



**BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS
VÉLEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ.**

Paula Giraldo Ospina

Informe de práctica para optar al título de Ingeniera Sanitaria

Asesor

Diego Alejandro Chalarca Rodríguez, Magíster (MSc)

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Ingeniería Sanitaria
Medellín, Antioquia, Colombia

2024

Cita

(Giraldo, 2024)

Referencia

Giraldo Ospina P. (2024). *Balance hídrico del proceso productivo de la empresa Cueros Vélez S.A.S en la planta de producción de Amagá* [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Estilo APA 7 (2020)



Centro de documentación de Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios y a mis padres, quienes siempre han demostrado un amor incondicional y han creído en mí, brindándome constante motivación a lo largo de estos años. A mis familiares y amigos por su sincero apoyo, siempre presentes con palabras de aliento hasta el último momento. A mi novio, quien siempre ha mostrado orgullo por mis logros y ha sido un apoyo fundamental en mi desarrollo profesional. Gracias a todo este respaldo, pude alcanzar mis metas y encontrar la fuerza necesaria para perseverar hasta el final de mi carrera. Su amor y apoyo estarán siempre en mi memoria.

Agradecimientos

Le agradezco a la Universidad de Antioquia, por haberme brindado la oportunidad de formar parte de su comunidad durante todos estos años. Agradezco especialmente a mi asesor interno en la universidad por su orientación durante mi periodo de prácticas, así como a Cueros Vélez S.A.S y a mi asesor externo por compartir los conocimientos que han enriquecido mi carrera profesional. La Universidad de Antioquia no solo me abrió la mente, sino que también me hizo comprender que siempre seré parte de ella.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN
LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

4

Tabla de Contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1. Objetivos	10
1.1 Objetivo general	10
1.2 Objetivos específicos	10
2. Marco teórico	11
3. Metodología	13
3.1 Balance hídrico de los procesos productivos de la empresa Cueros Vélez	13
Medición de caudal que ingresa a la planta de potabilización	13
Consumos de agua al interior de los procesos productivos	14
Cuantificación de caudal que sale de los procesos productivos	14
3.2 Indicador de medida de uso del agua en los procesos productivos	15
4. Resultados y análisis	17
4.1 Balance hídrico de los procesos productivos de la empresa Cueros Vélez	17
Medición de caudal que ingresa a la planta de potabilización	17
Consumos de agua al interior de los procesos productivos	20
Cuantificación de caudal que sale de los procesos productivos	31
Recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua	34
4.2 Indicador de medida de uso del agua en los procesos productivos	36
5. Conclusiones	37
6. Referencias	38

Lista de tablas

Tabla 1 Relación entre el diámetro de la tubería, presión y caudal	14
Tabla 2 Aforo en el vertedero de excesos de la PTAP, comparado con el medidor de caudal	17
Tabla 3 Caudal de agua que se registra en el medidor de caudal de ingreso en la planta de potabilización	18
Tabla 4 Consumo de agua mensual por proceso en la planta de potabilización	19
Tabla 5 Consumos de agua mensuales en el área de Pelambre	23
Tabla 6 Consumos de agua mensuales en el área de Curtido	24
Tabla 7 Consumos de agua mensuales en el área de Recurtido	25
Tabla 8 Consumos de agua mensuales en el área de los Bombos de Desarrollo	26
Tabla 9 Consumos de agua mensuales en el área de Acabado	27
Tabla 10 Consumos de agua mensuales en el área de la Caldera	27
Tabla 11 Consumos de agua mensuales en el área de la PTAR	28
Tabla 12 Consumos de agua mensuales en el área de Consumo Humano	29
Tabla 13 Consumos de agua mensuales en el área de Aseo	29
Tabla 14 Consumo de agua mensual por áreas.	30
Tabla 15 Consumos mensuales en el área de Aguas lluvias	31
Tabla 16 Serie de consumos en la entrada de la PTAP, en el proceso productivo y en la salida de la PTAR	32
Tabla 17 Pérdidas entre el caudal que ingreso a la PTAP y el caudal que salió de la PTAR	33
Tabla 18 Equipos y procesos de mayor consumo de agua	34
Tabla 19 Indicador de consumos de agua en volumen por hoja de cuero procesada	36

Lista de figuras

Figura 1 Mapa conceptual de la metodología propuesta para la realización del balance hídrico en la empresa Cueros Vélez	13
Figura 2 Diagrama representativo del balance de agua	14
Figura 3 Comportamiento del caudal de ingreso a la planta de potabilización cada mes	18
Figura 4 Medidor de caudal de la planta de tratamiento de agua potable de la empresa Cueros Vélez. a) Planta de potabilización. b) Medidor de ingreso de caudal a la planta de potabilización	20
Figura 5 Medidor de caudal de la Caldera de la empresa Cueros Vélez. a) Caldera. b) Medidor de caudal ingreso a la caldera	20
Figura 6 Medidor de caudal AQUAMIX en la empresa Cueros Vélez. a) Planta de producción interna. b) Medidor de caudal de ingreso a los Bombos	21
Figura 7 Medidor de caudal a la salida de la PTAR en la empresa Cueros Vélez. a) Canaleta Parshall de vertimiento hacia la quebrada. B) Medidor de caudal de salida de la PTA.	21
Figura 8 Aforo de caudales a partir del método volumétrico al agua proveniente de los tanques industriales. a) Aforo volumétrico a la tubería del tanque de oxidación de la PTAP. b) Aforo volumétrico a la hidrolavadora de la PTAR. c) Aforo volumétrico a la manguera de llenado de pulmones de la PTAR. d) Aforo volumétrico a la manguera de la PTAR	22
Figura 9 Comportamiento entre el caudal de ingreso a la PTAP, el caudal de ingreso a los procesos productivos y el caudal a la salida de la PTAR.	32

