



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Reducir el consumo de agua caliente en el área de desplume de  
una planta faenadora de aves”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:**

**Edgar Fernando Vásquez Ayala**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2023**

## **AGRADECIMIENTO**

Principalmente a Dios por permitirme llegar a este punto, a mi familia y amigos que me han apoyado y colaborado de una u otra manera a lo largo de la realización de este trabajo, y especialmente a toda mi familia por entender y fortalecerme en cada paso y meta que me he propuesto.

## DEDICATORIA

Este trabajo realizado con mucho tiempo y esfuerzo está dedicado mi querida esposa, mis 2 maravillosos hijos Angie-Erick, amigos, maestros, colegas y principalmente a mis 2 seres que los tengo en el cielo junto al creador mi querida madre y mi abuelito, sin su esfuerzo no hubiese podido llegar al lugar donde me encuentro.

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Sofía A. López I., M.Sc.**  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**María L. Retamales., M.Sc.**  
**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Ing. Edgar Fernando Vásquez Ayala

## RESUMEN

El presente proyecto fue desarrollado en una industria de alimentos ubicada en el cantón General Elizalde de la provincia del Guayas, cuya principal actividad económica es el faenamiento de pollos, en la cual participan las áreas de: eviscerado, empaque y cámaras. Los productos obtenidos del proceso productivo se dividen en tres (3) grupos: pollo completo, pollo vacío y despresado de partes. La producción es derivada a los centros de distribución ubicada en las ciudades de Guayaquil, Quito, Cuenca y Manabí.

Uno de los recursos mayormente utilizados para el proceso productivo es el agua, el cual en los últimos años se ha empleado en mayor proporción en el área de desplume, específicamente en las máquinas peladoras de pollos, para el desalojo de plumas de las aves y la lubricación de los dedos de caucho durante el pelado.

Por referencia y experiencia de colaboradores se utiliza agua caliente (60° Celsius) y agua fría (25° Celsius) para mejorar la eficacia del proceso de pelado de pollos. Por datos históricos que mantiene la empresa, se evidencia un incremento sostenido del consumo de agua en la nave de desplume, específicamente en las máquinas peladoras de pollos, constatando además que la producción de aves, en los últimos años, no ha variado significativamente como para atribuir este aumento en el consumo de agua a los incrementos o decrementos del número de aves producidos.

Según el contexto descrito anteriormente, se decidió iniciar e implementar un proyecto de mejora continua en el área de desplume. Cabe mencionar que este proyecto sigue la metodología DMAIC, aplicando herramientas de calidad para el análisis y posterior implementación de un plan de acción que permita utilizar el agua más eficientemente.

Se inició el proyecto realizando un levantamiento de información con que contaba la empresa, analizando los indicadores clave de desempeño de cada proceso e identificando las variables de decisión a utilizar. Se utilizó Diagrama de Pareto para priorizar las áreas susceptibles de mejora. Posterior a esto se empleó cartas de control de la variable seleccionada, con el fin de distinguir las variaciones de los procesos debido a causas comunes y asignables. Identificado y estratificado el problema se realizó el diagrama de Ishikawa para identificar las causas raíz del problema. Por último, se implementó un plan de acción con responsables y tiempo de ejecución, que permitiese solventar las causas que generan el desperdicio de agua. Se realizó un seguimiento del indicador de consumo de agua posterior a las medidas implementadas y se lo comparó con el histórico con el fin de constatar las mejoras.

Con la implementación del proyecto, el consumo promedio de agua caliente se redujo de 3.66 a 2.83 litros por ave procesada, una disminución del 23%, lo que representa un ahorro anual aproximado de 20,000 metros cúbicos de agua caliente y de 14,500 galones de combustible búnker necesarios para el calentamiento del agua.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Definición del problema u oportunidad.....	5
1.3 Objetivos del Proyecto.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos Específicos.....	7
1.4 Metodología.....	8
CAPÍTULO 2.....	10
2. IMPLEMENTACIÓN.....	10
2.1 Definir.....	10
2.2 Medir.....	12
2.2.1 Capacidad del proceso.....	12
2.3 Analizar.....	14
2.3.1 Diagrama de Ishikawa.....	15
2.3.2 Ponderación de causas al elevado consumo de agua caliente en el área de desplume.....	16
2.3.3 Verificación de causas.....	19
2.3.4 Determinación de causas raíz.....	22
2.4 Implementar.....	23
2.4.1 Plan de acción.....	23
2.4.2 Implementación del plan de acción.....	24
2.5 Controlar.....	27
2.5.1 Plan de control.....	27
CAPÍTULO 3.....	29
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	29

3.1 Resultados de la implementación de propuesta de mejora .....	29
CAPÍTULO 4.....	35
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	35
4.1 Conclusiones.....	35
4.2 Recomendaciones .....	37
BIBLIOGRAFÍA.....	38
ANEXOS.....	39

## ABREVIATURAS

°C	Grados centígrados
DMAIC	Definir, medir, analizar, implementar, controlar
GLP	Gas licuado de petróleo
IQF	Presas de congelado rápido
Kwh	Kilovatios hora
Lt	Litros
m <sup>3</sup>	Metros cúbicos
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales
SSGG	Servicios Generales

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Flujo del proceso de producción de pollo.....	1
Figura 1.2 Gráfica de serie de tiempo del indicador de consumo de agua por ave recibida (lt/ave), desde año 2017 al 2021 por semana .....	4
Figura 1.3 Gráfica de dispersión de consumo de agua en metros cúbicos y la cantidad de aves producidas, año 2021 por semana.....	5
Figura 1.4 Gráfica de serie de tiempo múltiple del indicador de consumo de agua por ave recibida, año 2021 por semana y por medidor secundario .....	6
Figura 1.5 Consumo de medidor de agua caliente proceso y limpieza, por año.....	7
Figura 1.6 Metodología del proyecto .....	9
Figura 2.1 Diagrama de Pareto del consumo de agua por ave del año 2021 .....	10
Figura 2.2 Máquina peladora del área de desplume de la planta .....	11
Figura 2.3 Prueba de normalidad del indicador consumo promedio de agua caliente por ave del medidor secundario “Agua Caliente”.....	13
Figura 2.4 Análisis de capacidad del indicador de medidor secundario .....	13
Figura 2.5 Gráfico de serie de tiempo de turno 1 y turno 2 por semana del año 2021 .....	14
Figura 2.6 Diagrama de cajas turno 1 y turno 2 .....	15
Figura 2.7 Diagrama de Ishikawa para el análisis de información .....	16
Figura 2.8 Matriz de ponderación de causas.....	18
Figura 2.9 Tuberías sin escalas de medición .....	19
Figura 2.10 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2019.....	20
Figura 2.11 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2020.....	21
Figura 2.12 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2021 .....	21
Figura 2.13 Diagrama de cajas de consumo de agua promedio con temperatura ambiente máquina repasadora versus el consumo de agua caliente con temperatura caliente.....	22
Figura 2.14 Evidencia fotográfica del diseño de escalas de medición para apertura de agua .....	25

Figura 2.15 Evidencia fotográfica de las instalaciones de escalas de medición en tuberías .....	25
Figura 2.16 Evidencia fotográfica de las instalaciones de escalas de medición en tuberías .....	26
Figura 3.1 Gráfica de serie de tiempo de las temperaturas promedio de las máquinas peladoras, año 2022.....	29
Figura 3.2 Gráfica de cajas de la característica de calidad “% de Alas rotas” histórica, 2019 a 2021, versus el mismo indicador considerando el cambio de temperatura .....	29
Figura 3.3 Prueba de hipótesis de la diferencia de media del indicador Alas rotas .....	30
Figura 3.4 Prueba de hipótesis de la diferencia de media del indicador Plumas 5% .....	30
Figura 3.5 Prueba de hipótesis de la diferencia de media para comprobar si el promedio histórico es mayor al indicador promedio, realizado los cambios .....	30
Figura 3.6 Gráfica de cajas de característica de calidad “Plumas (5%)” histórica, 2019 a 2021, versus el mismo indicador considerando el cambio de temperatura .....	31
Figura 3.7 Gráfica de serie de tiempo del indicador consumo de agua caliente en el área de desplume, año 2022 .....	32
Figura 3.8 Consumo promedio semanal del consumo de Bunker por tonelada .....	33

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Medidores principales del flujo de agua en la planta .....	2
Tabla 1.2 Medidores secundarios ubicados en el área de Proceso.....	2
Tabla 1.3 Consumo de agua del año 2021 por medidor principal .....	3
Tabla 1.4 Consumo promedio de agua por ave procesada del año 2021, por medidor principal.....	3
Tabla 1.5 Consumo de agua por ave procesada del año 2021 por medidor secundario .....	4
Tabla 2.1 Temperatura promedio por máquina peladora .....	11
Tabla 2.2 Temperatura promedio por máquina escaldadora .....	12
Tabla 2.3 Ponderación de posibles causas .....	17
Tabla 2.4 Plan de verificación de causas.....	19
Tabla 2.5 Determinación de causa raíz.....	23
Tabla 2.6 Cronograma plan de acción .....	24
Tabla 2.7 Temperaturas estándar en máquinas peladoras.....	27
Tabla 2.8 Plan de control de mejoras obtenidas.....	27
Tabla 3.1 Comparación del consumo promedio de agua caliente por ave procesada.....	32
Tabla 3.2 Ahorro promedio semanal de consumo de bunker por tonelada .....	33
Tabla 3.3 Inversión inicial del proyecto de implementación .....	27
Tabla 3.4 Ingreso estimado por ahorro de extracción de agua.....	32
Tabla 3.5 Ingreso estimado por consumo de dedos de goma .....	33
Tabla 3.6 Flujo de caja anual del proyecto .....	33

# CAPÍTULO 1

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 Antecedentes

La industria en la cual se realiza el proyecto lleva más de 50 años en el mercado ecuatoriano de la producción de alimentos. Como parte de su misión y deber social, mantiene compromisos de responsabilidad ambiental, mitigando el impacto de sus instalaciones en el entorno natural, los recursos y la comunidad cercana a sus plantas de producción, demostrando preocupación y cuidado por la preservación del medio ambiente, cumpliendo así con leyes y ordenanzas municipales.

Como parte de su política integral de buscar el mejoramiento constante en la calidad de sus procesos y productos, sustentado en sus principios de acción de ser más humanos y eficientes, la empresa dedica esfuerzos año a año para el cuidado del medio ambiente, razón por la cual el presente proyecto de reducción del consumo de agua tiene interés y aceptación al estar alineado con la filosofía de la empresa.

El proceso productivo de la planta consiste en el faenamiento de aves, dando inicio con la recepción de aves desde las granjas criadoras, luego se procede con el colgado de aves, aturdimiento, sacrificio, sangrado, escaldado, desplume/pelado, transferencia/corte de patas, extracción de cloaca, corte de barriga, retención de grasa, evisceración, corte de paquete, corte de cabeza/cuello, extracción de buche, lavado final y clasificación de carcasas. Se detalla el proceso en la figura 1.1.



**Figura 1.1 Flujo del proceso de producción de pollo**

**Fuente:** Figura elaborada por el autor

La velocidad de la línea de producción es de 7,500 aves por hora y el peso promedio del ave vivo es 2.75 Kg. En el año 2021 se procesaron 22,268,035 aves, con un promedio semanal de 400,000 aves faenadas.

A lo largo del proceso productivo se utiliza agua tanto para las actividades del procesamiento del pollo como de limpieza de máquinas, áreas y materiales de almacenaje. En el año 2021 se consumió 430,038 metros cúbicos de agua, con un promedio de consumo semanal de 8,000 metros cúbicos. Cabe indicar que la planta cuenta con pozos para la extracción y utilización de agua y la búsqueda de mejorar la eficiencia del consumo está enfocada en la conservación del recurso hídrico.

La planta cuenta con medidores del flujo de agua, principales y secundarios, con el fin de medir y poder controlar su consumo. Se presente a continuación en la tabla 1.1 la distribución de los medidores principales.

**Tabla 1.1 Medidores principales del flujo de agua en la planta**

Medidores Principales	
Proceso	
Planta de tratamiento de agua residuales (PTAR)	
Calderos	
Combi chiller	
Lavador químicos	
Garita y Tunes de Ventilación	

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Los medidores secundarios miden el consumo de agua específicamente en el área de Proceso, la cual es donde más se utiliza el recurso hídrico. Cabe mencionar que aún existen lugares o zonas dentro del área de Proceso donde no se cuenta con medidores, sin embargo, al contar con el consumo global que lo proporciona el medidor principal, pues el consumo de agua de estos sectores sin medición se obtiene por complemento.

Se detalla en la tabla 1.2 los sectores donde se cuenta con medidores secundarios en el área de proceso de la planta faenadora de pollos.

**Tabla 1.2 Medidores secundarios ubicados en el área de Proceso**

Medidores Secundarios	
Matanza Limpieza	Agua caliente proceso
Matanza máquina	Agua caliente limpieza
Matanza escaldadora	Rendering
Desplume máquinas	Combi Chiller Puentes
Desplume Limpieza	Empaque y despresado
Eviscerado máquinas	Cámaras y despachos
Eviscerado Limpieza	Cosecha de vísceras
Eviscerado Servicios Generales SSGG	Presas de congelado rápido (IQF)
Lavado de jabas	Distribuidor menudos
Lavado de jaulas	

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

La planta lleva el control del consumo de agua en cada área por medio del siguiente indicador (litros/ave):

$$\text{Consumo promedio de agua caliente por ave } \left(\frac{\text{lt}}{\text{ave}}\right) = \frac{\text{Consumo agua caliente (m}^3\text{)} * 1000}{\text{Número de aves procesadas}}$$

La mayor utilización del agua se da razonablemente en el área de proceso, donde en promedio se consume alrededor de las tres cuartas partes del gasto total, es decir, aproximadamente un 76%.

A manera de ejemplo, se presenta en la tabla 1.3, el consumo de agua del año 2021 de los medidores principales, con su respectivo porcentaje de contribución.

**Tabla 1.3 Consumo de agua del año 2021 por medidor principal**

Medidores Principales	Consumo (m <sup>3</sup> )	%
Proceso	327,760	76%
Planta Tratamiento Aguas Residuales	8,523	2%
Calderos	29,696	7%
Combi chiller	57,661	13%
Lavador químicos	2,320	1%
Garita y Tunes de Ventilación	4,078	1%
<b>TOTAL AGUA CONSUMIDA</b>	<b>430,038</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Se presenta además en la tabla 1.4, el cálculo del indicador de utilización de agua que registra la planta, del año 2021, para el control del consumo del recurso natural.

**Tabla 1.4 Consumo promedio de agua por ave procesada del año 2021, por medidor principal**

# AVES (AÑO 2021)	22,268,035	
Medidores Principales	Consumo (m <sup>3</sup> )	Indicador (lt/ave)
Proceso	327,760	14.72
Planta Tratamiento Aguas Residuales	8,523	0.38
Calderos	29,696	1.33
Combi chiller	57,661	2.59
Lavador químico	2,320	0.10
Garita y Tunes de Ventilación	4,078	0.18
<b>TOTAL AGUA CONSUMIDA</b>	<b>430,038</b>	<b>19.31</b>

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Cabe mencionar que, para el cálculo del indicador, se realizó una conversión de unidades en la cantidad de agua consumida, puesto que el medidor tiene como unidad de medida el metro cúbico (m<sup>3</sup>), por lo que se lo convierte a litros (lt) multiplicando por mil y luego proceder a dividir para el número de aves faenadas. Es decir, que para el año 2021 se consumió 19.31 litros por ave procesada, siendo el área de proceso la que más utiliza este recurso (14.72).

