuvo apagado la mayoría de días en esos dos meses. También se puede observar que en el mes de julio el consumo del condensador se disparó, esto debido a que compartió la carga en el proceso con el condensador #5, después de esto el consumo de agua disminuyó debido a que el equipo se apagó una semana en el mes de agosto y en septiembre durante casi todo el mes hasta el mes de octubre en donde se encendió de nuevo para asumir la carga de trabajo del condensador # 5 el cual se apagó, por ende el consumo en el mes de noviembre aumento.

**Ilustración 19. Consumo condensador 7**

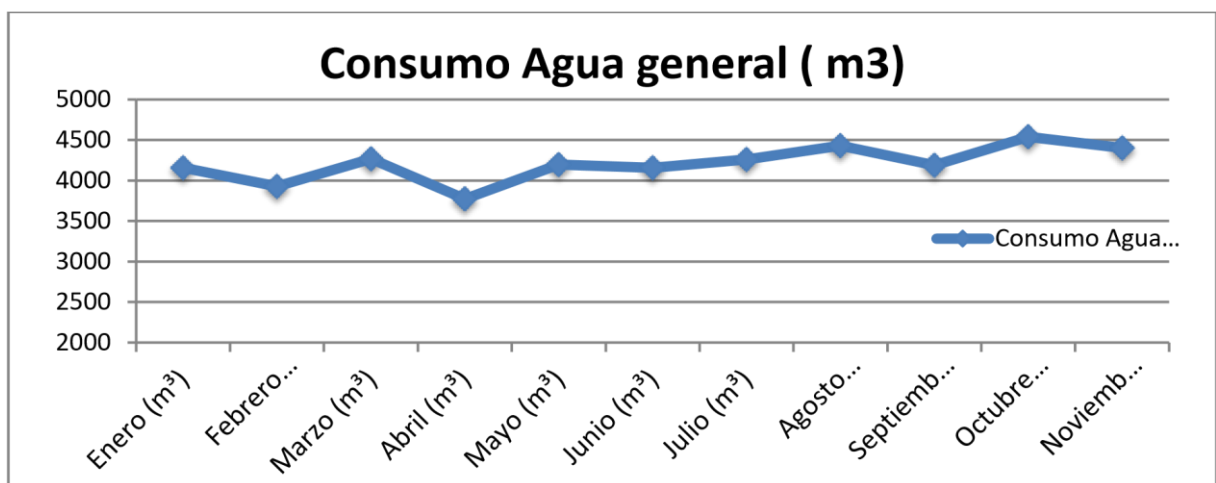
La ilustración 19 representa el consumo del condensador # 7, este condensador tiene la misma función que los demás condensadores, apoyar en el sistema de frío de la empresa, además es uno de los condensadores más nuevos y uno de los que menos agua consume en el proceso, esto debido a un sistema de ahorro de agua del condensador. Se tiene en cuenta que el consumo más bajo presentado en el año ha sido noviembre, esto debido a que en ese mes el condensador estuvo apagado; en los otros meses el consumo varía debido a que el equipo estuvo apoyando a los otros dos condensadores a baja capacidad, también el equipo en ocasiones se ve trabajando a alta capacidad ya que asume la carga de trabajo de otro condensador al estar apagado.

**Ilustración 20. Consumo área marión**

En la ilustración 20 se presenta el consumo de la zona de Marion, en donde se realiza el lavado de las estibas y bines de la empresa. Se observa que en el mes de febrero el consumo de agua disminuyó, esto debido a que, en comparación con el mes anterior, la producción fue menor, esto trae un menor uso de estibas y bines lo cual trae como resultado menos lavados. De igual forma se puede observar que en el mes de agosto el consumo de agua y la producción aumentaron lo cual acarrea un mayor número de lavado de estibas y bines, también se tiene en cuenta que se realizó una prueba donde se lavan los bines con agua caliente, dando resultados positivos en cuanto al consumo de agua, sin embargo, el proceso no cumple con los requerimientos microbiológicos.

**Ilustración 21. Consumo mensual medidores**

La ilustración 21 representa el consumo total de enero a noviembre de los medidores de agua de la empresa, donde se evidencia un mayor consumo durante el mes de mayo, lo cual se relaciona con el aumento de la producción durante este.