Siglas, acrónimos y abreviaturas

AQUAMIX	Medidor de caudal
MSc	Magister Scientiae
PTAP	Planta de tratamiento de agua potable
PTAR	Planta de tratamiento de agua residual
RCI	Red contra incendios
SST	Seguridad y salud en el trabajo
T	Tanque
TCH	Tanque de consumo humano

Resumen

En el presente informe de práctica se analizan detalladamente los procesos productivos de la empresa Cueros Vélez S.A.S, con el objetivo de elaborar un balance de consumos de agua del proceso productivo de la empresa y los indicadores de consumo de agua de los equipos utilizados para la conversión de piel a cuero. Se destacan los principales hallazgos, métodos y actividades propuestas para tales objetivos, identificando los mayores consumidores de agua para así lograr una mayor eficiencia y optimización del recurso hídrico, a partir de recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua. Se identificaron 5 procesos productivos principales, junto con otras actividades indirectas que también hacen parte del consumo de agua que llega a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP). El balance de consumo de agua se realizó utilizando datos registrados de los medidores de caudal ubicados en la empresa, datos de caudal basados en diámetro y presión de tuberías y aforos volumétricos de caudal.

Se concluyó que el área de Recurtido es la zona en la que más consumo de agua se presenta con consumos de agua entre 2000 m³/mes y 4500 m³/mes. Otra área importante que no hace parte de los procesos productivos, pero, que es una zona que consume gran cantidad de agua, son las actividades realizadas en la Planta de Tratamiento de Agua Potable, con consumos de agua promedio de 1800 m³/mes.

Abstract

In this internship report, the production processes of Cueros Vélez S.A.S are thoroughly analyzed with the aim of developing a water consumption balance for the company's production processes and water consumption indicators for the equipment used in the conversion of leather. The main findings, methods, and proposed activities for these objectives are highlighted, identifying the major water consumers to achieve greater efficiency and optimization of the water resource through recommendations for efficient and rational water use. Five main production processes were identified, along with other indirect activities that also contribute to the water consumption reaching the Potable Water Treatment Plant (PTAP). The water consumption balance was conducted using registered data from flow meters located in the company, flow data based on pipe diameter and pressure, and volumetric flow measurements. It was concluded that the Recurtid area is where the highest water consumption occurs, with water consumption ranging from 2000 m³/month to 4500 m³/month. Another important area, although not part of the production processes, is the activities carried out in the Potable Water Treatment Plant, with an average water consumption of 1800 m³/month.

Introducción

El agua es un recurso vital para todos los seres humanos, ya que además de satisfacer las necesidades de consumo, se utiliza en diferentes actividades cotidianas como también en procesos industriales (Betancourt, 2021). Por esto, el cuidado de este recurso es indispensable, no solo por los costos que adquiere su tratamiento, sino también por la poca disponibilidad de agua dulce de buena calidad con la que se cuenta en la actualidad.

Las curtiembres, son una de las industrias que más consumo de agua presentan en sus procesos productivos, considerando un total de 400 mil millones de litros de agua por año en el mundo (Mixan et al., 2019). En sus procesos productivos no se conocen los requerimientos de agua, por lo que se suelen producir pérdidas o no cuantifiquen correctamente los consumos en el proceso. Por lo tanto, se hace necesario cuantificar las pérdidas ya sea por imprecisiones en las micromediciones o pérdidas por fugas en los equipos, lo cual proporciona tener control y un adecuado balance hídrico que permita contabilizar los flujos en las entradas como en las salidas, en cada uno de los procesos en los que sea necesario el uso del agua (Betancourt, 2021).

La empresa Cueros Vélez S.A.S, es una empresa de curtiembres que cuenta con 5 procesos productivos: pelambre, curtido, Recurtido, acabado y acondicionado (Chiampo et al., 2023). En cada uno de estos procesos se realiza un consumo importante de agua. Sin embargo, en la empresa no se conoce los consumos de agua reales en cada uno de estos procesos ya que la mayoría de los equipos no cuentan con medidores de agua. Es de interés para la empresa, cuantificar las cantidades de agua que ingresan y que se descartan en cada proceso para así poder fomentar un uso más eficiente del agua al interior de la empresa.

Es por lo anterior, que esta propuesta de práctica académica se enfocó en realizar un balance de consumo de agua en la planta de Amagá, considerando cada uno de los consumos de agua de los procesos productivos como también el consumo de agua para las actividades humanas, siendo esta cantidad de agua correspondiente al agua que entra a la planta y teniendo en cuenta las pérdidas en los procesos y en el sistema. Así mismo, se estimó a partir de un indicador de medida de consumo por proceso, la cantidad de agua que se necesita para producir cierta cantidad de piel a cuero y los planes de acción para el uso eficiente y racional del agua.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar un balance de agua del proceso productivo de la empresa Cueros Vélez S.A.S, Amagá.

1.2 Objetivos específicos

Cuantificar las cantidades de agua que ingresan y que se consumen en el proceso productivo en la empresa Cueros Vélez.

Establecer indicador de medida de uso del agua en el proceso productivo en la empresa Cueros Vélez.