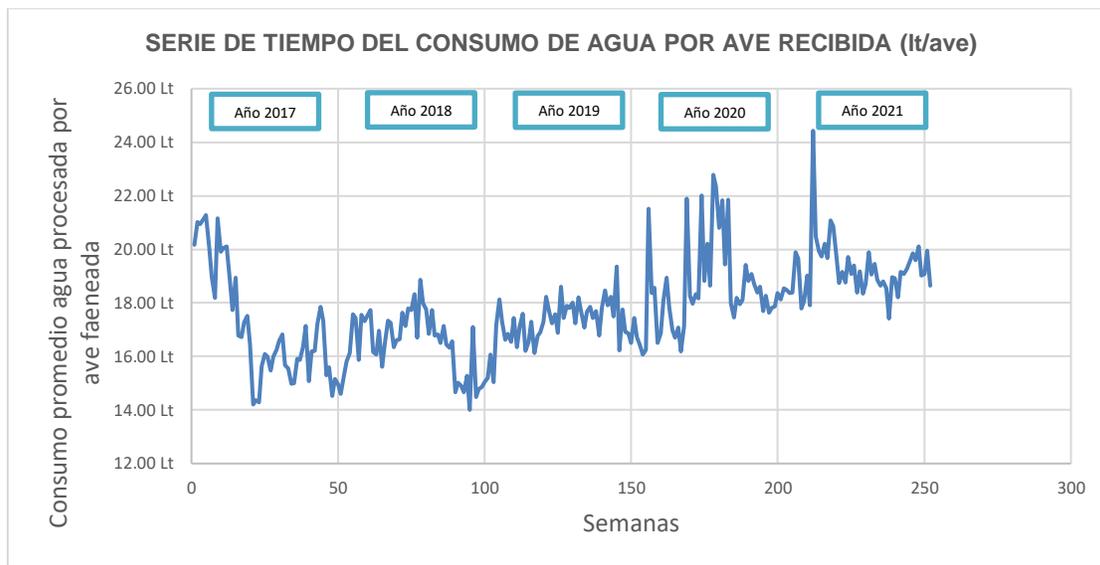
Se realiza el mismo análisis también con los medidores secundarios del área de Proceso, se presenta la información en la tabla 1.5. Se puede constatar que los medidores secundarios de agua caliente son los que mayor consumo de agua presentaron.

**Tabla 1.5 Consumo de agua por ave procesada del año 2021 por medidor secundario**

# Aves (Año 2021)	22,268,035	
Medidores Secundarios	Consumo (m <sup>3</sup> )	Indicador (lt/ave)
Agua Caliente proceso	57,620	2.59
Agua caliente limpieza	34,589	1.55
Empaque y Despachado	22,920	1.03
Rendering	11,806	0.53
Matanza escaldadora	9,391	0.42
Matanza máquina	4,893	0.22
Cámaras y despachos	4,723	0.21
Matanza limpieza	3,445	0.15
Lavado de jabas	3,034	0.14
Combi-Chiller Puentes	1,712	0.08
<b>Total consumo de agua justificado</b>	<b>154,133</b>	<b>6.92</b>
<b>Consumo de agua sin control</b>	<b>173,627</b>	<b>7.80</b>
<b>Total consumo Producción</b>	<b>327,760</b>	<b>14.72</b>

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Por medio del análisis de la información de los datos históricos, desde el año 2017 hasta mediados del 2022, se evidencia un incremento del indicador (consumo promedio de agua por ave recibida) a partir del año 2021. Se realizó un análisis de serie de tiempo del indicador, que se detalla en la figura 1.2, donde se puede apreciar de mejor manera el incremento año a año del indicador.

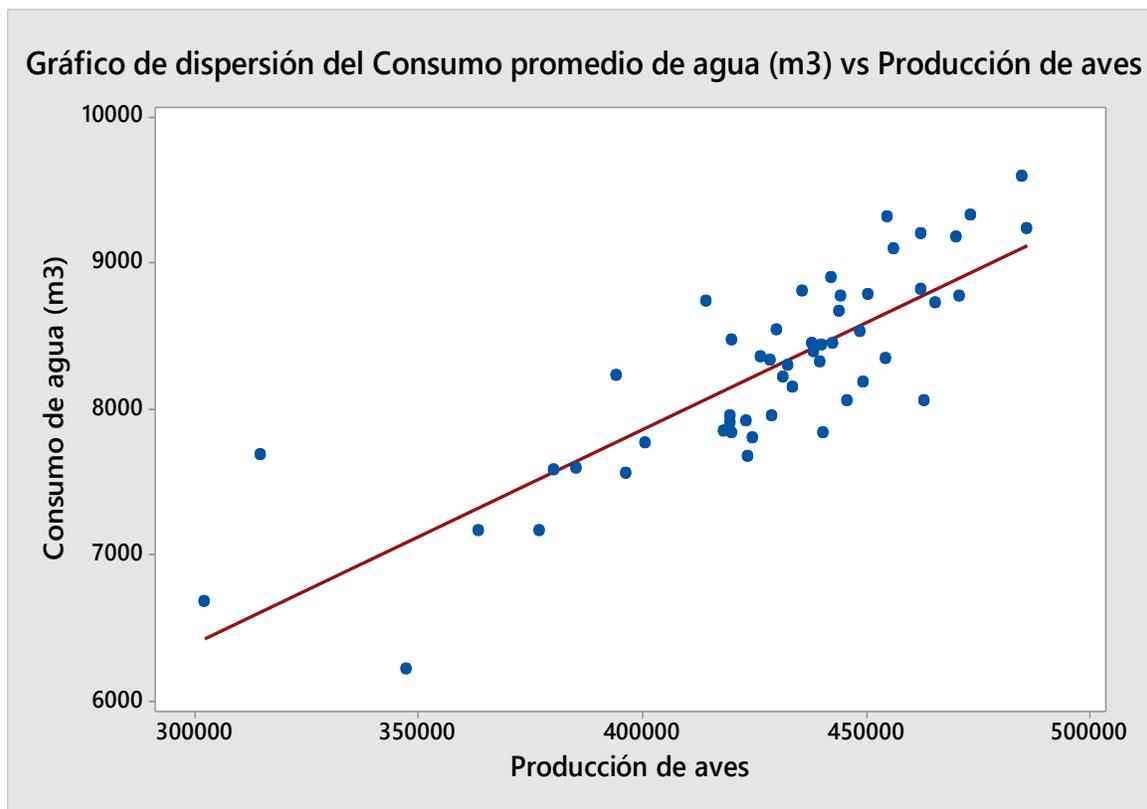


**Figura 1.2 Gráfica de serie de tiempo del indicador de consumo de agua por ave recibida (lt/ave), desde año 2017 al 2021 por semana**

**Fuente:** Figura elaborada por el autor

## 1.2 Definición del problema u oportunidad

Para verificar el tipo y grado de relación que existe entre la variable consumo de agua en metros cúbicos y producción de aves, medidas en número de aves procesadas, se realizó un diagrama de dispersión entre estas variables, por semana del año 2021. Se puede observar lo anteriormente descrito en la figura 1.3.



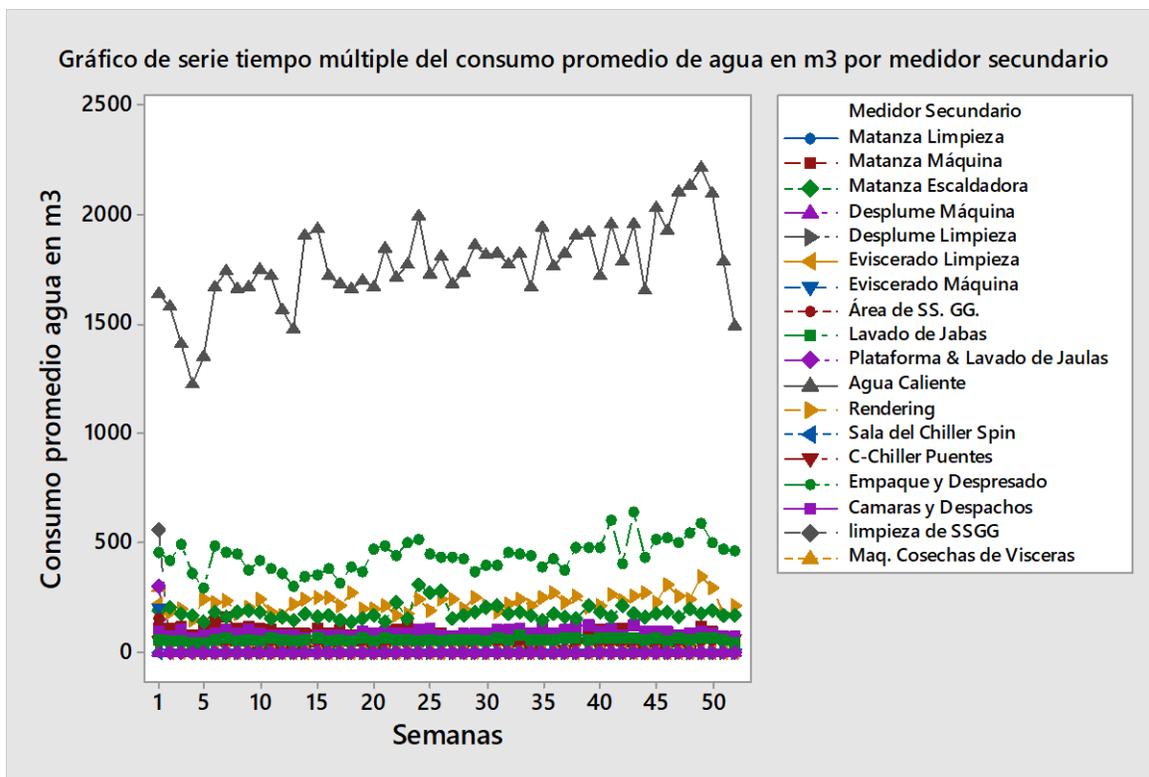
**Figura 1.3 Gráfica de dispersión de consumo de agua en metros cúbicos y la cantidad de aves producidas, año 2021 por semana**

**Fuente:** Figura elaborada por el autor

Se puede evidenciar que existe una correlación de aproximadamente de 0.70 entre el volumen de producción y el consumo promedio de agua por ave procesada.

Como se mencionó anteriormente, el área donde se consume mayor cantidad de agua, por obvias razones, es la de Procesos, razón por la cual se analiza el consumo del año de mayor variación, el 2021, por cada medidor secundario, con el fin de constatar donde existe el mayor incremento en el consumo de agua.

Para ello se realizó un análisis basado en el gráfico de serie de tiempo múltiple, por semana, del año 2021. Se detalla los resultados en el gráfico 1.4.



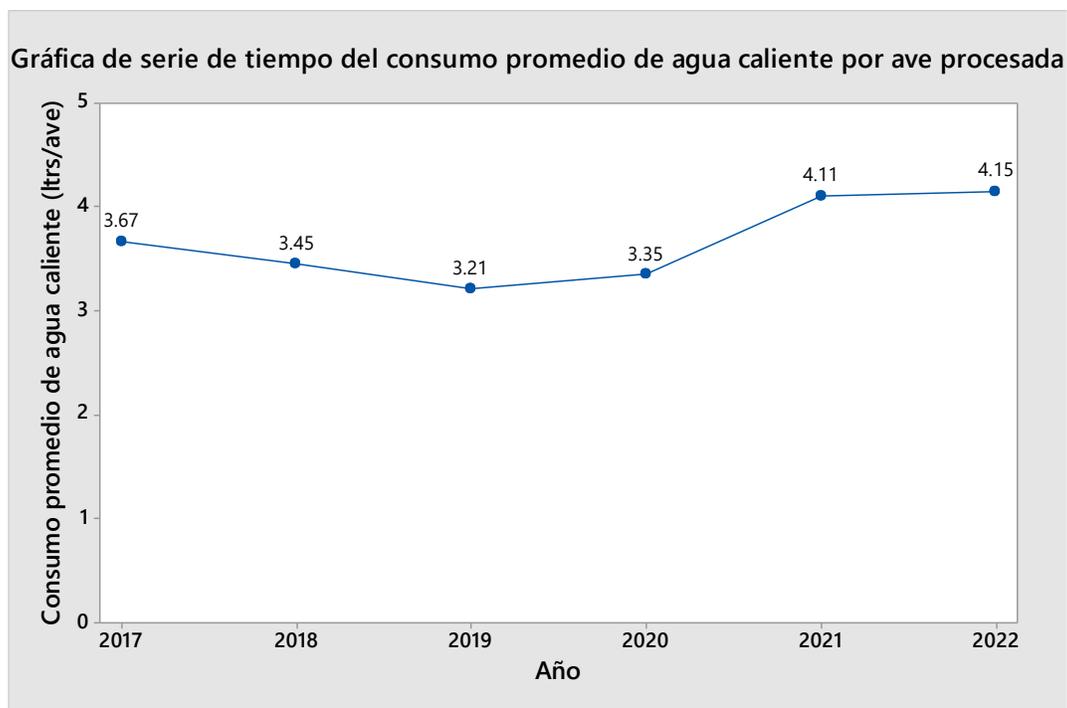
**Figura 1.4 Gráfica de serie de tiempo múltiple del indicador de consumo de agua por ave recibida, año 2021 por semana y por medidor secundario**

Fuente: Figura elaborada por el autor

Por ende, se puede evidenciar que el mayor incremento del consumo promedio de agua por ave procesada se efectúa en el medidor secundario de agua caliente, cuyo consumo fluctúa entre 1500 a 2000 metros cúbicos, que comparado con el resto de medidores consume aproximadamente el 80% del volumen total de agua utilizado.

Dado este hallazgo, se levanta información del indicador en este medidor secundario, donde se puede constatar el aumento, al pasar de 3.21 lt/ave a 4.15 lt/ave en promedio anual, un incremento del consumo de agua caliente del 29%, es decir, 0.94 litros de agua caliente adicionales utilizados por ave. Esta merma le representa a la planta el uso adicional de 20 millones de litros de agua por año, mayor caudal de agua a ser tratada, energía eléctrica (kwh) y el combustible adicional usado por el caldero para el calentamiento del agua.

Cabe mencionar que estos medidores de agua caliente proceso y limpieza registran casi la totalidad del agua que se consume en el área de desplume / pelado de la planta procesadora de aves. Razón por la cual se elige esta área para el desarrollo y aplicación del presente proyecto. Se detalla lo mencionado en la figura 1.5.



**Figura 1.5 Consumo de medidor de agua caliente proceso y limpieza, por año**  
**Fuente:** Figura elaborada por el autor

En el año 2021 y primer semestre del año 2022, la planta presenta un incremento considerable del consumo promedio de agua caliente por ave procesada, el cual fue de 4.15 litros/ave en el 2022 y la empresa ha logrado valores de 3.21 litros/ave en años previos.

#### **Objetivo SMART:**

Para estimar el objetivo SMART, se considera el escenario en el que se reduce el 25% de la brecha. El objetivo se calcula reduciendo del promedio el 25% de la brecha, es decir:  $(3,66 - (0,25 \times 0,45))$ . La definición del objetivo SMART es: "Reducir el consumo de agua caliente en el área de desplume de un promedio de 3,66 litros/ave a 3,55 litros/ave".

### **1.3 Objetivos del Proyecto**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Reducir el consumo de agua caliente a 3,55 litros/ave en el área de desplume, aplicando métodos estadísticos y herramientas cualitativas de calidad que permitan identificar y controlar la variación.

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar los principales factores que repercuten el elevado consumo de agua caliente en las peladoras con el fin de priorizar el problema a mejorar.
- Analizar la causa raíz del elevado consumo de agua caliente mediante herramientas de análisis.

- Implementar mejoras en el proceso de desplume que permita reducir el consumo de agua en las peladoras.
- Implementar planes de control que conlleve a verificar las condiciones operaciones de los equipos.
- Evaluar el indicador histórico de la planta (litros de agua utilizada / aves procesadas) de los últimos cinco años (5) versus el mismo indicador, seis (6) meses posteriores a la fecha de implementación de las mejoras.

## **1.4 Metodología**

La metodología para cumplir con los objetivos propuestos tiene como base la DMAIC, cuyo acrónimo significa: Definir, medir, analizar, mejorar y controlar y consta de cinco etapas.

### **Etapas 1**

Según criterio enunciado en la tesis de la Universidad Cesar Vallejo Lima – Perú donde aplica la metodología DMAIC menciona que el primer paso es la elaboración del diagrama de Pareto el cual prioriza los problemas que se presentan en las empresas y permite atacarlos de una manera más eficiente (Malqui Bazan, 2017).

En el presente proyecto se va a elaborar el diagrama de Pareto el cual permitirá observar las áreas que presentan problemas y donde se debe dar prioridad para su solución.

### **Etapas 2**

Castelo (2021) indica que: La finalidad de las cartas de control es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo.