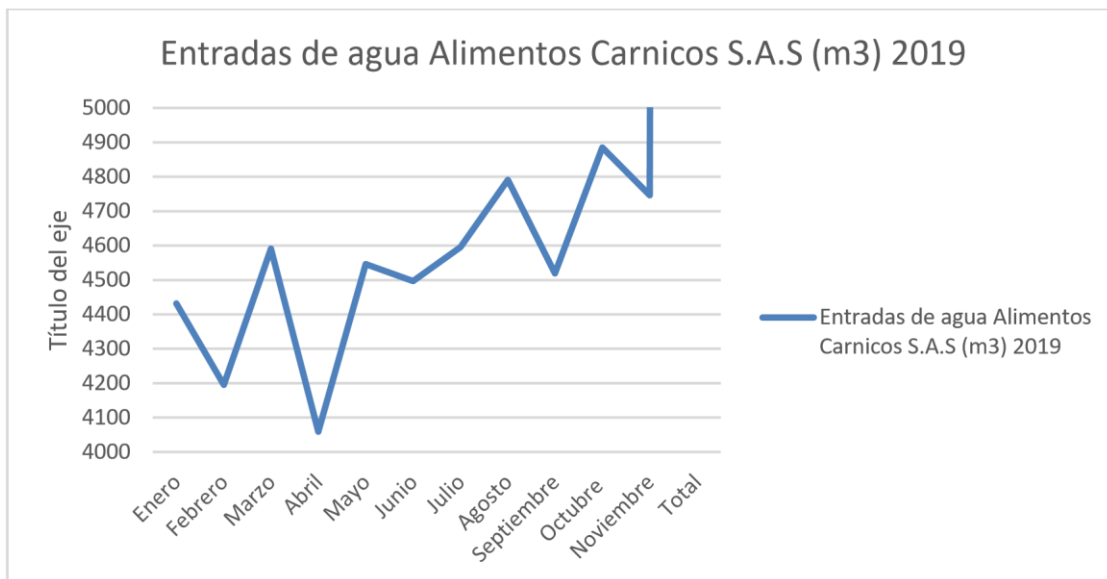
**Ilustración 22. Consumo de agua contador principal Alimentos Cárnicos S.A.S**

La ilustración 22 representa el consumo de agua del contador principal, donde se muestra en su mayoría un poco variabilidad entre los meses de mayo a agosto, no obstante , se muestra un menor consumo en el mes de abril debido a la baja producción y la suspensión de producción en planta por la semana santa y un alto consumo en el mes de octubre debido al ingreso de personal y la realización de obras civiles para los nuevos proyectos como beef y plus en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S , lo cual aumenta los lavados y el consumo de agua en la empresa.

### **Datos entrada de agua a la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S**

A continuación de muestra los resultados obtenidos para conocer la cantidad de agua que entra a la empresa, estas entradas se obtienen sumando los datos mes a mes que arroja el contador principal de la planta con los datos arrojados por el contador de marión mes a mes. Es importante aclarar que marión es un área que no es propiedad de la empresa sin embargo se realizan actividades de consumo de agua como de lavado de bins, teflones y estibas, se encuentran las oficinas y taller de mantenimiento, área de uniformes, oficinas de metrología, calidad, ambiental y laboratorio.

### Ilustración 23. Entradas de agua Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S



De lo anterior se puede observar que la entrada de agua a la empresa en el año del mes de enero a noviembre es de 49.856 m<sup>3</sup>/año, según el consumo obtenido por el contador principal y el contador de Marion. Según la gráfica se muestra una tendencia al aumento en el consumo del recurso hídrico esto relacionado con la tendencia de la producción, el mes de mayor consumo hídrico fue octubre, esto se relaciona también con el aumento de proyectos en la empresa y el aumento de producción durante este mes como se evidencia en la gráfica 1.