Realizar recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua para la empresa Cueros Vélez.

2. Marco teórico

La fabricación del cuero es un proceso químico aplicado sobre una matriz biológica natural que utiliza una gran cantidad de químicos inorgánicos y orgánicos, además de una gran cantidad de agua. Para el procesamiento completo del cuero se utilizan aproximadamente 130 tipos diferentes de productos químicos. A partir de este proceso se generan desechos sólidos y líquidos que deben ser vertidos al medio ambiente después del tratamiento. Algunos de los organismos responsables de la gestión ambiental lo consideran como uno de los efluentes industriales más dañinos para el medio ambiente (Hansen et al., 2021).

La transformación de una piel en bruto, en cuero acabado, implica el sometimiento de los cueros a través de una serie de operaciones físicas y químicas. Estas operaciones fisicoquímicas se realizan en medio acuoso (operaciones húmedas) mediante tambores giratorios las cuales producen efluentes líquidos. Los lavados de los materiales también se realizan durante las operaciones húmedas, consumiendo agua y produciendo efluentes líquidos adicionales (Hansen et al., 2021).

Un balance de masa se puede definir como una contabilidad de entradas y salidas de masa en un proceso o parte de este. Es una herramienta importante con la que cuenta la ingeniería de procesos y se utiliza para contabilizar los flujos de materia entre un determinado proceso industrial o entre las distintas operaciones que lo integran. Este permite conocer los caudales máxicos de todas las corrientes materiales que intervienen en el proceso, así como las necesidades energéticas del mismo, que serían los servicios auxiliares como vapor o refrigeración. Es importante la realización del balance para el cálculo del tamaño de los equipos en un proceso que se emplean, también para evaluar costos. Asimismo, se desarrollan para el cálculo de masa total en un sistema o puede enfocarse en un elemento o compuesto químico. Los cálculos de balance de masa son un requisito previo por considerar para todos los demás cálculos, además estos balances de masa pueden aplicarse en otro tipo de balances (Orozco, 2021).

Se han realizado balances de masa globales en la etapa de poscurtido, lo que indica que genera alrededor del 38% de las aguas residuales en una industria de fabricación de cuero completa es responsable de aproximadamente el 30% de los productos químicos consumidos (Hansen et al., 2021).

Para finales de siglo XX, los conceptos de agua no contabilizada y agua no facturada presentaba diversas interpretaciones, definiciones, estimaciones y formatos de las empresas prestadoras de servicio de acueducto, y de las relacionadas con la prestación de este servicio. Lo anterior impide comparaciones a nivel nacional e internacional, ya que la estimación de estos indicadores no se realiza siguiendo los mismos cálculos o la misma metodología, generando así incapacidad de análisis e investigaciones para comparar el comportamiento, eficiencia y pérdida del recurso hídrico y económico de diferentes empresas (Betancourt, 2021).

Para poder realizar un balance de agua, es necesario tener una medición y conocimiento claro de los componentes que lo conforman. Algunas empresas no cuentan con instrumentos de macromedición y micromedición precisos, o cuentan con una cobertura de micromedición reducida, impidiendo conocer claramente los componentes necesarios para un apropiado balance de agua. Es importante contar con información correspondiente a valores volumétricos de agua que deben ser medidos o estimados por parte de la empresa.

El manual de buenas prácticas propuesto por la International Water Association (IWA, 2017), describe la necesidad de realizar mediciones y estimaciones por parte de las empresas para un periodo de estudio de un año, mediante los cuales puedan establecer el balance de agua para este periodo de tiempo, evaluando así, el comportamiento del uso del recurso hídrico, analizando y comparando con su comportamiento para periodos anteriores o posteriores, así como su comparación con otras empresas durante espacios de tiempo similares (Betancourt, 2021).

3. Metodología

Para desarrollar el balance de agua de los procesos productivos de la empresa Cueros Vélez S.A.S, se llevó a cabo un balance hídrico. Para este balance hídrico fue necesario cuantificar tanto el agua que ingresa a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), la que se consume internamente en el proceso productivo y la que sale de los procesos productivos que llegan a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