Esto permitirá distinguir las variaciones por causas comunes de las debidas a causas especiales (atribuibles).

Con la data existente se analizará con las cartas de control si los puntos de las variables se encuentran dentro de los límites de control y comprobar si el proceso está controlado estadísticamente o no; esto ayudará a caracterizar el funcionamiento del proceso y tomar las mejores acciones del control y mejora.

### **Etapas 3**

En una empresa de envaso de GLP en el sector de Callao utilizó la metodología DMAIC para definir la variable crítica del proceso que según la matriz causa efecto tuvo cuatro causas principales: inestabilidad de la presión de llenado, dureza del material de hermeticidad para el inyector, inspección inicial de remanentes y la inestabilidad natural de las llenadoras, donde implementaron un plan de control para mantener los niveles de eficiencia y eficacia alcanzando una productividad durante el periodo de estudio de 85.42% a 93.99% comprobando el efecto de las mejoras implementadas (Meléndez López, 2017).

Una vez obtenida la variable a mejorar, se utilizará el diagrama de Ishikawa el cual tendrá la participación del personal que maneja sólidos conocimientos y sean aporte importante para su solución, con esta información se podrá desarrollar la matriz causa efecto con una validación cualitativa que permita identificar el de mayor impacto sobre el problema.

#### Etapa 4

En un proyecto de titulación en ahorro de energía en una industria Láctea su objetivo era reducir un 3% donde recomienda utilizar la matriz causa efecto donde elaboraron un plan de mejora donde se enfocaban a colocar sensores en las puertas de despacho y controlar que los tiempos de apertura sean lo necesario, a la vez elaborar un instructivo de manejo de puertas corredizas (Barba, 2021).

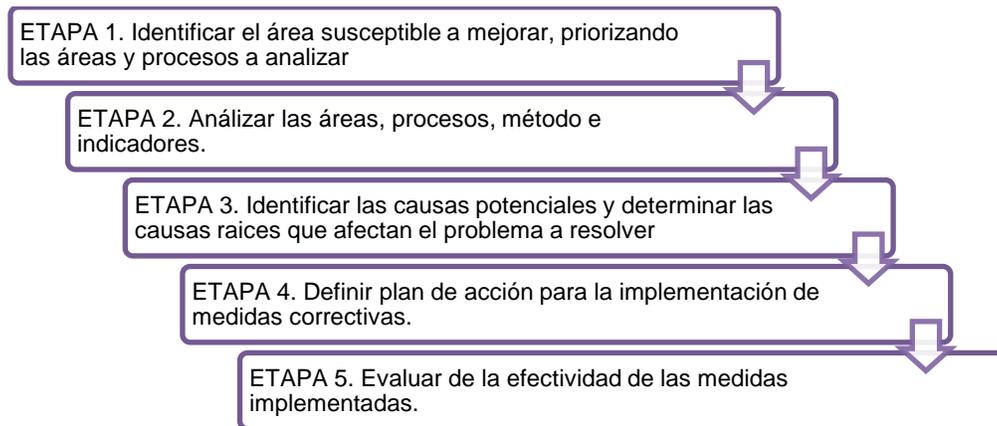
De acuerdo con lo obtenido en la matriz causa efecto se elaborará un plan de acción que permita conseguir la reducción de agua caliente en la nave de desplume, esta mejora se podrá representar mediante gráficas que permitan visualizar un antes y un después.

#### Etapa 5

Para que un programa de control mejore y aumente su efectividad, se debe desarrollar y definir en conjunto con el equipo unas características de control que se relacionen con los factores del proceso que se mejoró y una vez determinado los puntos de control las gráficas demostraran si un proceso se encuentra en control o no (Gómez et. al., 2002).

Con los resultados obtenidos en la mejora se establecerá responsables quienes verificaran que las condiciones operaciones que se deja esquematizado se cumplan con el fin de mantener su implementación.

Se puede resumir lo detallado anteriormente en la figura 1.6.



**Figura 1.6 Metodología del proyecto**

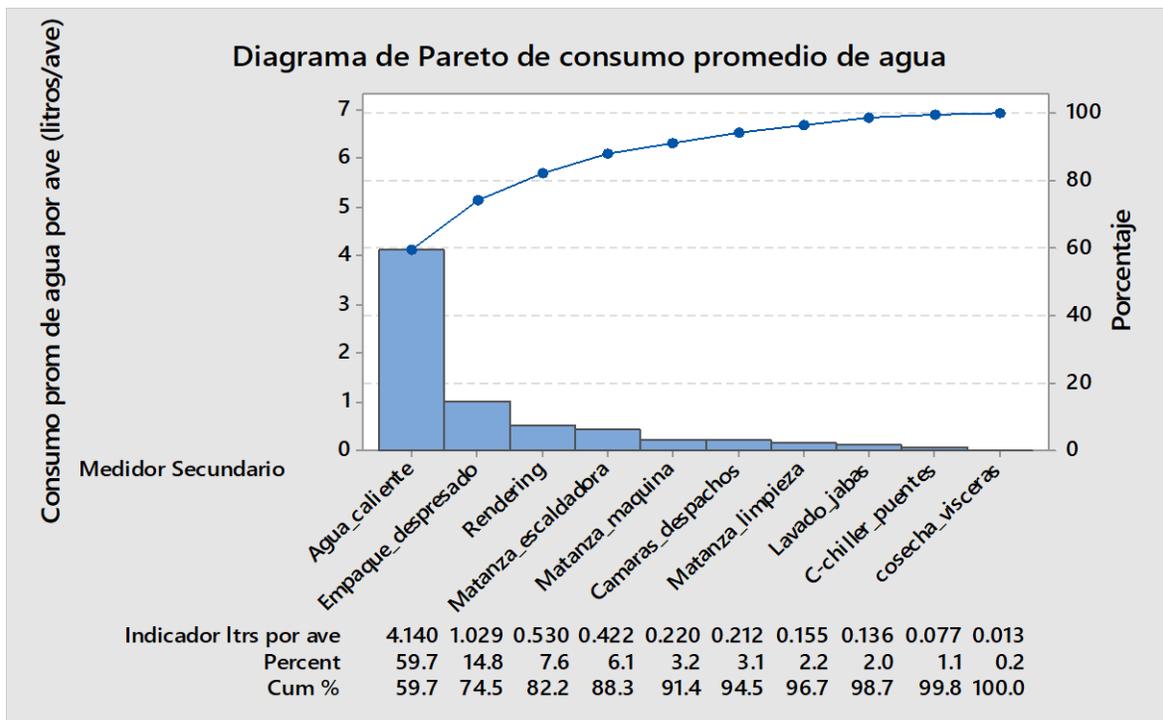
**Fuente:** Elaboración propia

# CAPÍTULO 2

## 2. IMPLEMENTACIÓN

### 2.1 Definir

Identificado el problema del aumento de consumo promedio de agua medidos en litros por ave procesada, se realizó un diagrama de Pareto del indicador por medidores secundarios del área de procesos del año 2021, el cual se detalla en la figura 2.1.



**Figura 2.1 Diagrama de Pareto del consumo de agua por ave del año 2021**  
**Fuente:** Elaboración propia

Se puede evidenciar que casi el 60% del consumo promedio del año 2021 se dio en el medidor secundario de agua caliente. Este medidor está ubicado en el área de desplume, específicamente en la zona de las máquinas. Existe una (1) máquina escaldadora y tres (3) máquinas peladoras. La función de la escaldadora es humedecer completamente al ave y penetrar todos sus folículos, para facilitar el proceso de extracción de plumas, que se lleva a cabo en las máquinas peladoras. Se presenta en la figura 2.2 la máquina peladora.



**Figura 2.2 Máquina peladora del área de desplume de la planta**  
**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar el proceso descrito anteriormente, además del agua, se utiliza combustible para elevar la temperatura con la ayuda de un caldero, logrando así calentar el agua a una temperatura que facilite el proceso de desplume de las aves.

Cabe mencionar que las máquinas poseen termostato y se controla las temperaturas de operación de proceso, las cuales fueron definidas por la planta por medio de la experiencia de la operación y por prueba y error. Por lo general, se decide variar la temperatura dependiendo de la edad del ave, a mayor edad, su estructura se tornará más dura, por lo que el agua caliente facilita el pelado que si se lo hiciera a temperatura ambiente.

La temperatura promedio de las máquinas peladoras de los últimos años, 2019 a 2021, fue de 55 grados Celsius (°C) Se presenta la información en tabla 2.1.

**Tabla 2.1 Temperatura promedio por máquina peladora**

AÑO	Temperatura promedio máquina PELADORA (grados Celsius)	Temperatura promedio máquina REPASADORA (grados Celsius)	Temperatura promedio máquina peladora LINCO (grados Celsius)
2019	58.68	47.08	59.83
2020	58.18	42.86	58.40
2021	54.71	53.36	55.83

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

La temperatura promedio de la escaldadora fue de 52°C. Se detalla la información en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Temperatura promedio por máquina escaldadora**

AÑOS	Temperatura promedio máquina ESCALDADO ZONA 1 (grados Celsius)	Temperatura promedio máquina ESCALDADO ZONA 2 (grados Celsius)
2019	53.71	53.96
2020	48.20	54.80
2021	44.61	56.09

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Una vez identificada el área donde existió mayor consumo y conociendo el proceso productivo y los recursos necesarios para su operación, se confirma el objetivo SMART de “Reducir el consumo de agua caliente en el área de desplume de un promedio de 3,66 litros/ave a 3,55 litros/ave”.

## 2.2 Medir

En esta fase se midió la capacidad del proceso actual, en relación con la cantidad de agua caliente consumida en promedio por ave, en el año 2021 por semana y del año 2022 hasta la semana 17, en la zona de desplume, con el fin de determinar si el proceso está bajo control en las situaciones y condiciones actuales.

Cabe mencionar que la variable que impacta el proceso y que permite monitorear el eficiente consumo de agua caliente en ambos turnos, es el indicador consumo promedio de agua en el medidor secundario de “agua caliente” por ave procesada. Este indicador ha sido clave para el monitoreo del consumo de recursos naturales que lleva la empresa, desde el año 2017, y se lleva un control diario del consumo de agua de la planta.

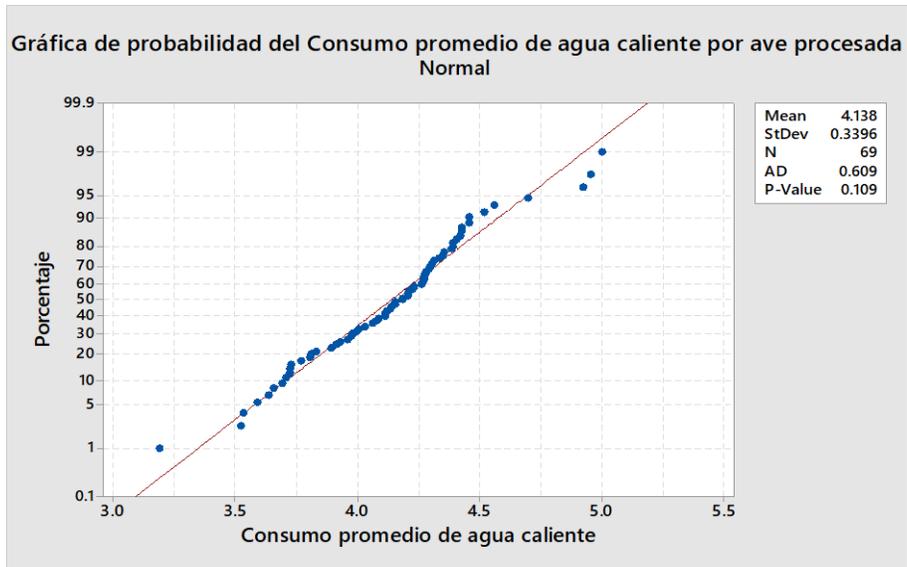
Se detalla en el Anexo A la forma en que categoriza y almacena la información la empresa.

Dado la existencia del indicador y su registro y control desde el año 2017, en el presente proyecto se concentró en analizar la información con que ya se contaba, seccionando aquella data relacionada con el área de desplume / pelado y los registros de consumo de medidores.

Por ende, el plan de recolección de datos se resumen en descargar la información existente del indicador consumo promedio de agua caliente por ave procesada, el cual es un dato relativo de tipo continuo, que se lo mide a través de los medidores de flujo de agua y la cantidad de unidades de aves procesadas, específicamente en el área de desplume. La toma de datos la realizan dos veces al día, al iniciar cada turno de trabajo.

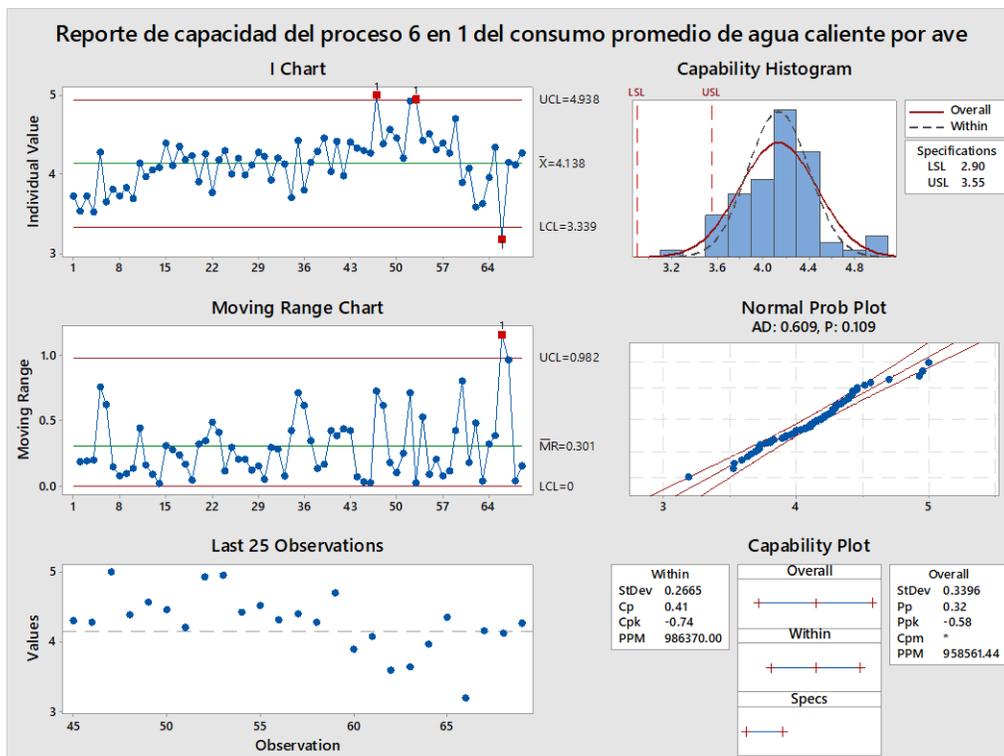
### 2.2.1 Capacidad del proceso

Con la medición de la capacidad del proceso se constató la variación del proceso, con respecto a los límites de especificación. Para llevar esto a cabo, inicialmente se realizó la prueba de normalidad del consumo de agua caliente, la cual se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3 Prueba de normalidad del indicador consumo promedio de agua caliente por ave del medidor secundario “Agua Caliente”**  
 Fuente: Elaboración propia

Con el valor p de 0.109, no se rechaza la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal, por consiguiente, se puede aplicar el análisis de capacidad del proceso normal, se detalla resultados en figura 2.4.