### Datos de salidas de agua empresa Alimentos Cárnicos S.A.S

Para las salidas de agua de la empresa se tiene en cuenta el agua que va a la PTAR que es toda el agua proveniente de las diferentes áreas producción y de los lavados realizados, el agua que va al alcantarillado de EPM como el ARD y el agua que

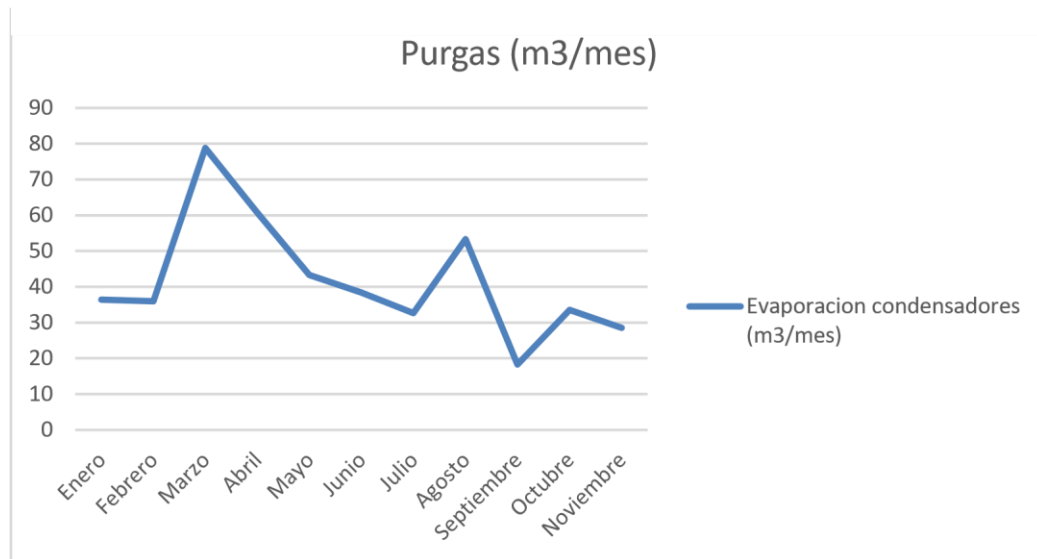
sale como perdidas por medio de la evaporación, humedad del suelo, lodos residuales y fugas.

Para la perdida por evaporación se tiene en cuenta el consumo durante el año de los tres condensadores ubicados en el área de generación de la Empresa Alimentos Cárnicos S.A.S, el cual es de 8.000 m<sup>3</sup>/año, también se tiene en cuenta las purgas realizadas en los condensadores para evacuar el agua que contiene sólidos para una mejor operación del condensador.

La ilustración 24 muestra las purgas realizadas a los tres condensadores, estas purgas son establecidas durante el mes por una empresa contratista llamada Novaquimica y teniendo en cuenta las purgas estipuladas se obtuvo un total de purga de 460,02 m<sup>3</sup>/año. La evaporación es de 7.539,98 m<sup>3</sup>/año, este valor se obtiene restando el consumo de los condensadores durante el año y las purgas totales al año, lo cual indica que aproximadamente el 90% del consumo de agua de los condensadores se evapora.

## Ilustración 24. Purgas condensadores m3/mes

**Grafica 19 Purgas condensadores m3/mes**



Para la humedad del suelo se toma un supuesto para tener la cantidad de agua que queda en el suelo posterior a los lavados, debido a que no se tiene cuantificado por el personal encargado cuánta agua queda en humedad del suelo. Por tal motivo, se estimó un 0,6 % aproximadamente de agua que se pierde en la humedad del suelo, valor conservador y teniendo en cuenta el agua de entrada 49.856 m3/año, representaría aproximadamente 322,69 m3/año de humedad del suelo como perdida.

Para el ARD se tiene en cuenta el consumo del contador general y el consumo total de los contadores, donde se tiene en cuenta que el agua de las áreas que tienen medidor de agua va a la PTAR, por ende, se realiza una resta del consumo del año de contador principal con el consumo total de los medidores, lo cual da un valor de 22.130 m3/año lo que quedaría como ARD que va directo al acueducto de Empresas Públicas de Medellín.