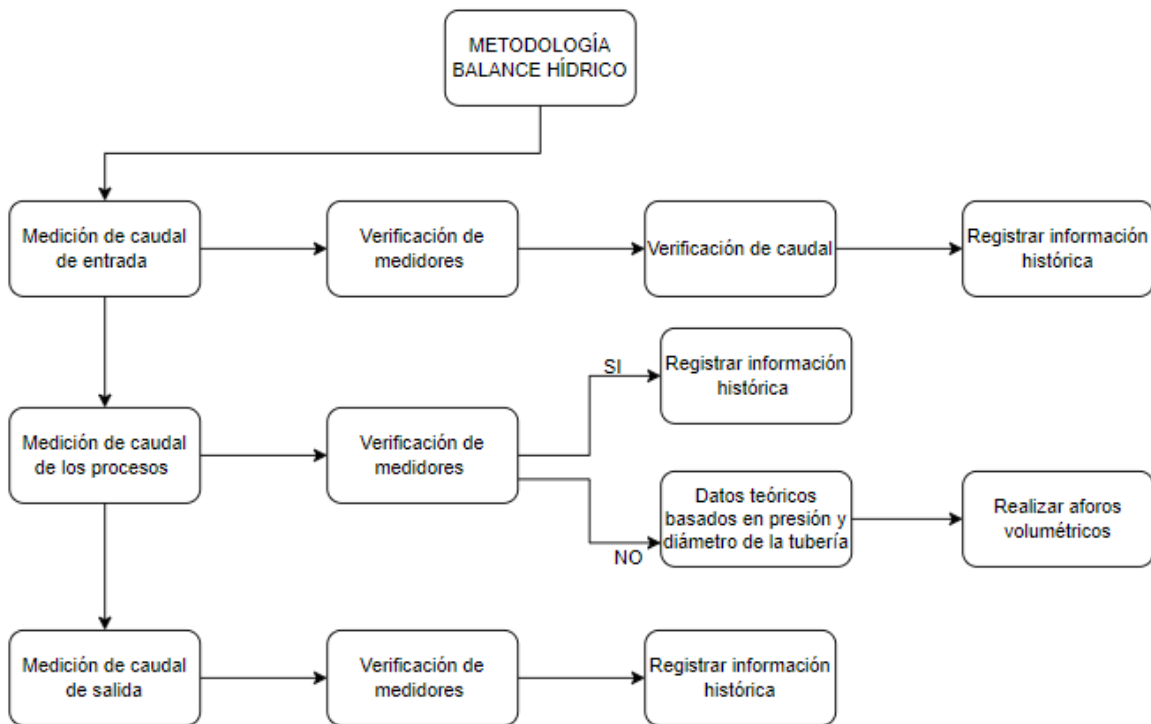


Figura 1 Mapa conceptual de la metodología propuesta para la realización del balance hídrico en la empresa Cueros Vélez

3.1 Balance hídrico del proceso productivo de la empresa Cueros Vélez

Medición de caudal que ingresa a la planta de potabilización

Para realizar la cuantificación del caudal que ingresa a la planta de potabilización inicialmente fue necesario verificar si los equipos de la Planta de tratamiento de agua potable (PTAP) se encuentran calibrados. Una vez verificada la calibración y el correcto funcionamiento de los equipos de medición de la PTAP, se cuantificó el caudal por el método volumétrico a la entrada de la PTAP, este caudal permitirá cuantificar cual es el ingreso mensual de volumen de agua que ingresa a la planta de potabilización.

Consumos de agua al interior de los procesos productivos

Para cuantificar los consumos de agua al interior del proceso productivo, primero se tuvieron en cuenta los 5 procesos principales, los cuales son: Pelambre, Curtido, Recurtido, Acondicionado y Acabado, en cada uno de estos procesos se identificó si cuentan o no con equipos de macro o micromedición y se verificó también si se encontraban calibrados. Una vez calibrados, de los equipos que cuenten con equipos de medición, se obtuvo la información histórica que ha registrado estos equipos. Los equipos que no cuenten con equipos de medición, entonces el caudal se determinó a partir de la presión y el diámetro de la tubería utilizando la Tabla 1 propuesta por Rodavigo (s/f) y las actividades de lavados de equipos, patios, maquinaria en movimiento y riego a partir de aforo de caudal por el método volumétrico, teniendo en cuenta la frecuencia en que se realizan las actividades.

Tabla 1 Relación entre el diámetro de la tubería, presión y caudal

Ø interior manguera	PRESIÓN (bar)								
	0 - 10	10 - 25	25 - 50	50 - 100	100 - 150	150 - 200	200 - 300	300 - 400	400 - 500
	CAUDAL l/min.								
6mm (1/4")	5	6	6.7	7.6	8.4	9.3	10,5	11,8	12,9
8mm (5/16")	9	11	12	13.5	15	16.5	18	19,5	21
10mm (3/8")	14	16.5	19	21.9	23.5	26	28	30	32
12mm (1/2")	20	24	26.5	31	34	37.5	41	45	49
14mm	28	32	36.5	42	46	51	56	60	64
15mm	33	37	42	48	53	58	64	70	76
16mm (5/8")	36	42	48	54	60	66	73	80	87
18mm	46	54	60	69	77	84	91	98	105
20mm (3/4")	56	65	75	85	94	103	112	121	131
25mm (1")	88	102	119	131	148	160	175	190	205
30mm	137	150	170	195	215	229	248	267	287
40mm	221	261	300	340	378	416	450	485	522
50mm	350	412	465	530	590	650	700	755	815

Fuente: (Rodavigo, s/f).

Cuantificación de caudal que sale de los procesos productivos

Para cuantificar el caudal que sale de la empresa luego de todos los procesos se utilizó la información registrada en el medidor de caudal ubicado a la salida de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR).

Luego de conocer la cantidad de agua que ingresa a la planta de potabilización, la que se consume en el proceso y la que sale de la planta que va hacia la PTAR, se realizó el balance hídrico en un periodo determinado de un año, a continuación, se presenta un diagrama representativo del proceso:



Figura 2 Diagrama representativo del balance de agua

Para el balance de consumo de agua se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Consumo de agua en el proceso} = \text{Caudal entrada} - \text{Caudal salida}$$

Ecuación 1 *Consumo de agua en cada uno de los procesos productivos en la empresa.*

Donde:

Consumo de agua en el proceso (m³/mes): consumo de agua de cada uno de los procesos productivos en la empresa.

Caudal entrada (m³/mes): caudal de agua que llega a la PTAP tomada del medidor de la planta de potabilización.

Caudal salida (m³/mes): caudal de agua que llega a la PTAR tomada del medidor de la planta de aguas residuales.