**Figura 2.4 Análisis de capacidad del indicador de medidor secundario**  
 Fuente: Elaboración propia

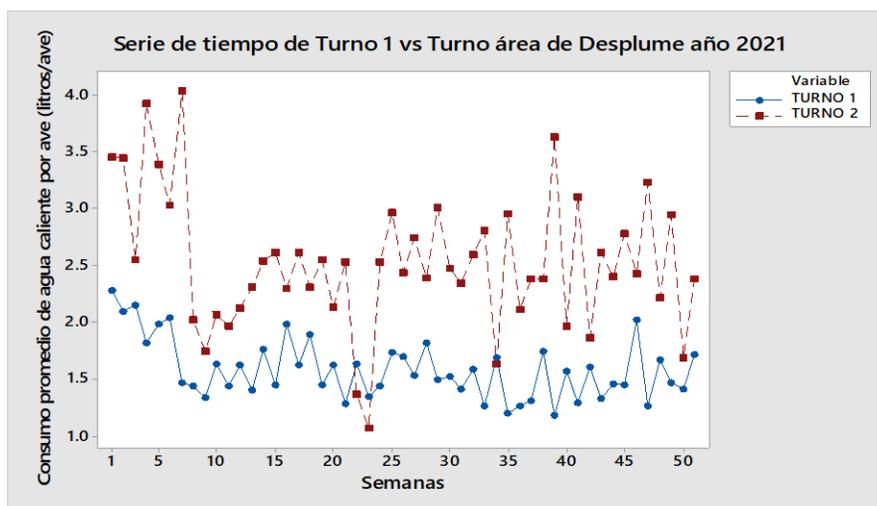
Cabe indicar que la media histórica, del 2017 al 2020, del consumo del indicador en el medidor secundario de agua caliente fue de 3.25 litro por ave, con los límites de especificación superior e inferior de 2.90 a 3.55 respectivamente, medidas que para la planta son aceptables.

Es necesario acotar que en el periodo del 2017 al 2020 ocurrieron eventos externos que influyeron en el rendimiento del indicador, como lo fueron los paros nacionales del 2019 y la pandemia mundial por COVID-19, hechos que hicieron retener a las aves por más tiempo de lo habitual, debido a problemas logísticos y de ventas, hechos que derivaban en un aumento en la utilización de agua caliente, puesto que la dureza de las carcasas de las aves aumenta con respecto a su edad. La data histórica analizada no consideró la información en estos eventos.

Con respecto a las cartas de control tanto de la media como del rango, se evidenció una estabilidad y aleatoriedad de los datos, hasta la semana 45, donde se constató que los datos se encontraban dentro de los límites de control del proceso y con una variación no muy alta. En las últimas 25 observaciones se verifica que el proceso se vuelve más inestable y con más variación, existieron además datos fuera de límites de control y comenzaron a presentar patrones no aleatorios. Según el análisis de capacidad del proceso, indica un valor Pp de 0.32, relativamente bajo, lo cual indica que la capacidad del proceso actual es deficiente con base en su variabilidad, la dispersión de especificación es menor que la dispersión general del proceso.

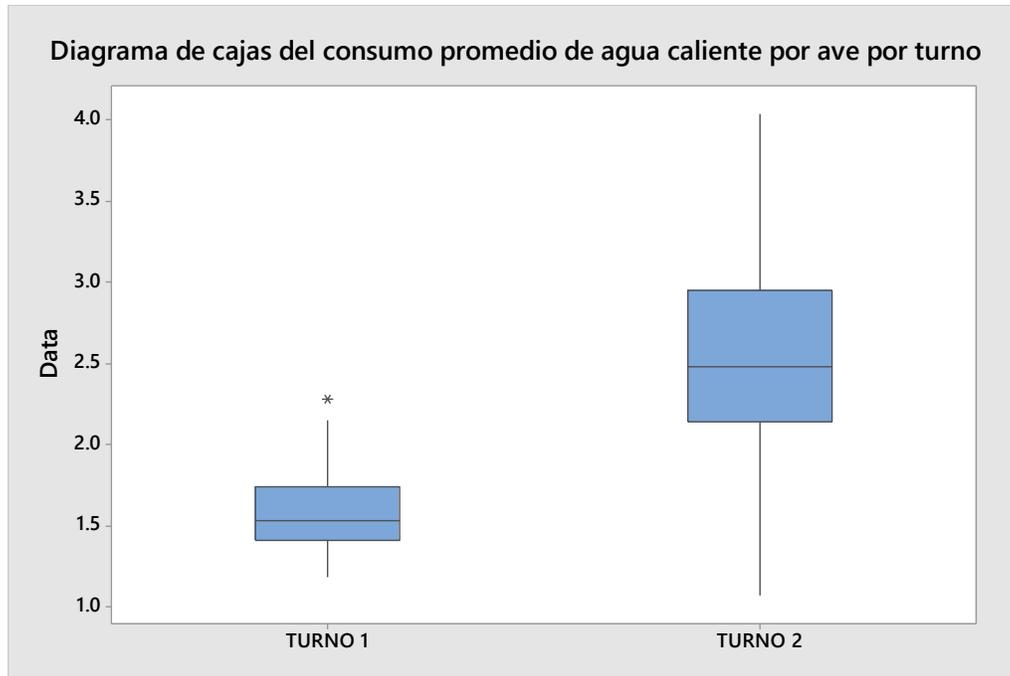
### 2.3 Analizar

En esta etapa se analizó las posibles causas del incremento de consumo promedio de agua en el medidor secundario de agua caliente, utilizando para ello herramientas de análisis de datos estadísticos que coadyuvan en la detección de causas raíz y en sus potenciales soluciones. Como parte de la filosofía DMAIC, se buscó estratificar el problema del consumo elevado de agua caliente del área de desplume, por lo que se analizó los turnos de trabajo, para comprobar si existían diferencias significativas y poder limitar aún más el problema y atacarlo de mejor forma. Para ello se realizó un gráfico de serie de tiempo por turno del año 2021, los resultados se presentan en la figura 2.5.



**Figura 2.5 Gráfico de serie de tiempo de turno 1 y turno 2 por semana del año 2021**  
Fuente: Elaboración propia

Se presenta además el diagrama de cajas, descrito en la figura 2.6, del consumo promedio de agua caliente por ave procesada, analizada por turno de trabajo, donde se puede corroborar que existe mayor consumo en promedio de agua caliente por ave procesada en el turno 2 que en el turno 1.



**Figura 2.6 Diagrama de cajas turno 1 y turno 2**

**Fuente:** Elaboración propia

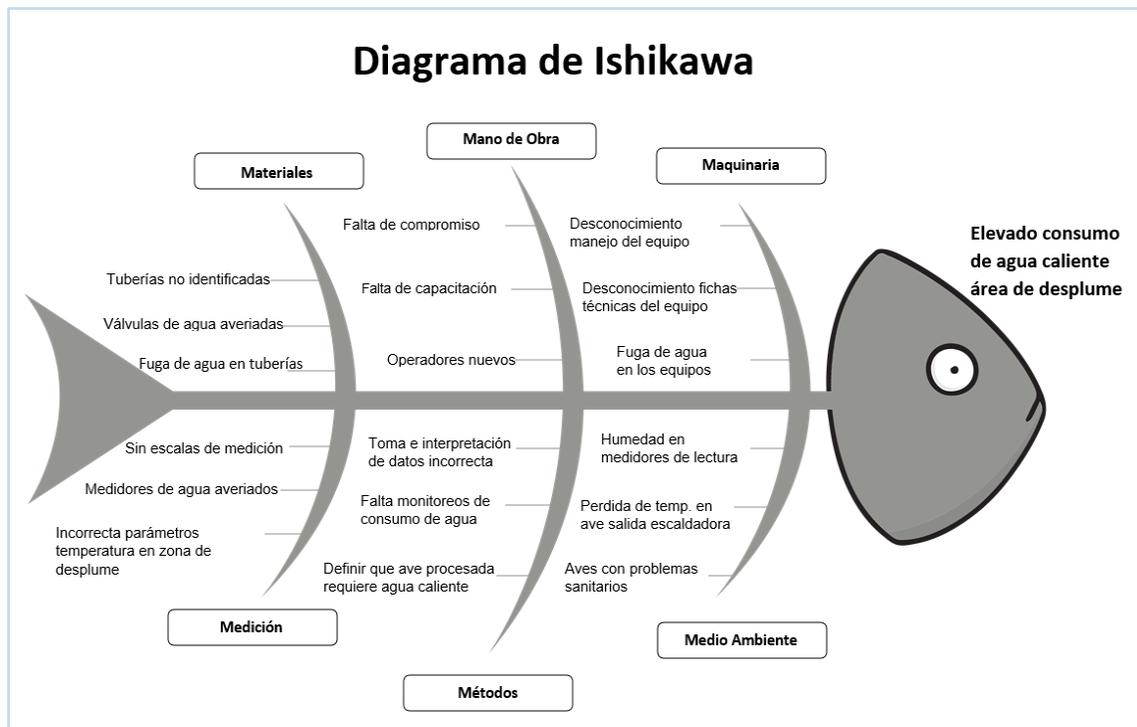
Antes de proceder con la estratificación del problema, se analizó esta diferencia y se pudo comprobar que la diferencia no se debe a causas asignables o especiales sino más bien a la forma en que se registra y calcula el indicador, ya que, se le agrega el consumo de agua por mantenimiento, limpieza y uso general al turno 2, por ello que este indicador siempre va a ser mayor que al del turno 1, aun cuando evidentemente la lógica nos dice que debería presentar valores parecidos al turno 1.

Dada y resuelta esta novedad, se descarta la estratificación del problema por turno y se procede a analizar el problema de forma general.

### 2.3.1 Diagrama de Ishikawa

Para el análisis de posibles causas que afecten directa o indirectamente al problema a analizar, se utilizó el diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado. Se realizó una reunión con el personal operativo: supervisores de ambos turnos (2), operarios más experimentados (2), personal de mantenimiento (1), personal de control de calidad (1) y jefe operativo (1).

El resultado del análisis realizado se detalla en la figura 2.7.



**Figura 2.7 Diagrama de Ishikawa para el análisis de información**  
Fuente: Elaboración propia

Según el análisis causa efecto, se subdividieron las potenciales causas con sus respectivos efectos bajo seis categorías de análisis: materiales, mano de obra, maquinaria, medición, métodos y condiciones del medio ambiente. Las causas probables más frecuentes que se presentaron durante el análisis fueron aquellas que involucra la mano de obra, es decir la operación del trabajador, su experiencia y experticia en el manejo de las máquinas y las decisiones que toman dependiendo las condiciones del proceso. Así también fueron muy frecuentes y motivo de discusión, aquellas relacionadas con los procesos y procedimientos, la falta de estándares comprobados y técnicamente validados, que tomen en consideración los factores en el proceso de pelado de las aves, tales como: días retenido de las aves, tipo de pollo, genética o procedencia.

Dada estas novedades se vio la necesidad de realizar una ponderación de causas.

### 2.3.2 Ponderación de causas al elevado consumo de agua caliente en el área de desplume

Antes de definir un plan de acción para la comprobación de las causas potenciales, se llevó a cabo una ponderación de las causas de acuerdo con su nivel de importancia/relevancia e impacto.

Se enlistaron las posibles causas y se fueron otorgando escalas de 0 a 10, siendo 0 que tiene nula relevancia e impacto y 10 aquella que ejerce gran influencia en el problema.

Los resultados se muestran en la tabla 2.3.

**Tabla 2.3 Ponderación de posibles causas**

#	Posibles causas	Supervisor Día	Supervisor Noche	Operador 1	Operador 2	Personal de mantenimiento	Control de calidad	Jefe Operativo	Puntuación
1	Tuberías sin escalas de medición	7	7	7	7	7	6	8	49
2	Desconocimiento fichas técnicas del equipo	7	7	5	5	7	7	7	45
3	Incorrectos parámetros temperatura en zona de desplume	5	5	7	7	7	5	5	43
4	Falta de capacitación	7	7	3	3	3	6	7	36
6	Definir que ave procesada requiere agua caliente	7	5	3	3	5	7	5	35
7	Desconocimiento manejo del equipo	7	7	1	1	5	7	7	35
8	Falta monitoreos de consumo de agua	5	5	3	3	2	7	7	32
5	Aves con problemas sanitarios	4	4	3	3	3	5	6	28
9	Operadores nuevos	6	5	0	0	5	6	6	28
10	Toma e interpretación de datos incorrecta	4	4	3	3	4	2	5	25
11	Válvulas de agua averiadas	3	3	5	5	0	5	3	24
12	Falta de compromiso	5	5	0	2	1	5	3	21
13	Humedad en medidores de lectura	3	3	4	4	2	3	2	21
14	Perdida de temperatura en nave de salida de la escaldadora	3	3	4	3	2	2	4	21
15	Fuga de agua en tuberías	3	3	4	4	0	3	3	20
16	Fuga de agua en los equipos	3	2	3	3	1	2	1	15
17	Medidores de agua averiados	0	0	3	3	0	1	1	8
18	Tuberías no identificadas	0	1	1	1	0	2	1	6

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

La posible causa con mayor ponderación fue las tuberías sin escalas de medición, hecho que pudiese estar afectando con el consumo elevado de agua caliente, ya que, actualmente cada operario define, a base de su experiencia, cuál es el nivel de apertura en la operación de pelado.

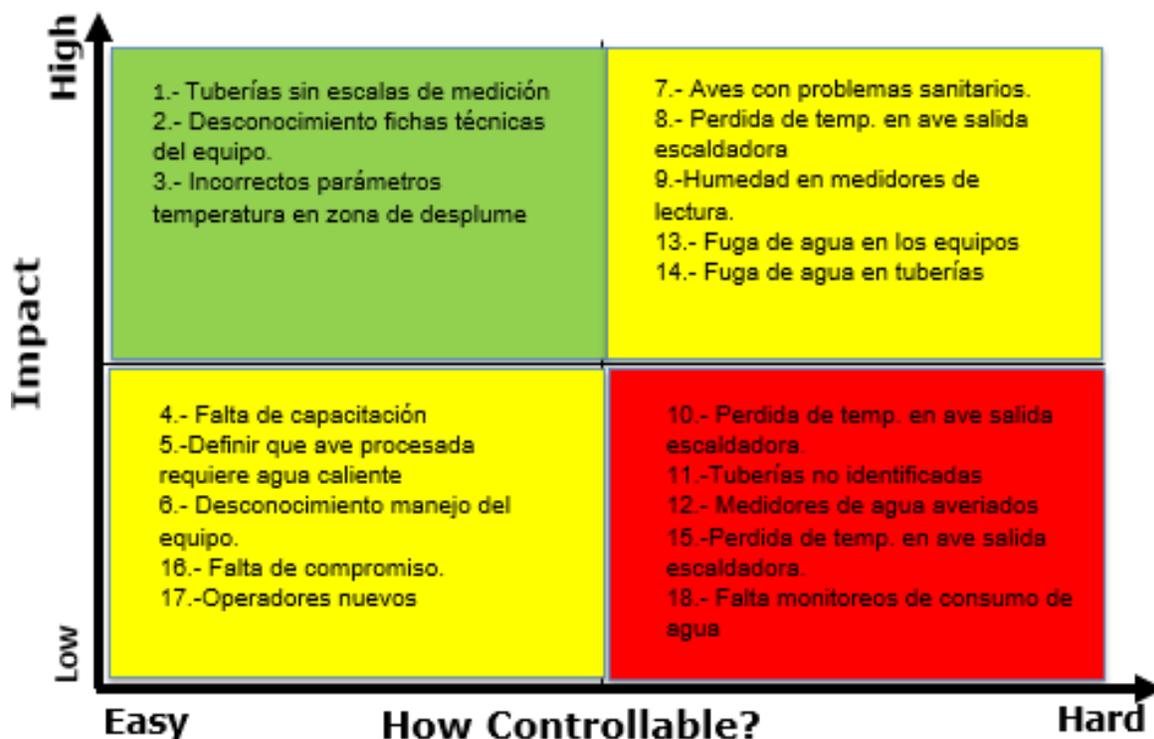
Otro aspecto que salió a relucir en el análisis de causas fue el del desconocimiento de fichas técnicas de equipos, es decir, del sustento de alguna base técnica que permita definir condiciones de operación de los equipos. Lo detallado anteriormente se relaciona con la tercera causa enlistada, ya que, las condiciones operativas del proceso fueron definidas empíricamente, existe la duda de cuál es la correcta temperatura de operación de las máquinas.

Dado que en los últimos 3 años la planta ha venido invirtiendo en nuevos equipos y maquinarias, las potenciales causas relacionadas con fuga en máquinas y tuberías quedaron descartados.

Es pertinente además acotar que en los años donde existió un incremento sostenido en el consumo de agua caliente, es decir segundo semestre del 2020 y todo el año 2021, existieron eventos externos que incidieron en el aumento del indicador. La pandemia mundial del Covid-19 y los paros nacionales, representaron cambios en los métodos de trabajo para ajustarse a la nueva realidad, que influyó en parte a disminuir el control que se venía realizando en el consumo de agua caliente. Tales circunstancias no se incluyen en el análisis de causas, pues son factores externos, sin embargo, es necesario tenerlos presente como medida de contingencia ante eventos similares en el corto, mediano o largo plazo.