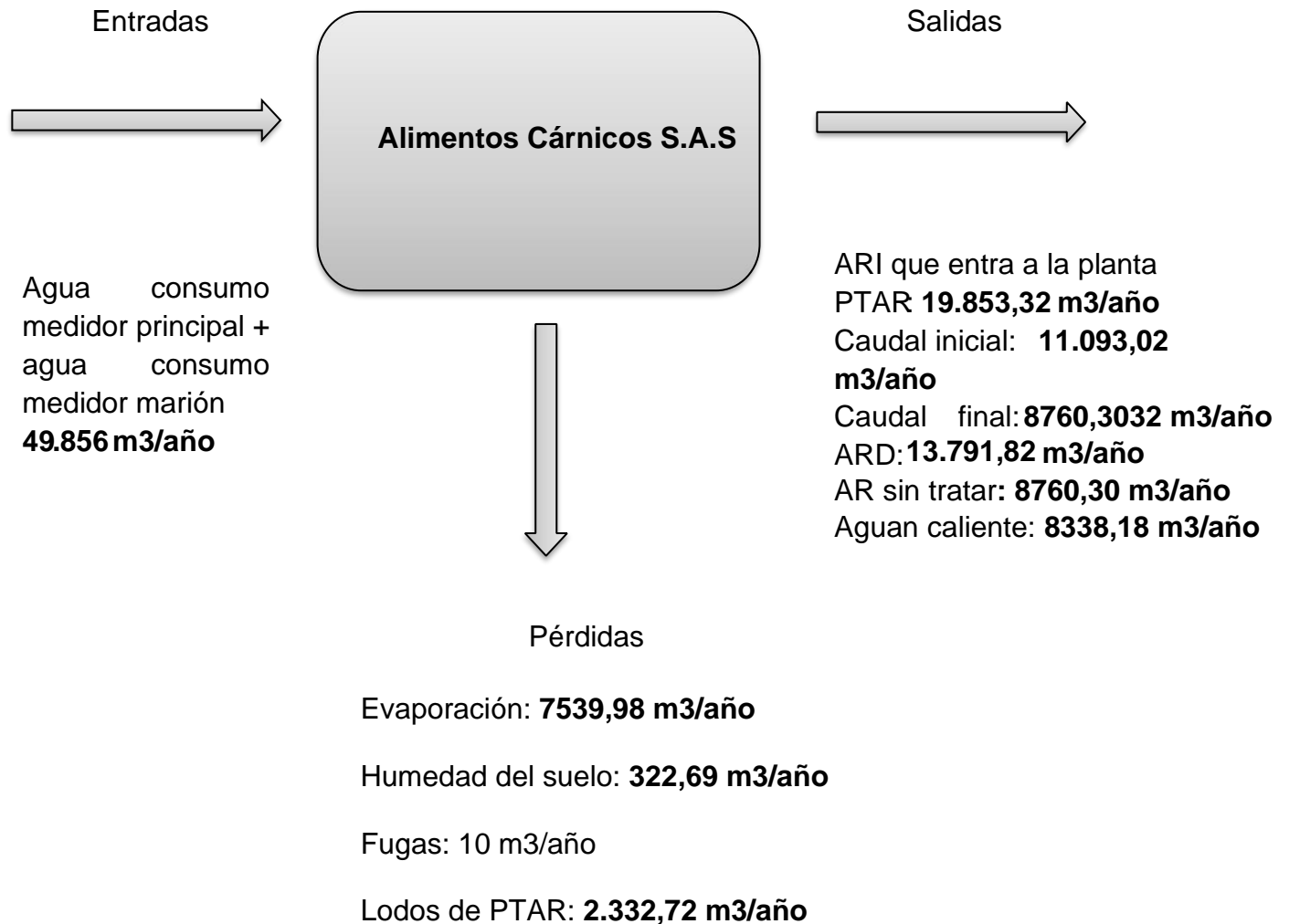
Finalmente se tiene una pérdida de agua adicional debido a las fugas presentadas durante el año, de las cuales solo se tienen cuantificadas dos fugas debido a la ruptura de tuberías de agua potable durante el mes de febrero la cual fue de 5,7 m<sup>3</sup> y fugas repetitivas en el área de sub-almacén la cual fue 0,19 m<sup>3</sup>, debido a que se presentaron otras fugas durante el año pero no se cuantificaron, se toma un supuesto de 10 m<sup>3</sup>/año de fugas presentadas en la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S.