Las pérdidas de agua en la planta se calculan a partir de la Ecuación 2, como se observa a continuación:

$$\% \text{ de pérdidas} = \frac{\text{Caudal entrada} - \text{Caudal salida}}{\text{Caudal entrada}} * 100$$

Ecuación 2 *Porcentaje de pérdidas en la planta de producción.*

Donde:

% de pérdidas: Porcentaje de pérdidas de agua en la planta (%)

Caudal entrada: caudal de ingreso a la PTAP, registrada en el medidor de caudal (m³/h).

Caudal salida: caudal de salida de la PTAR, registrada en el medidor de caudal (m³/h).

3.2 Indicador de medida de uso del agua en el proceso productivo en Cueros Vélez

Se estableció un indicador de medida de uso de agua de los procesos productivos, para realizar este indicador se tuvo en cuenta el consumo de agua por maquina y las hojas de cuero que pasaban por cada máquina, en una escala de tiempo mensual. Se utilizó la siguiente ecuación para establecer el indicador de la empresa, con un cálculo de promedio mensual de cada uno de los índices, utilizando la siguiente ecuación:

$$Ind_{\text{uso-agua}} = \sum \frac{\text{Consumo agua}_{\text{equipo}}}{\text{Número de hojas procesadas}_{\text{equipo}}}$$

Ecuación 3 *Índice de uso del agua mensual en cada equipo.*

Donde:

Ind_{uso - agua}: Indicador de uso del agua de cada equipo (m³/hoja).

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN
LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

16

Consumo agua _{equipo}: Consumo de agua mensual calculado a partir de medidores de caudal, datos teóricos o aforos de caudal.

Número de hojas procesadas _{equipo}: Cantidad de hojas de cuero que pasan por cada equipo mensualmente (hojas).

4. Resultados y análisis

4.1 Balance hídrico del proceso productivo de la empresa Cueros Vélez

Medición de caudal que ingresa a la planta de potabilización

Para realizar la medición de caudal en la planta de potabilización lo primero que se realizó fue verificar si el equipo de medición se encontraba calibrado y para esto se realizaron mediciones a partir del método volumétrico y se comparó con los datos que registraba el medidor. La medición de caudal en la planta de potabilización se obtuvo a partir del medidor de agua que se encuentra ubicado a la entrada de la PTAP, el dispositivo registra los datos en volumen. Para garantizar la coherencia en el balance hídrico, se requirió unificar las unidades por lo que todos los datos se reportaron en volumen a una escala mensual como se observa en la Tabla 2. Se realizaron 5 muestreos entre el 23 de diciembre de 2023 y el 30 de marzo de 2024. Los resultados de estos aforos se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2 Aforo en el vertedero de excesos de la PTAP, comparado con el medidor de caudal

CAUDAL DE INGRESO EN LA PTAP				
Fecha	Caudal Aforo Volumétrico (L/s)	Caudal Medidor PTAP (m ³ /h)	Caudal Medidor PTAP (L/s)	Porcentaje de error
23-dic-23	6,5	24,0	6,7	2,6%
2-ene-24	6,8	23,8	6,6	2,8%
5-feb-24	7,1	24,0	6,7	6,1%
23-mar-24	6,4	33,4	9,3	45,0%
30-mar-24	9,6	26,3	7,3	24,0%

El caudal aforado en el vertedero de excesos por el método volumétrico en la PTAP estuvo entre 6,4 y 9,6 L/s, y el caudal que registró el medidor de caudal a la entrada de la PTAP entre 6,6 y 9,3 L/s. Luego de realizar estas mediciones se encontró un error entre el 2% y el 45%. Este error posiblemente se debe al ingreso de aire a las tuberías lo cual es cuantificado como si fuera caudal de agua.

A pesar de que se encontró un error promedio del 16%, fue necesario utilizar el dato registrado por el medidor de caudal ubicado en la entrada a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), ya que se necesitaba una serie de tiempo mensual para poder realizar el balance hídrico, los datos registrados por el medidor ubicado en la PTAP se observan en la Tabla 3 y se muestra gráficamente el comportamiento de estos caudales en cada mes en la Figura 2:

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

Tabla 3 Caudal de agua que se registra en el medidor de caudal de ingreso en la planta de potabilización

Mes	Caudal de agua medida en el medidor de la PTAP (m ³ /mes)
Marzo 2023	13460,6
Abril 2023	10077,0
Mayo 2023	11438,0
Junio 2023	10660,0
Julio 2023	10381,0
Agosto 2023	11588,0
Septiembre 2023	12183,0
Octubre 2023	12542,0
Noviembre 2023	12670,0
Diciembre 2023	9378,0
Enero 2024	9269,0
Febrero 2024	7543,0
Marzo 2024	6928,0