Para poder definir que posibles causas se analizarían para verificar su pertinencia, se utilizó la matriz de ponderación de causas, detallada en la figura 2.8. En la cual se prioriza las causas por el grado de impacto, alto o bajo, y qué tan controlable es, si es fácil o difícil. Se presenta a continuación la matriz.

### Matriz de Ponderación de Causas:



**Figura 2.8 Matriz de ponderación de causas**

Fuente: Elaboración propia

Las causas probables identificadas y evaluadas con mayor ponderación, es decir, aquellas que tienen gran impacto sobre el problema y son fáciles de controlar, situadas según el gráfico en el cuadrante superior izquierdo, se llevó a cabo un plan de verificación de causas para validar su pertinencia

Se detalla a continuación lo descrito anteriormente en la tabla 2.4.

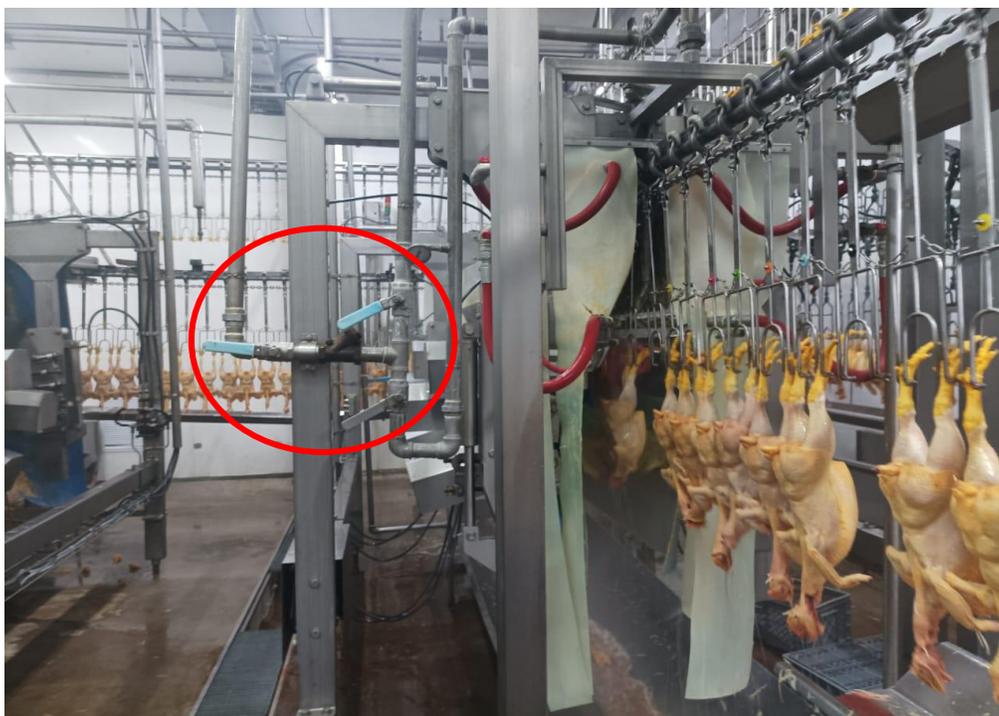
**Tabla 2.4 Plan de verificación de causas**

#	Potenciales causas	Teoría de impacto	Forma de verificar	Status
1	Tuberías sin escalas de medición	Operario define escalas de apertura de tuberías de acuerdo a su experiencia, es decir, lo hace de forma empírica.	Observación directa en el área de trabajo	Pendiente
2	Desconocimiento fichas técnicas del equipo	Se desconocen parámetros o estándares de trabajo en máquinas. Se trabaja de forma empírica	Data histórica y estadística para verificar cambios en parámetros	Pendiente
3	Incorrectos parámetros temperatura en zona de desplume	Se desconoce estándares de temperatura y su incidencia en el consumo de agua caliente	Data histórica y estadística para verificar incidencia de temperatura en consumo de agua caliente	Pendiente

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

### 2.3.3 Verificación de causas

Para verificar las tuberías sin escalas de medición se realizó una observación directa en el área de desplume, constatando la carencia de escalas en algunas tuberías. Se muestra en la figura 2.9 los hallazgos encontrados.

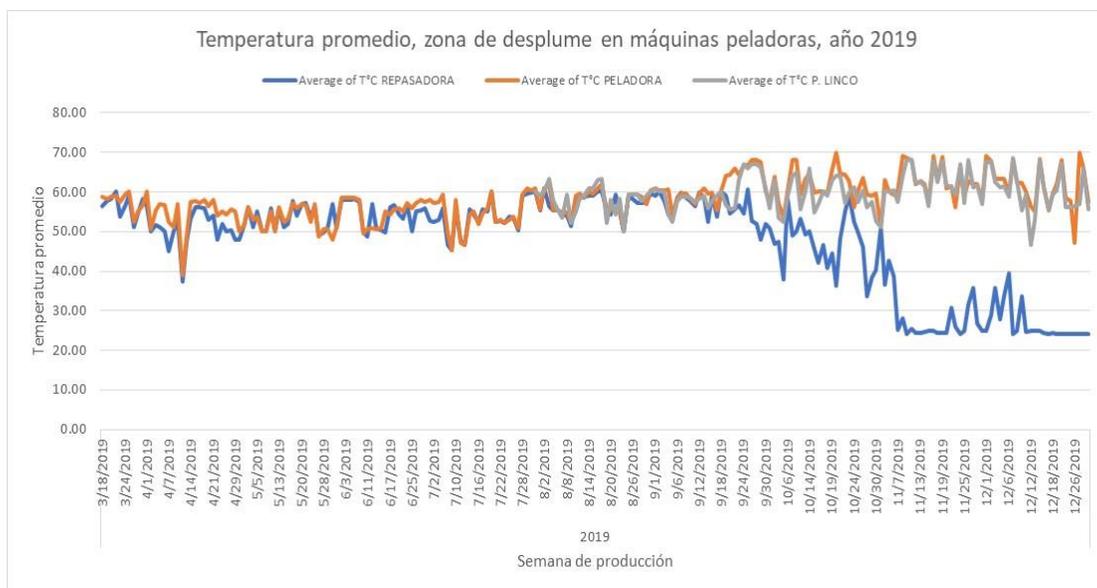


**Figura 2.9 Tuberías sin escalas de medición**

**Fuente:** Elaboración propia

Con respecto a las causas del desconocimiento de fichas técnicas de equipo y a los incorrectos parámetros de temperatura fijados en la zona de desplume, ambas causas están relacionadas, puesto que en los últimos años se ha fijado o establecido la temperatura que se usa para el calentamiento de agua de forma empírica. El proveedor de las máquinas recomendó que la temperatura de trabajo debe ser regulada, tomando en cuenta factores como: condiciones ambientales, humedad relativa y temperatura ambiental y la consistencia o dureza de carcasa de aves. Se ha optado por definir la temperatura de calentamiento por experiencia, con prueba y error, en lugar de seguir las recomendaciones del fabricante.

Se presenta gráficos de serie de tiempo de los años 2019, figura 2.10, 2020, figura 2.11 y 2021, figura 2.12, donde se detallan las temperaturas promedio semanales en las zonas de las máquinas peladoras, en las que se puede constatar que, desde el mes de octubre del año 2019, en la máquina repasadora, se fueron haciendo cambios en la temperatura promedio, logrando definir una temperatura promedio de 25°C.

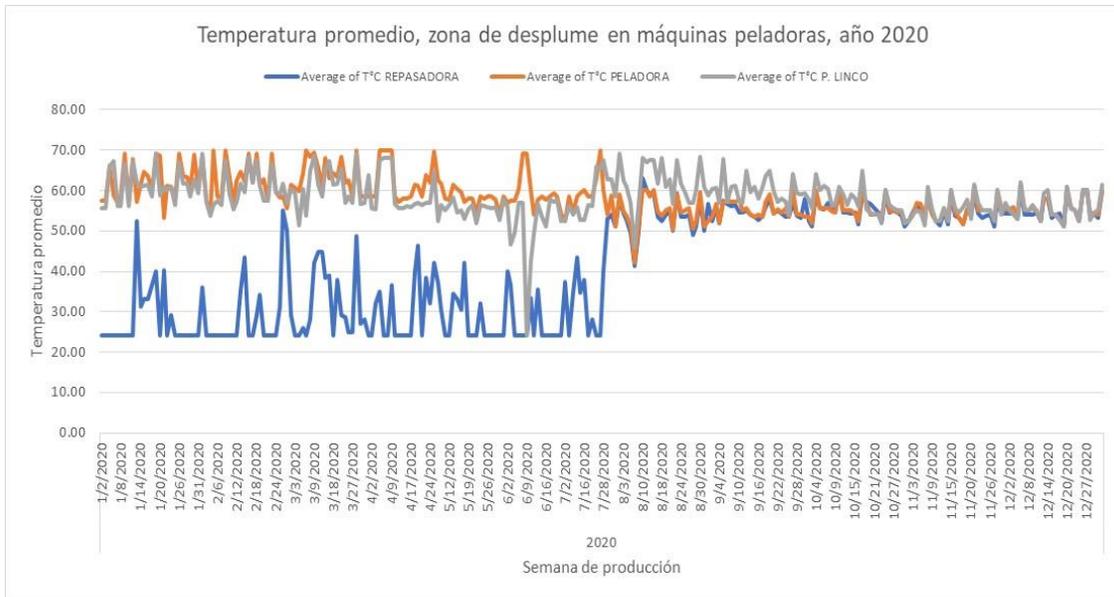


**Figura 2.10 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2019**

**Fuente:** Elaboración propia

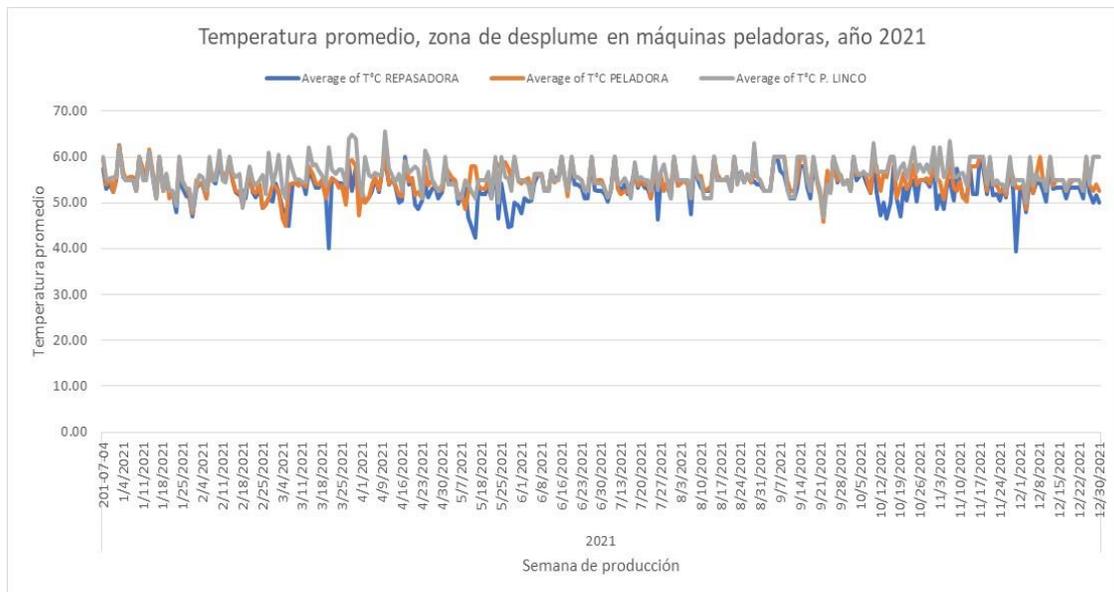
Cabe mencionar que esta prueba de disminuir la temperatura de operación en la máquina repasadora, tuvo varias restricciones. El principal inconveniente es que existe un solo medidor de agua para las tres máquinas, es decir, que de haber existido un medidor por cada máquina se pudo haber constatado de mejor forma los cambios derivados de los cambios realizados. Otra restricción es la capacidad de cambio de los operarios, quienes se acostumbraron a trabajar con agua caliente y ante cualquier cambio, se evidencia una resistencia, lo que hace que el estudio pueda sesgarse.

Esta prueba duró hasta mediados del 2020, donde se vuelve a la temperatura promedio de 53°C, como se puede ver en la gráfica de serie de tiempo del 2020.



**Figura 2.11 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2020**  
**Fuente: Elaboración propia**

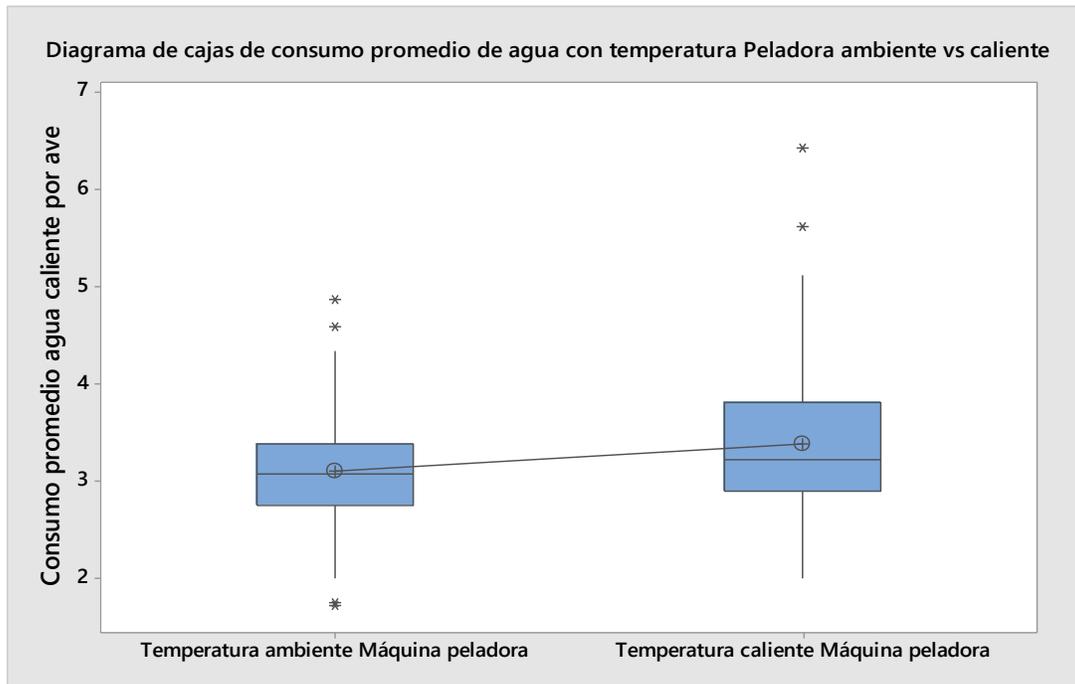
Para el año 2021, se estableció una temperatura promedio entre 50 a 60°C y ya no se hicieron pruebas y error con la temperatura.



**Figura 2.12 Gráficas de serie de tiempo de la temperatura en máquinas peladoras, en los años 2021**  
**Fuente: Elaboración propia**

Por consiguiente, existe un desconocimiento de la incidencia del cambio de temperatura en la zona de desplume con respecto al consumo de agua caliente.

Se realizó un gráfico de cajas de la temperatura promedio semanal de la máquina repasadora, en el año 2020 semana 1 a la 27, donde se utilizó agua a temperatura ambiente versus el consumo de agua, semana 28 a 52 del 2020, donde se utilizó agua caliente. Se detalla a continuación en la figura 2.13 lo descrito.



**Figura 2.13 Diagrama de cajas de consumo de agua promedio con temperatura ambiente máquina repasadora versus el consumo de agua caliente con temperatura caliente**

**Fuente:** Elaboración propia

Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson, obteniendo un valor de 0.168, el cual nos indica que existe relación entre las variables, sin embargo, no es muy fuerte. Esto tiene sentido puesto que el indicador del consumo promedio de agua caliente utilizada por ave procesada está relacionado con más variables, como lo son la temperatura en las otras máquinas peladoras y en la escaldadora. Lo relevante de este análisis es que queda la conjetura de que si se modifica la temperatura en las demás máquinas peladoras el indicador presente una modificación más significativa.