Para la salida de agua por la planta de tratamiento se tiene en cuenta el caudal de entrada en la planta de tratamiento durante el año el cual es de 11.093,025 m<sup>3</sup>/año y el caudal final 8.769,30 m<sup>3</sup>/año, estos datos se obtienen a partir de los datos suministrados por la empresa Ondina donde se tiene cuantificado el caudal inicial y final mensualmente. El agua que entra a la planta proveniente de las diversas operaciones en la planta de producción como lavados y de restaurante y restándole el agua que se pierde por evaporación, humedad de suelo, y fugas es de 19.853,32 m<sup>3</sup>/año. Contrarrestando los datos anteriores se tiene una diferencia 8.338,18 m<sup>3</sup>/año entre el caudal inicial en la PTAR y el ARI que debe ser tratada en la misma, de lo anterior se infiere que del ARI hay una parte que es agua caliente la cual no se tiene cuantificada ya que no hay contadores para ello y también que 8.338,18 m<sup>3</sup>/año del ARI no está siendo tratada y se está dirigiendo directamente al alcantarillado de Empresas Públicas de Medellín.

Para la salida de agua en lodos se presenta que, durante la realización del tratamiento de ARI en la PTAR, se tiene una cauda inicial de 11.093,03 m<sup>3</sup>/año y un caudal final de 8.760,30 m<sup>3</sup>/año, lo cual representa una diferencia de 2.332,72 m<sup>3</sup>/año, que se transforma en lodo residual y sale como perdida de agua del proceso de tratamiento.

La ilustración 6 muestra el resumen de las entradas y salidas de agua de la empresa Alimentos Cárnicos S.A.S y los valores obtenidos en m<sup>3</sup>/año de cada una.

### Ilustración 5 Valores de entradas y salidas de agua



## **Evaluación de impactos**

De los resultados obtenidos se puede observar el alto consumo de agua que genera la Empresa Alimentos Carnicos S.A.S debido a la normal de inocuidad por la cual está regida.

Las actividades principales que requieren de un alto consumo de agua son los lavados que se realizan en las diferentes áreas de la empresa a toda la maquinaria y los instrumentos necesarios para la operación en la planta de producción, también se tiene una gran pérdida de agua ya que no se puede aprovechar el agua utilizada debido a la higiene que se debe tener en la planta.

La evaporación que se da en los condensadores es un factor que impacta también al medio ambiente ya que se generan emisiones que afectan a la atmosfera y aportan a aumentar la huella de carbono.

## Conclusiones

La empresa Alimentos Carnicos S.A.S durante los meses de enero a noviembre del 2019 consumió un total de 49.856 m<sup>3</sup>/año de acuerdo con el medidor principal con el que se cuenta actualmente. Consumo de agua que no es el real debido a que no se encuentra contabilizada el consumo de agua caliente, la cual es utilizada en muchas áreas para los diversos lavados y para una mejor desinfección del material de producción.

Del 100% del agua total consumida, el 17,5% corresponde a ARI que se va al alcantarillado después de ser tratada por la PTAR, el 27,7% corresponde a ARD que se va al alcantarillado, el 16,7% corresponde a ARI sin tratamiento que se va al alcantarillado, y el 20,6% restante son pérdidas de agua, de las cuales la evaporación representa el 73,9%, los lodos de la PTAR el 22,9%, la humedad del suelo el 3,16% y las fugas el 0,097%.

Lo que quiere decir que del 100% del agua que ingresa a la empresa 79,4% sale como vertimiento al alcantarillado y el porcentaje restante sale como perdida.

Se analizaron los datos obtenidos del consumo de agua durante el año, donde se logró evidenciar las áreas donde se genera un mayor consumo de agua como lavado de canastas ya que se requiere de un lavado muy eficiente para almacenar el producto cárnico y por ende el lavado de las mismas aumenta con la producción a realizar. Las acciones que más generan consumo de agua son los lavados que realiza la empresa Recuperar, y durante muchas intervenciones se visualizó una mala práctica de lavado donde se desperdicia una gran cantidad de agua.