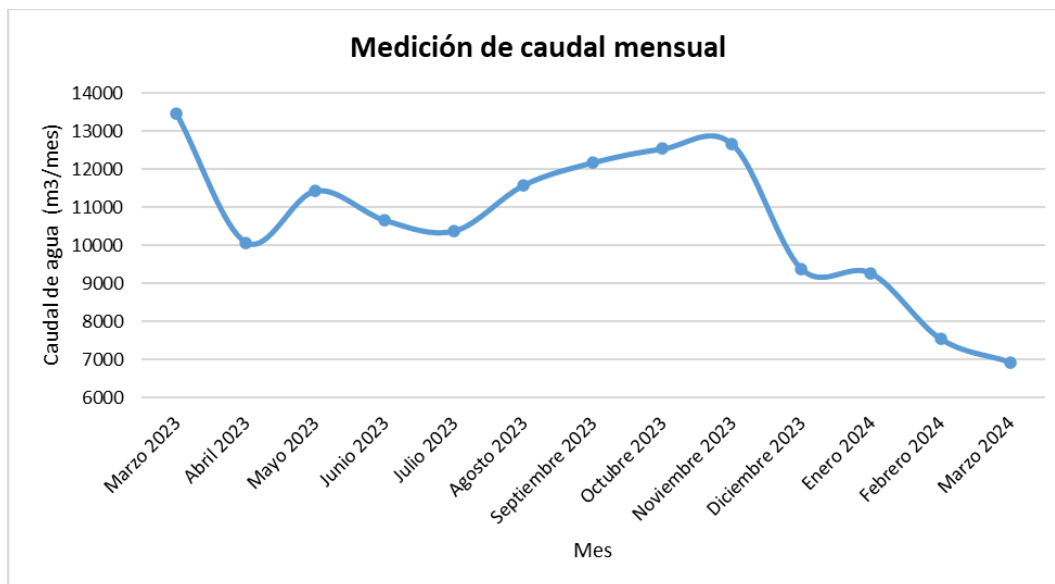


Figura 3 Comportamiento del caudal de ingreso a la planta de potabilización cada mes

En los datos presentados en la Tabla 3 y la Figura 3, se puede notar que, hasta noviembre de 2023, los datos de ingreso de caudal mensualmente fueron mayores a 10000 m³. Sin embargo, a partir de ese mes, se observa una disminución progresiva en el consumo de agua, esta decadencia en el consumo de agua se debe a que a partir de noviembre de 2023 el número de procesos de Pelambre realizados en la empresa para el proceso del cuero disminuyó, por lo tanto, el número de procesos de Curtido también disminuye, ya que un proceso depende del otro, esto es debido a la importación

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

19

de cueros desde Brasil que ya tienen el proceso de curtido y los procesos se inician desde Recurtido. Estos procesos requieren de una gran cantidad de agua y al no ser necesario Pelambrar y Curtir las pieles, en estos casos el consumo de agua en estos procesos es nulo, por ello, disminuye el agua a utilizar para convertir la piel a cuero.

Es importante aclarar que, el medidor de la planta de potabilización se encuentra al ingreso de la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) por lo tanto se hizo necesario cuantificar los consumos propios de la planta de potabilización que son mostrados en la Tabla 4. Estos datos se contabilizaron mensualmente y fueron restados al caudal del medidor, con esto se obtuvo el agua que sale de la PTAP e ingresa al proceso productivo. En la PTAP, se tuvo en cuenta el agua que se utilizó para el retrolavado de filtros, reboses, purgas, drenajes, preparación de químicos y fuga de uno de los tanques industriales.

Tabla 4 Consumo de agua mensual por proceso en la planta de potabilización

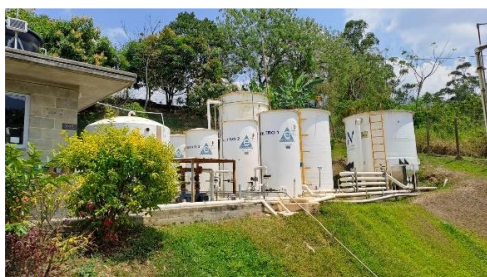
Consumo de agua en la PTAP (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Proceso/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Preparación de químicos	3,0	2,9	3,0	3,0	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0	3,4	3,0	1,3	1,5
Retrolavado filtros	1240,0	1175,0	965,0	950,0	1115,0	955,0	1260,0	1275,0	865,0	1050,0	1125,0	625,0	150,0
Drenaje sedimentadores	256,5	239,4	239,4	239,4	139,4	239,4	239,4	598,4	643,3	673,2	453,0	32,0	150,0
Purgas sedimentadores	499,0	475,2	499,0	499,0	351,4	499,0	499,0	499,0	499,0	570,2	458,0	53,1	87,6
Purga T oxidación/T Contacto/TCH	45,4	43,2	45,4	45,4	41,0	45,4	45,4	45,4	45,4	51,8	45,4	19,4	21,6
Rebose tanque oxidación	91,6	87,3	91,6	91,6	82,9	91,6	91,6	91,6	91,6	104,7	88,8	37,9	42,3
Fuga Tanque1	300,0	200,0	400,0	400,0	100,0	200,0	100,0	300,0	200,0	600,0	200,0	300,0	500,0
TOTAL	2135,5	2022,9	1843,3	1828,3	1732,5	1833,3	2138,3	2512,4	2147,2	2453,4	2173,2	768,7	453,0

La PTAP se considera una de las zonas que más consumo de agua presenta con consumos de agua mínimos de 453 m³/mes como lo fue en el mes de marzo de 2024 y consumos de agua máximos de 2512,4 m³/mes en el mes de octubre de 2023. Este proceso es de gran relevancia en el proceso del cuero, , debido a que, desde aquí se genera el agua necesaria para los procesos industriales que incluyen la caldera y el consumo humano. El retrolavado de filtros, las purgas de tanques y las fugas del tanque 1 son los procesos que representan el mayor consumo mensual de agua. Por ejemplo, en octubre de 2023, se registró el máximo consumo de agua en comparación con los otros meses, con consumos de agua para los procesos mencionados de 1275 m³/mes, 499 m³/mes y 300 m³/mes, respectivamente. Las actividades en la planta dependen de la turbiedad de ingreso en la planta, a partir de esto, se define la cantidad y tiempo de retrolavado, purgas y drenajes lo que varía significativamente en un mes. También se tiene en cuenta que cuando la turbiedad está baja, el

agua de ingreso no entra al tratamiento si no a los tanques industriales para los procesos productivos y solo se enciende la planta para llenar el Tanque de consumo humano (TCH), el cual según normatividad colombiana debe tener turbiedad menor a 2.