### 2.3.4 Determinación de causas raíz

Constatadas las potenciales causas definidas en el análisis de Ishikawa, se procedió con la determinación de las causas raíz que ocasionan estos problemas.

Se trabajó con el mismo personal para el análisis, logrando los resultados que se muestran en la tabla 2.5.

Tabla 2.5 Determinación de causa raíz

Causa Potencial	¿Por qué?	¿Por qué?	Acción
Tuberías sin escalas de medición	Falta de control		Colocar escalas de medición en tuberías, con niveles de apertura, para el control de utilización de agua
Desconocimiento fichas técnicas del equipo	Se acostumbró a trabajar de forma empírica, con ensayos de prueba y error		Elaborar guía técnica para verificar la incidencia de la temperatura de las áreas de desplume, en el consumo de agua caliente, tomando en cuenta factores de calidad y producción
Incorrectos parámetros de temperatura en zona de desplume	Desconoce incidencia de temperatura en consumo de agua caliente	Se acostumbró a trabajar de forma empírica, con ensayos de prueba y error	

Fuente: Tabla elaborada por el autor

## 2.4 Implementar

En esta etapa se desarrolló los planes y estrategias de las acciones propuestas, involucrando para ello personal de: operaciones, mantenimiento y calidad de la planta.

### 2.4.1 Plan de acción

Las acciones por realizar para solucionar las causas raíz identificadas son:

#### ***Implementar escalas de medición con niveles de apertura para las tuberías de las áreas de desplume***

- Personal operativo y de mantenimiento diseñarán las escalas de medición por niveles, verificando grado de apertura y flujo de agua caliente que llegue a las zonas de desplume. Se procurará definir qué nivel se recomienda utilizar dependiendo del volumen de producción.
- Personal de mantenimiento instalará las escalas de medición por niveles en las tuberías de las zonas de desplume.
- Personal operativo monitoreará el nivel de apertura adecuado según producción después de la implementación de las escalas.

#### ***Elaborar guía técnica para verificar la incidencia de la temperatura en zona de desplume, en el indicador de consumo de agua caliente, con el fin de estandarizar y controlar parámetros, previo a la implementación.***

- Realizar reunión de trabajo con personal de operaciones y calidad para la elaboración de la guía técnica.
- Capacitar al personal operativo para la implementación de acciones que forman parte de la guía técnica.
- Implementar la guía técnica y realizar controles a los parámetros a estandarizar.

Se elaboró un cronograma para la implementación que se muestra a continuación en la tabla 2.6.

**Tabla 2.6 Cronograma plan de acción**

Cronograma plan de acción, año 2022						
Acciones	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20
<b>Implementar escalas de medición con niveles de apertura para las tuberías de las áreas de desplume</b>						
Diseño de escalas de medición por niveles, verificando grado de apertura y flujo de agua caliente que llegue a las zonas de desplume. Se procurará definir qué nivel se recomienda utilizar dependiendo del volumen de producción.	PO Y PM					
Instalación de escalas de medición por niveles en las tuberías de las zonas de desplume.		PM				
Monitoreo del nivel de apertura adecuado, según producción, posterior a la implementación de las escalas.			PO	PO	PO	PO
<b>Elaborar guía técnica para verificar la incidencia de la temperatura en zona de desplume, en el indicador de consumo de agua caliente, con el fin de estandarizar y controlar parámetros, previo a la implementación.</b>						
Realizar reunión de trabajo para la elaboración del estudio técnico.	PO Y PC					
Capacitar al personal operativo para la implementación de acciones que forman parte del estudio técnico.		PO Y PC				
Implementar el estudio técnico y realizar controles a los parámetros a estandarizar.		PO Y PC				

PO=Personal Operativo, PM=Personal Mantenimiento, PC=Personal Calidad

Fuente: Tabla elaborada por el autor

#### 2.4.2 Implementación del plan de acción

Se llevaron a cabo las implementaciones según el cronograma establecido.

##### **Implementar escalas de medición con niveles de apertura para las tuberías de las áreas de desplume**

Para el caso de la implementación de escalas de medición, se diseñó escalas de medición graduadas con 8 niveles de apertura, tal como se muestra en la figura 2.14.



**Figura 2.14 Evidencia fotográfica del diseño de escalas de medición para apertura de agua**

**Fuente:** Elaboración propia

Las instalaciones de las escalas de medición fueron realizadas en cada línea de tubería que conecta a las máquinas, es decir, tres (3) para las máquinas peladoras y una (1) para la escaldadora, tal y como se evidencian en la figura 2.15 y 2.16 respectivamente. Dado esta implementación, se trabajó con los operarios y supervisores de turno para definir niveles de apertura de acuerdo al proceso productivo de las aves. Se acordaron niveles de apertura 2 y 3 para trabajo en condiciones normales y nivel 4 para cuando las aves son retenidas por más tiempo de lo habitual



**Figura 2.15 Evidencia fotográfica de las instalaciones de escalas de medición en tuberías**

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 2.16 Evidencia fotográfica de las instalaciones de escalas de medición en tuberías**

**Fuente:** Elaboración propia

Para el control de los cambios realizados se elaboró un formato para el control de estos niveles y la temperatura. (Ver Anexo B).

***Elaborar guía técnica para verificar la incidencia de la temperatura de zona de desplume en el indicador de consumo de agua caliente, con el fin de estandarizar y controlar parámetros, previo a la implementación.***

Para la elaboración de la guía técnica se utilizó experiencias previas del propio proceso productivo que se llevó a cabo en el año 2019 y mediados del 2020 con la máquina repasadora, con la diferencia que esta vez se documentará y registrará los cambios realizados.

Se definió un plan de recolección de datos para constatar la incidencia de la variación de temperatura, además de aquellos factores de calidad de las aves que podrían verse afectados por el cambio realizado, para de tal forma concluir si la variación de temperatura incide significativamente en el consumo de agua caliente y a su vez no afecta a la calidad del producto.

El defecto de operación que puede verse afectado por la variación de temperatura de las peladoras es el de porcentaje de alas rotas, el cual no debe exceder el 1%. Con respecto a la característica de calidad que se relaciona con la eficiencia de equipos, se definió al porcentaje de plumas de las aves al salir de las máquinas, cuyo estándar máximo, definido por control de calidad, es del 5%, la cual debe verificarse cuando el ave pasa por el proceso de desplume.

Con las dos medidas descritas anteriormente, se verificará si el cambio de temperatura incide en la calidad del producto final.

## 2.5 Controlar

Los datos obtenidos de la implementación de la guía técnica para la verificación de incidencia de la temperatura en el consumo promedio de agua caliente por ave procesada fueron utilizados como medida referencial o estándar en el proceso de desplume de la planta, los cuales se muestran en la tabla 2.7.

**Tabla 2.7 Temperaturas estándar en máquinas peladoras**

Temperatura Peladora	25°C
Temperatura Repasadora	25°C
Temperatura Peladora LINCO	25°C

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Cabe mencionar que estos estándares aplican en condiciones normales de operación, es decir, cuando las aves llevan un tiempo de vida en días acorde a lo establecido por control de calidad. En caso de eventos externos o internos que se tuviera que retener aves en la granja, pues la temperatura de operación en las peladoras aumentará.

### 2.5.1 Plan de control

Para asegurar los resultados de los cambios que se hayan realizado, se define un plan de control, estructurado según se muestra en la tabla 2.8.

**Tabla 2.8 Plan de control de mejoras obtenidas**

Qué	Cómo	Quién	Cuando	Verificable
Temperatura en máquinas de Desplume	Control de temperatura de peladoras y consumo promedio de agua caliente por ave procesada	Supervisor de Producción	Diario	KPI consumo de agua caliente y temperatura de peladoras

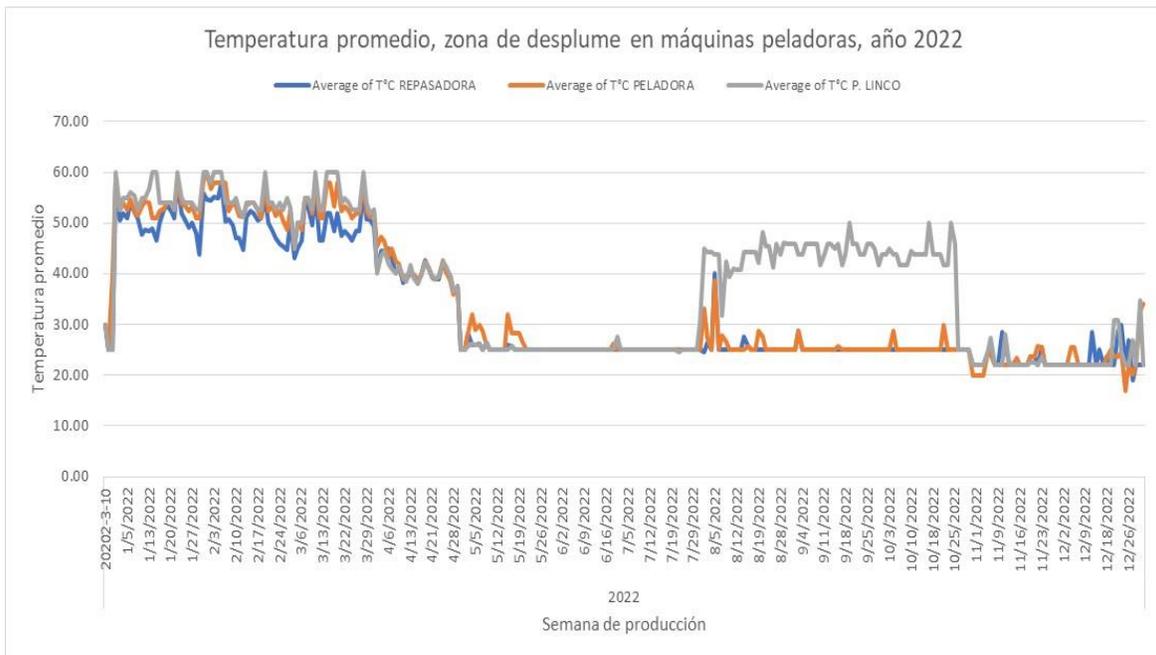
**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

# CAPÍTULO 3

## 3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

### 3.1 Resultados de la implementación de propuesta de mejora

Posterior a la implementación de las medidas correctivas, se pudo evidenciar que a partir de la semana 18 del año 2022 se fijaron los cambios en la temperatura de las máquinas peladoras, estableciendo de esta forma estándares de proceso, definidos en la guía de control de temperatura y controlado con el formato de control de producción diario. En la gráfica 3.1 se detalla la temperatura promedio por máquina peladora en el año 2022.



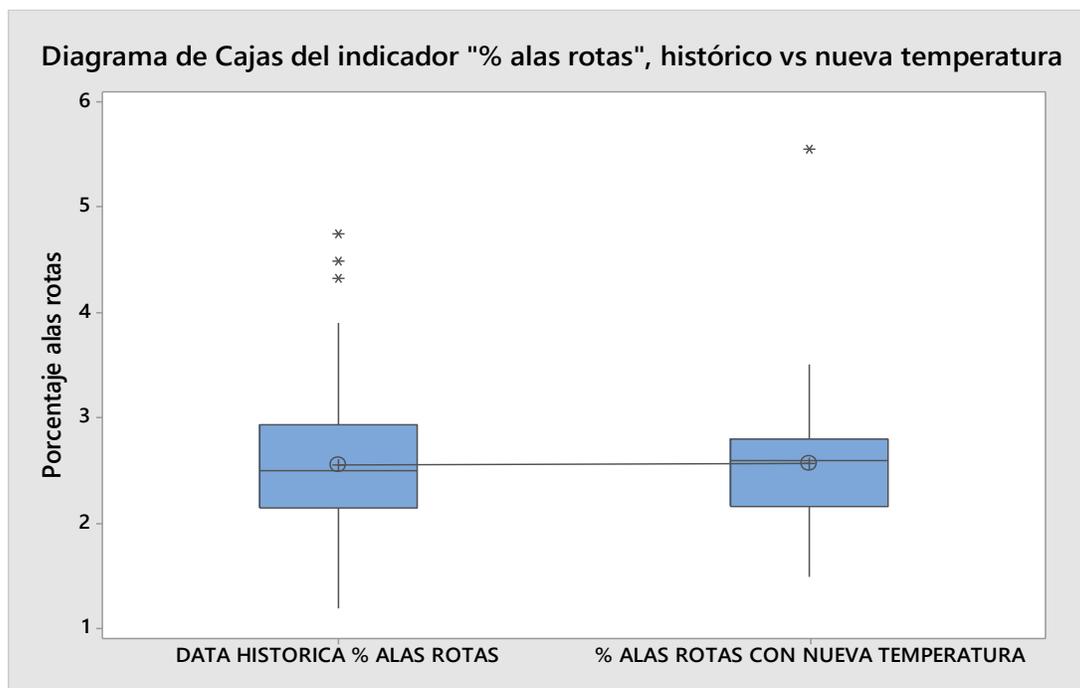
**Figura 3.1 Gráfica de serie de tiempo de las temperaturas promedio de las máquinas peladoras, año 2022**

**Fuente:** Elaboración propia

Se constató que, a inicios del mes de mayo, en la semana 18, las tres temperaturas de las máquinas peladoras pasan de un promedio de 50°C a 25°C, y se mantiene por alrededor de 3 meses, periodo en el cual se verifica y valida que las características de operación y calidad, porcentaje de alas rotas y plumas (5%) no presenta variaciones significativas que puedan afectar directamente a la calidad del producto. Es importante mencionar que, en el mes de agosto hasta octubre, se evidenció un aumento de temperatura en la operación de

las peladoras, este efecto se debió a que en esas fechas ocurrió el paro nacional, hecho externo que incidió a que se deba retener las aves más días de lo normal, lo cual ocasionó el aumento de las temperaturas con que venían funcionando los equipos para poder realizar el proceso de pelado, puesto que el ave a tener mayor edad, su carcasa se vuelve más dura. En la guía de control de temperaturas, se estableció estándares para condiciones normales de operación, cuando estas condiciones son alteradas por factores internos o externos, pues los estándares son susceptibles a cambios.

Con relación al indicador de porcentaje de alas rotas, se realizó un diagrama de cajas, detallado en la figura 3.2, de la información histórica (2019 a 2021) versus la data recolectada con el cambio de temperatura (semana 18 del 2022 hasta la semana 52).



**Figura 3.2 Gráfica de cajas de la característica de calidad “% de Alas rotas” histórica, 2019 a 2021, versus el mismo indicador considerando el cambio de temperatura**

**Fuente:** Elaboración propia

Se realizó una prueba de hipótesis para verificar si el promedio de la característica de calidad “porcentaje de alas rotas con el registro de nueva temperatura” es igual o no al promedio del mismo indicador histórico.

Con un 95% de nivel de confianza se obtuvo un valor “p” de 0.918, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, es decir, existe evidencia estadística para concluir que los promedios de los porcentajes de alas rotas son iguales antes y después de haber llevado los cambios en la temperatura de operación de las peladoras, es decir, el cambio en temperatura no alteró la característica de calidad del producto. Los cálculos pueden verse en la figura 3.3.

### Two-Sample T-Test and CI: ALAS ROTAS NUEVA T, HISTORICO ALAS ROTAS

Two-sample T for ALAS ROTAS NUEVA T vs HISTORICO ALAS ROTAS

	N	Mean	StDev	SE Mean
ALAS ROTAS NUEVA T	34	2.573	0.728	0.12
HISTORICO ALAS ROTAS	155	2.560	0.625	0.050

Difference =  $\mu$  (ALAS ROTAS NUEVA T) -  $\mu$  (HISTORICO ALAS ROTAS)  
 Estimate for difference: 0.014  
 95% CI for difference: (-0.257, 0.285)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = 0.10 P-Value = 0.918 DF = 44

**Figura 3.3 Prueba de hipótesis de la diferencia de media del indicador Alas rotas**  
**Fuente:** Elaboración propia

Un análisis similar se llevó a cabo con el indicador de porcentaje de plumas (5%), teniendo como resultado un valor “p” de 0.000, es decir, existe evidencia estadística para concluir que las medias son diferentes. Los resultados se detallan en la figura 3.4.