Los principales impactos sobre el medio ambiente por parte de la Empresa Alimentos Carnicos S.A.S, es el alto consumo de agua que se genera, el poco aprovechamiento que se le da y las emisiones que se generan por diversos equipos entre ellos los condensadores que por la evaporación que general aumentan a la emisión de gases de efecto invernadero.

## Recomendaciones

Se recomienda principalmente obtener medidores de agua caliente en las diferentes áreas donde se hace uso de la misma, para así tener un valor más real del consumo de agua generado por la Empresa Alimentos Carnicos S.A.S. y no se tenga una gran diferencia entre el consumo total del medidor principal y los medidores de las diferentes áreas.

Es importante verificar el consumo de agua que arroja el medidor principal con la factura de EPM, ya que en los cálculos realizados se tiene una alta diferencia entre los dos datos, lo cual pasa similarmente con el medidor de Marion, ya que en algunos meses se tiene un valor mayor a lo que se tiene como consumo general por el medidor y otros se tiene un valor menor.

Es de vital importancia capacitar al personal tanto administrativo como operativo sobre el cuidado y el ahorro del recurso hídrico, lo cual puede generar una mayor concientización y una disminución en el consumo.

Buscar estrategias para mejorar las prácticas de lavado sería el mayor impacto positivo que se puede tener para el consumo del agua en la empresa, ya sea capacitando al personal de recuperar quien es quien realiza los lavados para que se mejore la técnica de lavado buscando no solo una eficiencia sino también un ahorro de agua que le aportaría significativamente a la empresa, o buscando equipos que permitan realizar un lavado y una desinfección más eficiente sin tanto consumo de agua.

- Instalación de medidores de salida de todos los procesos.
- Instalación de medidor de entrada del ARI a tratar y medidor de salida.

- Creación de procedimiento que permita atender las fugas con mayor prontitud y generar contabilidad de cantidad de agua perdida.
- Instalación de medidores para agua de lavado de pisos tanto en entrada como en salida para determinar a ciencia cierta las perdidas por humedad.

## Bibliografía

Hoekstra, A.Y. (2003). Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade, Delft, The Netherlands, 12-13 December 2002, Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands, [www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf](http://www.waterfootprint.org/Reports/Report12.pdf).

Allan, J.A. (1998). Virtual water: a strategic resource, global solutions to regional deficits. *Ground Water* 1998, 36, 545–546.

Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS; Embajada de Suiza en Colombia; Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE; otros. (2016). Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina. Análisis y recomendaciones para una coherencia regional.

El compromiso de Argos con la huella hídrica (2014). [Película].

Empresa Alimentos Carnicos S.A.S. (2019).

Fundación Chile & Agualimpia. (Enero de 2016). Manual de aplicación de evaluación de huella hídrica acorde a la norma ISO 14046. Recuperado de: <https://www.escenarioshidricos.cl/wpcontent/uploads/2019/05/Manualaplicaci%C3%B3n-ISO-14.046-Suizagua-1.pdf>

Ibs. (2019). ISO 14046: Huella hídrica – Principios, requisitos y Guía. Obtenido de <https://www.bsigroup.com/es-ES/ISO-14046-Huella-hidrica--Principios-requisitosy-Guia/>

Ideas medioambientales. (13 de junio de 2014). SO 14046. Cálculo de la Huella Hídrica. Obtenido de <https://ideasmedioambientales.com/iso-14046-huellahidrica/>

Organización internacional de normalización. (2014) ISO 14046 Gestión ambiental-huella de agua-principios requisitos y directrices. Recuperado de : <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14046:ed-1:v1:es>

Hoekstra AY, Chapagain AK, Aldaya MM, Mekonnen MM (2011). The water footprint assessment manual: setting the global standard. Water Footprint Network. Enschede, The Netherlands

Rees, W. (1992). Ecological footprints and appropriated carrying capacity: what urban economics leaves out. *Environment and Urbanization*, 121-130.

UNESCO. (2019). Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019.