Consumos de agua al interior de los procesos productivos

Para cuantificar el consumo de agua en los procesos productivos en la empresa Cueros Vélez fue necesario primero calibrar los medidores donde fue posible el aforo por medio del método volumétrico que en este caso solo se realizó en la planta de potabilización. En la empresa se cuenta con 4 medidores de caudal distribuidos en varias zonas estratégicas en la Planta. Uno de ellos se encuentra ubicado en la Plantade tratamiento de Agua Potable (PTAP), el cual mide el volumen de agua que entra al tratamiento.



a)



b)

Figura 4 Medidor de caudal de la planta de tratamiento de agua potable de la empresa Cueros Vélez. a) Planta de potabilización. b) Medidor de ingreso de caudal a la planta de potabilización

El siguiente medidor de caudal se encuentra instalado en la entrada a la Caldera, el cual contabiliza el agua que entra desde los tanques industriales para luego ser convertida en agua caliente y vapor de agua.



a)



b)

Figura 5 Medidor de caudal de la Caldera de la empresa Cueros Vélez. a) Caldera. b) Medidor de caudal ingreso a la caldera

La planta de producción cuenta con un medidor de caudal, llamado el AQUAMIX situado al interior de la planta cerca a los Bombos de Pelambre, Curtido y Recurtido, este contabiliza el agua fría y caliente que se utiliza en cada uno de los bombos.



a)



b)

Figura 6 Medidor de caudal AQUAMIX en la empresa Cueros Vélez. a) Planta de producción interna. b) Medidor de caudal de ingreso a los Bombos

Por último, en el vertimiento de la PTAR hacía la quebrada se encuentra un medidor de caudal que contabiliza la cantidad de agua que se vierte.



a)



b)

Figura 7 Medidor de caudal a la salida de la PTAR en la empresa Cueros Vélez. a) Canaleta Parshall de vertimiento hacia la quebrada. B) Medidor de caudal de salida de la PTA.

Para los procesos que no contaban con medidores de caudal se utilizó información teórica a partir de la Tabla 1 y también se realizaron aforos volumétricos a el agua usada en el lavado de equipos, montacargas, patios y riego de zonas verdes, proveniente de los tanques industriales y aforo volumétrico a el agua proveniente de las purgas de los tanques de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, como se observa en las siguientes figuras.



a)



b)



c)



d)

Figura 8 Aforo de caudales a partir del método volumétrico al agua proveniente de los tanques industriales. a) Aforo volumétrico a la tubería del tanque de oxidación de la PTAP. b) Aforo volumétrico a la hidrolavadora de la PTAR. c) Aforo volumétrico a la manguera de llenado de pulmones de la PTAR. d) Aforo volumétrico a la manguera de la PTAR

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN
LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

23

Los resultados y descripciones de cada área se muestran a continuación, y los datos de las mediciones se encuentran consolidados en las siguientes tablas:

Para el proceso de Pelambre, se utilizan los Bombos de Pelambre, en el cual el consumo de agua se vio reflejado en el medidor de caudal AQUAMIX, el consumo de agua de las dos descarnadoras y la divididora, se calculó a partir de la Tabla 1, donde se halló el caudal, a partir del diámetro y presión de la tubería, incluyendo el tiempo de operación de la máquina en el mes. Los otros consumos de agua son los lavados de los Bombos, descarnadoras, divididora, tanque de carnaza y el patio donde se encuentran ubicados los equipos, los cuales el consumo se justificó, en el número de procesos de pelambre, los días trabajados en la planta de producción y algunos lavados constantes al mes. Para la preparación de los químicos que son utilizados en el proceso de Pelambre se tuvo en cuenta la cantidad de agua consumida que se utiliza en cada uno de los lotes que se lleva a los Bombos de Pelambre.

Tabla 5 Consumos de agua mensuales en el área de Pelambre

Consumos de agua en el área de Pelambre (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Bombos Pelambre	1170,1	763,8	929,7	960,3	1178,8	1213,1	1732,6	910,6	306,9	408,1	130,6	255,3	427,3
Descarnadora 1	161,1	35,4	77,2	86,8	50,5	0,0	0,0	2,2	14,2	45,3	6,1	14,8	32,3
Descarnadora 2	0,0	66,7	60,9	23,5	80,2	145,4	168,2	96,2	22,9	0,0	17,5	12,6	5,4
Divididora	578,3	380,6	489,7	317,5	443,2	497,3	503,2	465,3	183,9	127,9	24,4	148,5	116,2
Lavado de patio	31,2	22,8	26,4	20,4	28,8	30,0	30,0	20,4	7,2	10,8	4,8	7,2	8,4
Lavado tanque carnaza	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
Lavado Divididora	34,8	29,9	32,0	28,5	33,4	34,1	34,1	28,5	20,9	23,0	19,5	20,9	21,6
Lavado descarnadoras	27,7	22,8	24,9	21,4	26,3	27,0	27,0	21,4	13,8	15,9	12,4	13,8	14,5
Lavado Bombos Pelambre	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Preparación químicos Pelambre	7,8	5,0	6,3	5,5	6,0	6,8	8,0	4,3	1,5	2,3	1,0	1,5	2,0
TOTAL	2021,2	1337,5	1657,4	1474,2	1857,5	1964,0	2513,4	1559,2	581,6	643,6	226,7	484,9	638,0