### Two-Sample T-Test and CI: PLUMAS NUEVA T, HISTORICO PLUMAS

Two-sample T for PLUMAS NUEVA T vs HISTORICO PLUMAS

	N	Mean	StDev	SE Mean
PLUMAS NUEVA T	34	4.12	1.37	0.23
HISTORICO PLUMAS	155	5.46	2.94	0.24

Difference =  $\mu$  (PLUMAS NUEVA T) -  $\mu$  (HISTORICO PLUMAS)  
 Estimate for difference: -1.336  
 95% CI for difference: (-1.997, -0.676)  
 T-Test of difference = 0 (vs  $\neq$ ): T-Value = -4.01 P-Value = 0.000 DF = 109

**Figura 3.4 Prueba de hipótesis de la diferencia de media del indicador Plumas 5%**  
**Fuente:** Elaboración propia

Se verificó con prueba de hipótesis que existe evidencia estadística para concluir que el promedio del histórico de plumas (5%) es mayor al indicador actual con los cambios de temperatura, tal como se puede constatar en la figura 3.5.

### Two-Sample T-Test and CI: PLUMAS NUEVA T, HISTORICO PLUMAS

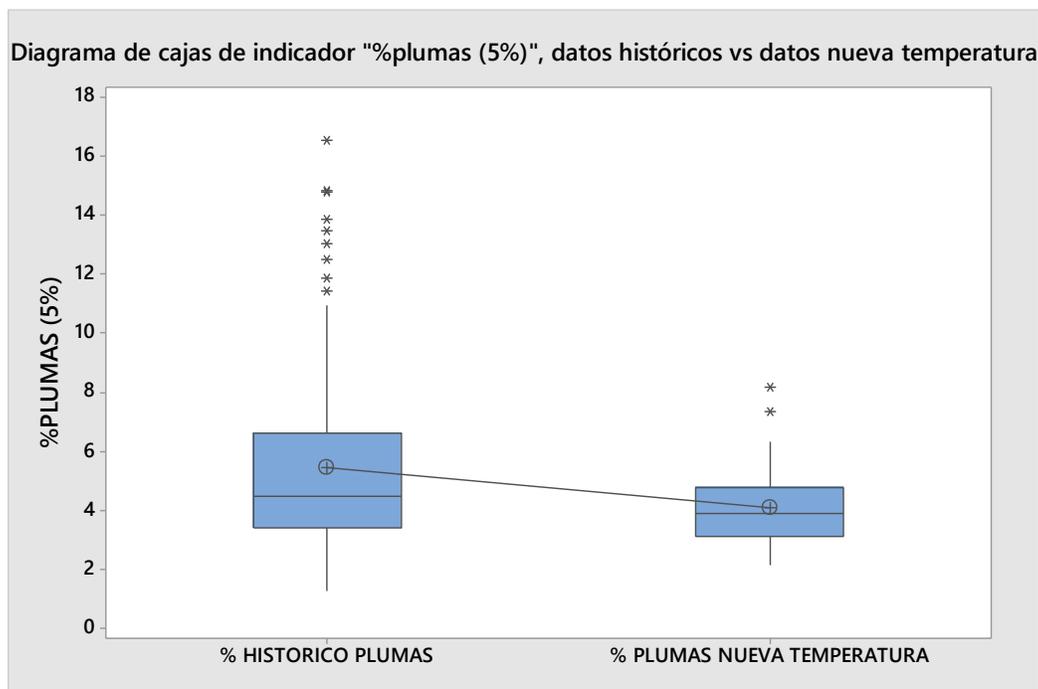
Two-sample T for PLUMAS NUEVA T vs HISTORICO PLUMAS

	N	Mean	StDev	SE Mean
PLUMAS NUEVA T	34	4.12	1.37	0.23
HISTORICO PLUMAS	155	5.46	2.94	0.24

Difference =  $\mu$  (PLUMAS NUEVA T) -  $\mu$  (HISTORICO PLUMAS)  
 Estimate for difference: -1.336  
 95% upper bound for difference: -0.784  
 T-Test of difference = 0 (vs  $<$ ): T-Value = -4.01 P-Value = 0.000 DF = 109

**Figura 3.5 Prueba de hipótesis de la diferencia de media para comprobar si el promedio histórico es mayor al indicador promedio, realizado los cambios**  
**Fuente:** Elaboración propia

Este resultado es mejor al esperado, puesto que, lo que se quería evitar es afectar al producto con el cambio, sin embargo, al reducir la temperatura se observa estadísticamente una mejora a este indicador de calidad, es decir, existen mayor cantidad de aves con plumas menor al 5% con respecto al total una vez que sale de la máquina peladora. Se realizó también un diagrama de cajas, detallado en la figura 3.6.

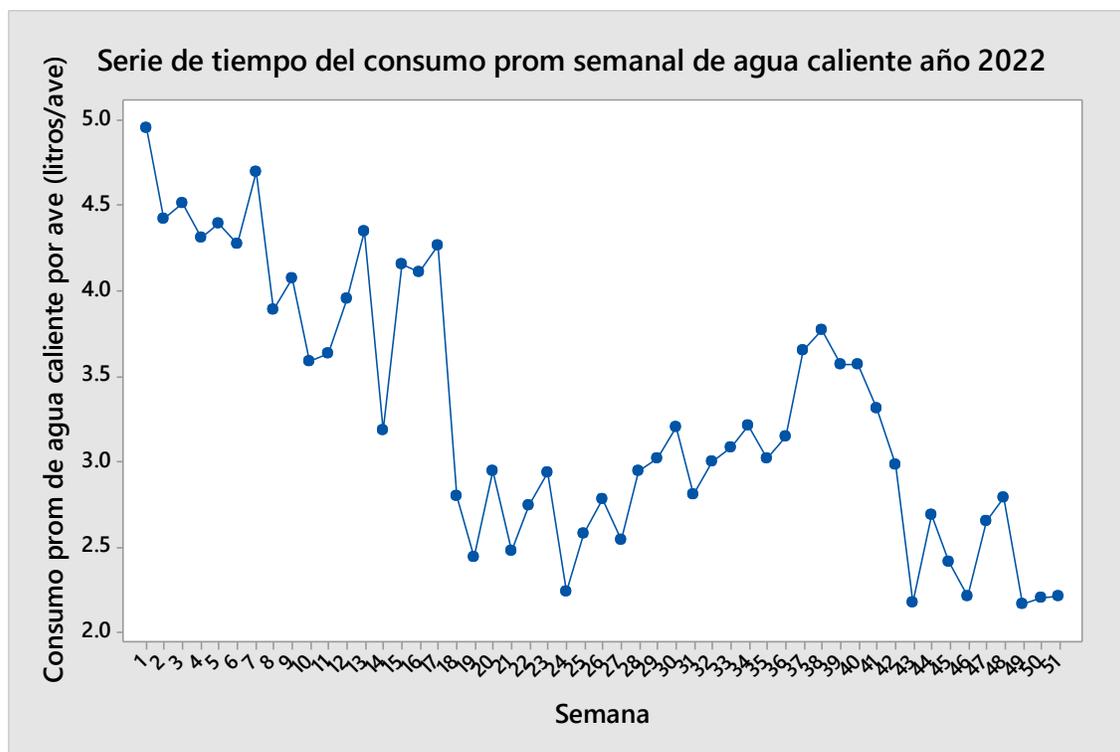


**Figura 3.6 Gráfica de cajas de característica de calidad “Plumas (5%)” histórica, 2019 a 2021, versus el mismo indicador considerando el cambio de temperatura**

**Fuente:** Elaboración propia

Por ende, verificados estos parámetros de calidad y constatados que la variación de temperatura no afecta la calidad del producto, a fecha actual estas nuevas temperaturas fueron fijadas y establecidas en el proceso de pelado del área de Desplume.

Con respecto al problema objeto de este estudio, el elevado consumo de agua caliente en el área de desplume / pelado, se evidenció que a partir de la semana 18 del año 2022, existió una disminución considerable del consumo promedio de agua caliente por ave procesada, es decir, de un promedio en el 2022, de la semana 1 a la 17, de 4.17 lt/ave a un promedio de consumo de agua caliente de 2.83 lt/ave, esto considerando que en el año de análisis existió eventos externos que hicieron aumentar el consumo de agua caliente debido al aumento de aves retenidas. Se detallan los datos en la figura 3.7.



**Figura 3.7 Gráfica de serie de tiempo del indicador consumo de agua caliente en el área de desplume, año 2022**

**Fuente:** Elaboración propia

Se puede evidenciar el decremento del indicador, al pasar de un promedio de 4.17, en los primeros 4 meses del 2022, a 2.83 litros de agua caliente por ave procesada hasta la semana 52. Cabe mencionar que este promedio consideró además las semanas en que ocurrió el paro nacional, por lo que en condiciones normales de operación la reducción hubiese sido mucho menor. Esta reducción supera lo declarado en el objetivo SMART. Se presenta en la tabla 3.1 los resultados.

**Tabla 3.1 Comparación del consumo promedio de agua caliente por ave procesada**

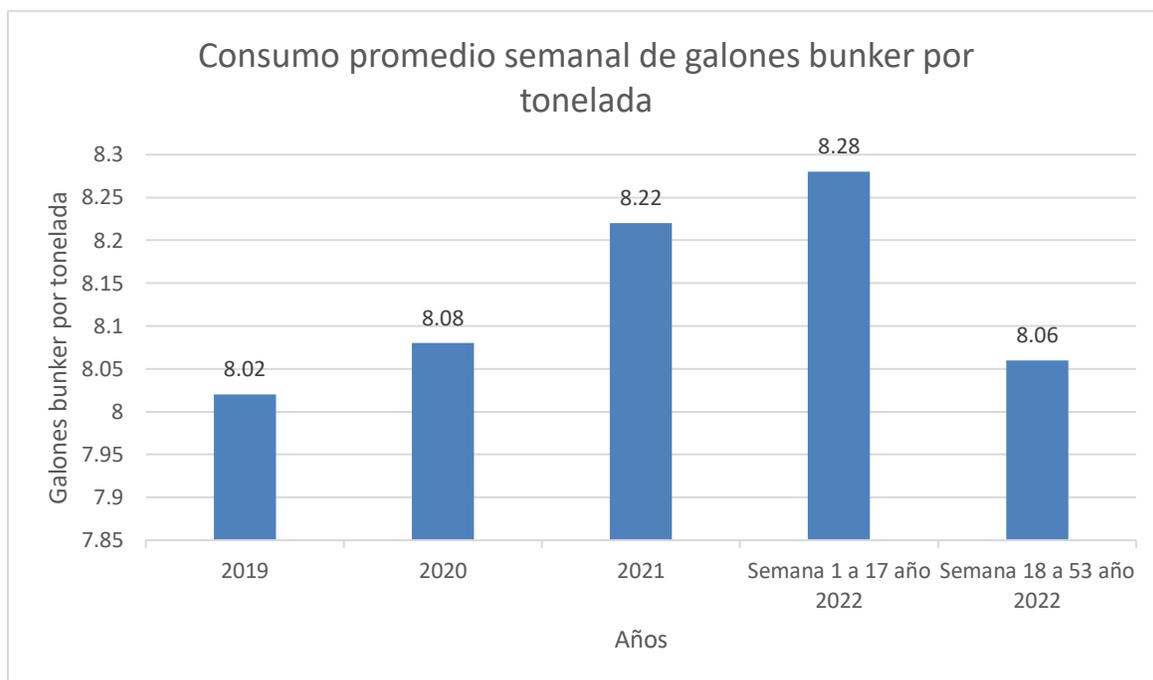
Consumo promedio agua caliente por ave procesada 2017 a 2021 (litros/ave)	3.66
Consumo promedio agua caliente por ave procesada objetivo SMART (litros/ave)	3.55
Consumo promedio agua caliente por ave procesada semana 18 a semana 52 del año 2022 (litros/ave)	2.83

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Se verificó que existió una disminución del indicador en un 23%, es decir, disminuyó en promedio 0.83 litros de agua caliente por ave procesada.

Cabe recalcar que la disminución del indicador de consumo promedio de agua caliente conlleva un ahorro en el consumo del combustible bunker necesario para calentar el agua. Antes de la implementación de los cambios, se consumía en promedio semanal 8.28

galones bunker por tonelada, mientras que ahora con la reducción de agua caliente, este indicador se redujo a 8.06 galones bunker por tonelada, es decir se ahorra en promedio 0.22 galones bunker por tonelada por semana. Lo detallado se presenta en la figura 3.8.



**Figura 3.8 Consumo promedio semanal del consumo de Bunker por tonelada**  
Fuente: Elaboración propia

Se presenta en la tabla 3.2. una proyección de ahorro semanal en el consumo de bunker por tonelada semanal.

**Tabla 3.2 Ahorro promedio semanal de consumo de bunker por tonelada**

Ahorro consumo Galones bunker por tonelada (galones búnker/tonelada)	0.22
Promedio kilos procesados por semana (Kg)	1,255,883
Costo por galón (USD/galón búnker)	1.70
Promedio ahorro semanal (USD/semana)	\$470

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

### Análisis financiero

Se realizó el análisis de la rentabilidad del proyecto, considerando para ello, la inversión inicial necesaria para llevar a cabo la implementación del proyecto, los ingresos y egresos incurridos durante la ejecución del proyecto, con sus respectivas estimaciones a un horizonte de tiempo de 5 años.

La inversión inicial implicó el tiempo productivo, del personal de la planta, dedicado a la fase de diseño e implementación del proyecto, estimado con el costo de hora hombre de la planta, las capacitaciones necesarias para el personal productivo involucrado y al costo de diseño y fabricación de tuberías graduadas. Se detalla lo anteriormente mencionado en la tabla 3.3

**Tabla 3.3 Inversión inicial del proyecto de implementación**

Costo tiempo productivo personal planta dedicado al proyecto	\$1400
Costo capacitación	\$200
Costo de diseño y fabricación de tuberías graduadas	\$500
<b>Total</b>	<b>\$2100</b>

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Los ingresos de la implementación de las acciones correctivas fueron: la reducción en el consumo del combustible bunker, reducción del gasto por extracción de agua y la reducción del consumo de dedos de goma utilizados para el proceso de pelado.

La reducción del gasto anual por extracción de agua caliente se lo estimó tal y como se muestra en la tabla 3.4.

**Tabla 3.4 Ingreso estimado por ahorro de extracción de agua**

Promedio ahorro anual de metros cúbicos de agua caliente (metros cúbicos)	20,000
Costo anual de extracción de agua (USD/metro cúbico)	\$ 0.12
Promedio ahorro anual por extracción de agua caliente (USD)	\$ 2,400

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

La reducción del consumo de dedos de goma utilizados para el proceso de pelado se lo estimó de la manera que se indica en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5 Ingreso estimado por ahorro de consumo de dedos de goma**

Tipo de dedos de goma	Consumo promedio mensual histórico	Consumo promedio mensual actual	Ahorro Consumo promedio Mensual	Costo por unidad (USD)	Ahorro promedio mensual (USD)
RP010006 - dedo de goma kent c-25 - c-25 # 9253 – un	968	283	685	0.9	\$ 616.37
RP010055 - dedos de goma gina m-70 - amarillo - uni	516	285	231	0.45	\$ 103.90
RP010056 - dedos de goma gina m-110 - rojo - uni	3266	3170	96	0.41	\$ 39.18
RP010057 - dedos de goma gina m-90 - verde – uni	1896	1403	493	0.41	\$ 202.11
Total ahorro promedio mensual					\$ 961.56
Total ahorro promedio anual					\$ 11,538.71

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

Con los rubros descritos anteriormente, se elaboró un flujo de caja anual proyectado a 5 años, donde se puede visualizar la rentabilidad del proyecto. La inversión no fue considerable, dado que las mejoras fueron de cambios de estándares de proceso, que si bien implicó un gran trabajo en la cultura de trabajo, no generó un desembolso considerable. Sin embargo, los ingresos proyectados si representan un gran ahorro para la planta. Se detalla en la tabla 3.6 los resultados descritos.

**Tabla 3.6 Flujo de caja anual del proyecto**

<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>INVERSIÓN</b>	<b>\$(2,100.00)</b>					
Tiempo productivo	\$1,400.00					
Capacitaciones	\$(200.00)					
Tuberías graduadas	\$(500.00)					
<b>INGRESOS</b>		<b>\$ 19,578.71</b>				
Bunker		\$5,640.00	\$5,640.00	\$5,640.00	\$5,640.00	\$5,640.00
Extracción de agua		\$ 2,400.00	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00	\$ 2,400.00
Consumo de dedos caucho		\$11,538.71	\$11,538.71	\$11,538.71	\$11,538.71	\$11,538.71
<b>EGRESOS</b>		<b>\$(2,200.00)</b>	<b>\$(2,200.00)</b>	<b>\$(2,200.00)</b>	<b>\$(2,200.00)</b>	<b>\$(2,200.00)</b>
Costo mantenimiento proyecto		\$(2,000.00)	\$(2,000.00)	\$(2,000.00)	\$(2,000.00)	\$(2,000.00)
Capacitaciones		\$(200.00)	\$(200.00)	\$(200.00)	\$(200.00)	\$(200.00)
<b>(=) FLUJO NETO</b>	<b>\$(2,100.00)</b>	<b>\$ 17,378.71</b>				

**Fuente:** Tabla elaborada por el autor

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Evidenciadas las mejoras como resultado de las implementaciones realizadas y con la experiencia de lo ejecutado en el proceso de desplume, se procedió con las conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

### 4.1 Conclusiones

Según los objetivos planteados al iniciar el proyecto, se concluyó lo siguiente:

1. Aplicando la metodología DMAIC, en el área de desplume, se logró reducir el consumo promedio de agua caliente a 2.83 litros por ave procesada, mejorando en un 23%, lo declarado en el Objetivo SMART.

2. Para lograr estos resultados por medio del análisis y el uso de herramientas cualitativas de calidad, se determinaron los factores que incidían directa e indirectamente en el elevado consumo de agua caliente, los cuales se pueden resumir en los siguientes:

- Se constató que existían procesos de operación de máquinas peladoras fijados de forma empírica, a base de prueba y error y la experiencia de trabajadores antiguos, sin considerar manuales ni recomendaciones del fabricante del equipo,

- Se evidenció la carencia de procedimientos estandarizados, se dificulta el entrenamiento y capacitación cuando ingresan operarios nuevos, haciendo que la curva de aprendizaje sea más lenta y que los fallos operativos aumenten.

- Se confirmó la falta de control de operación de temperaturas y su incidencia con los estándares de calidad del producto. Al no existir información difícilmente se puede controlar los efectos de un cambio en las condiciones de operación del proceso.

3. Se determinaron las causas raíz del elevado consumo de agua caliente, las cuales fueron: falta de parámetros o estándares de temperatura de operación de las máquinas peladoras, debido al desconocimiento de fichas técnicas de los equipos y a la falta de procedimientos estandarizados. Así también se determinó que la falta de escalas de medición originaba un consumo elevado de agua, debido a que el operario fijaba el nivel de acuerdo a su experiencia, ya que, no se cuenta con algo normado.

4. Las mejoras fueron centradas en la definición y realización de una guía o procedimiento para la operación y control de las máquinas peladoras, fijando estándares de temperatura, establecidos por medio de un estudio técnico, controlando las características de calidad del producto. Así también a fecha de hoy, se lleva un control diario de producción donde se registra las temperaturas de operación de las máquinas, los estándares de calidad, tipo de

producto y consumo de agua caliente, con el objetivo de monitorear el desarrollo del proceso y en caso de factores internos o externos de variación, poder tomar las medidas correctivas necesarias.

## **4.2 Recomendaciones**

Con la experiencia al aplicar la metodología definida en este proyecto, se pudo constatar y evidenciar situaciones susceptibles de mejora, lo cual se resume en las siguientes recomendaciones:

1. Al constatar los resultados obtenidos en el ahorro del consumo de agua caliente, derivados de la definición o establecimiento de temperaturas adecuadas de operación, y en vista que estos cambios no representaron grandes esfuerzos económicos, materiales ni de tiempo o paros de proceso por parte de la planta, se recomienda realizar este estudio en el área que antecede al proceso de pelado, específicamente en el área de escaldado, donde actualmente se trabaja operativamente tal y como antes de las implementaciones lo hacían en Desplume.
2. Dado los resultados positivos a corto plazo que se obtuvieron una vez aplicado las mejoras, no se ahondó más en el análisis de las condiciones del proceso y del producto para regular las condiciones de operación. Por ello, se recomienda realizar análisis incluyendo factores tales como el peso de las aves, tipo de ave a procesar, velocidad de la línea del proceso, con el fin de establecer rangos de temperaturas por cada situación a procesar o escenario, pudiendo de esta forma no solo permitir un mayor ahorro, sino estar también preparado para las contingencias como son los paros nacionales, pandemias o cualquier otra eventualidad que pudiese llegar a suscitarse.
3. Por el momento se cuenta con medidores generales en el área de Desplume, sin embargo, para un mejor control, se recomienda implementar medidores específicos por cada máquina, logrando así poder comparar el efecto de cambios por máquina y verificar su rendimiento.
4. En cuanto al entrenamiento y capacitación de los operarios, se recomienda puedan basarse en las guías y procedimientos de operación que fueron implementados, para que el operador pueda conocer y controlar mejor su labor.
5. Se recomienda colocar escalas de medición en tuberías de otros procesos para mejorar el control operativo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la investigación. In *Metodología de la investigación*. <https://doi.org/ISBN-978-92-75-32913-9>
- Castelo, F. (2021). Implementación de metodología DMAIC para el ahorro de energía en una industria láctea. Guayaquil, Guayas, Ecuador: ESPOL. FIMCP. Retrieved Julio 05, 2022, from <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52255>
- Gomez , F., Villa , Barrio, J., & Tejero Monzon, M. (2002). Google Académico. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/52255/1/T-88854%20Fricia%20Castelo%20Barba.pdf>
- Malqui Bazan, J. L. (2017). Aplicación de la metodología DMAIC basada en el six sigma, para satisfacer al cliente en la empresa grúas América. LIMA, PERU. Retrieved Julio 02-07-2022, 2022, from file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/gjb3b2gl\_aw4/Malqui\_BJL-SD.pdf
- Meléndez López, R. (2017). Aplicación de la metodología DMAIC para mejorar la productividad de la línea de envasado de GLP en la planta lima gas-Callao. Lima, Perú. Retrieved JULIO 03, 2022, from file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/4mp3sr1z\_pke/Mel%C3%A9ndez\_LR.pdf

## **ANEXOS**

# ANEXO A



Base Información General de Datos

Base Información Desglosada Semanal

Plantilla Semanal

Base Información Desglosada Mensual

Plantilla Mensual

Gráfica Interactiva de Consumo de Agua por Supervisor Uni/Litro

Gráfica Interactiva de consumo de Agua por Medidor

Gráfica Interactiva de Consumo de Agua por Turno/Máquina/Limpieza

Gráfica Interactiva de Consumo de Agua en Limpieza General

Reportes Dinámicos de consumo de Agua Por medidor de Área

Reportes Dinámicos de consumo de Agua por Turnos de trabajo

Consumo Detallado Semanal

Consumo Detallado Mensual

Menu / Opciones	2022														
DETALLE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Consumo total del Medidor Sec. Matanza Limpieza	65 m3	76 m3	61 m3	76 m3	74 m3	123 m3	67 m3	79 m3	72 m3	71 m3	64 m3	56 m3	63 m3	51 m3	51 m3
Consumo total del Medidor Sec. Matanza Máquina	89 m3	79 m3	88 m3	96 m3	87 m3	118 m3	81 m3	104 m3	97 m3	88 m3	67 m3	68 m3	71 m3	59 m3	59 m3
Consumo total del Medidor Sec. Matanza Escaladora	159 m3	196 m3	172 m3	175 m3	171 m3	203 m3	183 m3	210 m3	173 m3	183 m3	191 m3	233 m3	177 m3	200 m3	157 m3
Consumo total del Medidor Sec. Desplume Máquina	m3	m3	m3												
Consumo total del Medidor Sec. Desplume Limpieza	m3	m3	m3												
Consumo total del Medidor Sec. Evaporado Máquina	m3	118,289 m3	693 m3	558 m3											
Consumo total del Medidor Sec. Evaporado Limpieza	m3	m3	m3												
Total de Consumo de H2O Area de SS_GG	m3	m3	221,704 m3												
Consumo total del Medidor Sec. Lavado de Jabas	61 m3	50 m3	56 m3	49 m3	59 m3	55 m3	64 m3	68 m3	38 m3	54 m3	72 m3	57 m3	61 m3	60 m3	55 m3
Consumo total del Medidor Sec. Plataforma & Lavado de Jaulas	m3	m3	m3												
Consumo total del Medidor Sec. Agua Caliente	1,827 m3	1,731 m3	1,764 m3	1,831 m3	1,750 m3	1,910 m3	1,900 m3	1,844 m3	1,676 m3	1,638 m3	1,691 m3	1,720 m3	1,611 m3	1,424 m3	1,597 m3
Consumo total del Medidor Sec. Rendering	223 m3	213 m3	221 m3	233 m3	222 m3	231 m3	229 m3	246 m3	275 m3	215 m3	244 m3	240 m3	216 m3	256 m3	198 m3
Consumo medidor Sec. Sala del Chiller Spin	m3	m3	m3												
Consumo medidor Sec. C-Chiller Fuentes	27 m3	26 m3	84 m3	32 m3	28 m3	25 m3	23 m3	31 m3	34 m3	25 m3	28 m3	37 m3	74 m3	50 m3	54 m3
Consumo medidor Sec. C-Chiller Sala de Máquinas	m3	m3	m3												
Consumo Medidor Sec. Empeque y Despegado	349 m3	417 m3	352 m3	402 m3	337 m3	392 m3	378 m3	443 m3	408 m3	392 m3	360 m3	360 m3	333 m3	355 m3	297 m3
Consumo Medidor Sec. Camaras y Despachos	96 m3	94 m3	99 m3	102 m3	86 m3	91 m3	89 m3	108 m3	81 m3	88 m3	81 m3	75 m3	75 m3	73 m3	67 m3
Consumo de medidor Secundario Limpieza de SSSG	m3	m3	m3												
Consumo de medidor Secundario Maq. Cosechas de Visceras	m3	m3	m3												
<b>Consumo de H2O Residual para Sanificación</b>															
Consumo total del Medidor Sec. Bombaf1 Limpieza de Prensa	559 m3	636 m3	587 m3	705 m3	692 m3	639 m3	686 m3	692 m3	766 m3	704 m3	742 m3	860 m3	674 m3	612 m3	590 m3
Consumo total del Medidor Sec. Bombaf2 Compostera	526 m3	527 m3	475 m3	588 m3	589 m3	579 m3	625 m3	622 m3	666 m3	573 m3	626 m3	558 m3	504 m3	504 m3	478 m3
Consumo total del Medidor Sec. Compostera	117 m3	95 m3	126 m3	101 m3	96 m3	70 m3	100 m3	82 m3	86 m3	90 m3	83 m3	84 m3	99 m3	98 m3	96 m3
<b>Total de consumo por Área con medidores secundarios</b>	<b>2,896 m3</b>	<b>2,872 m3</b>	<b>2,897 m3</b>	<b>2,996 m3</b>	<b>2,814 m3</b>	<b>3,146 m3</b>	<b>3,014 m3</b>	<b>3,139 m3</b>	<b>2,874 m3</b>	<b>2,754 m3</b>	<b>2,717 m3</b>	<b>2,848 m3</b>	<b>2,900 m3</b>	<b>2,245 m3</b>	<b>2,247,977 m3</b>
<b>Lecturas Medidoras Principales</b>															
Consumo total del Medidor Princ. de Proceso	5,534 m3	5,886 m3	5,610 m3	6,080 m3	5,720 m3	6,450 m3	6,020 m3	6,490 m3	5,860 m3	6,130 m3	5,860 m3	6,100 m3	5,830 m3	6,120 m3	5,090 m3
Consumo total del Medidor Princ. de Plar	138 m3	157 m3	134 m3	174 m3	164 m3	153 m3	187 m3	178 m3	199 m3	161 m3	167 m3	147 m3	128 m3	155 m3	116 m3
Consumo total del Medidor Princ. de Calderos	629 m3	510 m3	525 m3	501 m3	532 m3	506 m3	554 m3	556 m3	553 m3	566 m3	522 m3	526 m3	483 m3	521 m3	434 m3
Consumo total del Principal Combi Chiller	1,159 m3	1,296 m3	1,217 m3	1,323 m3	1,185 m3	1,213 m3	1,088 m3	1,174 m3	1,040 m3	1,135 m3	1,113 m3	1,124 m3	1,116 m3	1,102 m3	912 m3
Consumo total del Principal de Lavado de Químicos	28 m3	16 m3	25 m3	26 m3	29 m3	26 m3	22 m3	24 m3	24 m3	24 m3	22 m3	24 m3	29 m3	24 m3	25 m3
Consumo medidor Principal Lavados de Ganta & Tunas de Ventilación	88 m3	83 m3	92 m3	69 m3	68 m3	70 m3	62 m3	77 m3	56 m3	78 m3	67 m3	73 m3	74 m3	91 m3	64 m3
<b>Total de consumo de Medidores Principales</b>	<b>7,375 m3</b>	<b>7,862 m3</b>	<b>7,684 m3</b>	<b>8,172 m3</b>	<b>7,647 m3</b>	<b>8,110 m3</b>	<b>7,933 m3</b>	<b>8,499 m3</b>	<b>7,822 m3</b>	<b>8,094 m3</b>	<b>7,750 m3</b>	<b>7,995 m3</b>	<b>7,690 m3</b>	<b>8,013 m3</b>	<b>6,701 m3</b>
<b>CONSUMO DE AGUA JUSTIFICADO</b>	<b>4,937 m3</b>	<b>4,848 m3</b>	<b>4,891 m3</b>	<b>5,089 m3</b>	<b>4,741 m3</b>	<b>5,116 m3</b>	<b>4,927 m3</b>	<b>5,148 m3</b>	<b>4,746 m3</b>	<b>4,718 m3</b>	<b>4,698 m3</b>	<b>4,742 m3</b>	<b>4,222,290 m3</b>	<b>5,138 m3</b>	<b>226,408 m3</b>
<b>CONSUMO DE AGUA SIN CONTROL DE MEDIDOR</b>	<b>2,638 m3</b>	<b>3,014 m3</b>	<b>2,713 m3</b>	<b>3,084 m3</b>	<b>2,966 m3</b>	<b>3,302 m3</b>	<b>3,006 m3</b>	<b>3,351 m3</b>	<b>3,076 m3</b>	<b>3,376 m3</b>	<b>3,143 m3</b>	<b>3,251 m3</b>	<b>115,130 m3</b>	<b>2,875 m3</b>	<b>219,707 m3</b>
<b>Sumatoria de consumo de H2O de Ambos Turnos</b>															
Consumo del medidor Princ. de Proceso	3,950 m3	4,050 m3	3,980 m3	4,420 m3	4,030 m3	4,780 m3	4,290 m3	4,760 m3	4,060 m3	4,420 m3	4,270 m3	4,440 m3	4,280 m3	4,680 m3	3,580 m3
Consumo del medidor Princ. de Plar	80 m3	75 m3	73 m3	86 m3	111 m3	101 m3	108 m3	99 m3	83 m3	88 m3	81 m3	71 m3	84 m3	85 m3	63 m3
Consumo del medidor Princ. Calderos & Combi Chiller	337 m3	292 m3	282 m3	281 m3	261 m3	318 m3	319 m3	336 m3	313 m3	343 m3	311 m3	322 m3	302 m3	342 m3	265 m3
Consumo total del Principal Combi Chiller	887 m3	837 m3	813 m3	981 m3	796 m3	894 m3	749 m3	778 m3	749 m3	805 m3	745 m3	762 m3	786 m3	776 m3	717 m3
Consumo total del Principal de Lavado de Químicos	17 m3	9 m3	13 m3	13 m3	16 m3	15 m3	10 m3	12 m3	10 m3	12 m3	11 m3	12 m3	15 m3	15 m3	10 m3

Fuente: Planta procesadora de aves