Se puede observar de la tabla anterior que, los equipos que más consumen agua son los Bombos de Pelambre, la Divididora y las descarnadoras, en comparación con estos equipos los lavados de los equipos y la preparación de químicos para el proceso de pelambre presentan un consumo poco significativo. Los meses que tienen mayor consumo en esta área son marzo, agosto y septiembre con un consumo de agua de 2021,2 m³/mes, 1964 m³/mes y 2513,4 m³/mes, respectivamente, en donde esto se relaciona con el número de procesos de pelambres que se hicieron en el mes. En estos meses anteriormente mencionados, se hicieron 26, 25 y 25 procesos de pelambre, respectivamente.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN
LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

24

En los meses que se presentó menor consumo fueron enero con un consumo de agua de 226,7 m³/mes y febrero con un consumo de agua de 484,9 m³/mes, donde se realizaron 4 y 6 procesos de pelambre, en el orden dado. La frecuencia de los pelambres depende de la procedencia del cuero, debido a que cuando este pertenece a Brasil no es necesario realizar el proceso de pelambre ya que este ya tiene el proceso hasta el curtido.

En el área de Curtido se tienen los Bombos de Curtido, donde el dato de consumo de agua por mes se obtuvo del AQUAMIX y el consumo de agua de la Escurreidora a partir de la Tabla 1 donde el caudal se relaciona con el diámetro y presión de la tubería, para este cálculo se tiene en cuenta el tiempo de operación de la maquina al mes. Los lavados de la Escurreidora y el piso donde se ubica la Escurreidora se calcularon con los días en los cuales se trabajó en la empresa y se utilizó el equipo para los procesos productivos. El lavado de los fieltros se calculó, con los días en los cuales no se utilizó la Escurreidora para los procesos productivos. En el cálculo de estos lavados se hizo uso del agua aforada proveniente de los tanques industriales. Para la preparación de los químicos que son utilizados en el proceso de Curtido se tuvo en cuenta la cantidad de agua consumida que se utiliza en cada uno de los lotes que se lleva a los Bombos de Curtido.

Tabla 6 Consumos de agua mensuales en el área de Curtido

Consumos de agua en el área de Curtido (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Bombos Curtido	543,4	467,5	559,5	420,6	451,0	411,2	487,4	483,9	287,0	327,3	158,6	228,9	273,1
Escurreidora Curtido	1529,6	1224,0	1145,9	1064,3	1205,3	1822,0	331,5	1236,5	745,5	688,5	265,5	986,5	433,1
Tanque Escurreidora Curtido	302,4	263,9	226,6	210,4	277,9	360,2	348,6	205,0	147,4	136,1	52,5	200,9	85,6
Lavado escurreidora	39,7	33,4	35,5	29,2	35,5	43,8	16,7	35,5	20,9	14,6	20,9	35,5	27,1
Lavado de piso Escurreidora Curtido	16,0	13,4	14,3	11,8	14,3	17,6	6,7	14,3	8,4	5,9	8,4	14,3	10,9
Lavado Bombos Curtido	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Lavado Filtros Escurreidora Curtido	2,1	2,4	2,4	2,8	2,4	1,7	6,6	2,4	3,5	4,2	7,3	4,2	6,3
Preparación químicos Curtido	20,5	36,5	17,5	10,5	14,5	19,5	21,0	17,5	6,0	6,0	2,0	5,5	5,5
TOTAL	2460,9	2048,4	2009,0	1756,8	2008,1	2683,3	1225,7	2002,3	1225,9	1189,8	522,4	1483,0	848,7

En el área de curtido los consumos de agua más representativos se le atribuyen a los Bombos de Curtido y a la Escurreidora. Se evidencia que los meses en los cuales se obtuvo mayor consumo de agua fueron en marzo y agosto de 2023, con consumos de agua de 2460,9 m³/mes y 2683,3 m³/mes, respectivamente y los meses de menor consumo de agua fueron septiembre de 2023 y enero de 2024, con 1225,7 m³/mes y 522,4 m³/mes, en el orden dado.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

En el área de Recurtido se tienen los Bombos de Recurtido, donde el dato de consumo de agua por mes se obtuvo del AQUAMIX y el consumo de la Escurreidora a partir de la Tabla 1 donde el caudal se relaciona con el diámetro y presión de la tubería, para este cálculo se tiene en cuenta el tiempo de operación de la maquina al mes. Los lavados de la Escurreidora y el piso donde se ubica la Escurreidora se calcularon con los días en los cuales se trabajó en la empresa y se utilizó el equipo para los procesos productivos. El lavado de los fieltros se calculó, con los días en los cuales no se utilizó la Escurreidora para los procesos productivos. En el cálculo de estos lavados se hizo uso del agua aforada proveniente de los tanques industriales y el tiempo de lavado. La preparación de químicos que se utiliza en Recurtido, se realizó un promedio de cantidad de agua por hoja a partir de las fórmulas químicas, las cuales especifican la cantidad de agua y químicos que deben ser adicionado a los lotes de hojas de cuero, de acuerdo con el peso de estos.

Tabla 7 Consumos de agua mensuales en el área de Recurtido

Consumos de agua en el área de Recurtido (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Bombos Recurtido	2212,8	1185,4	1320,4	1446,7	1480,8	1808,5	2230,7	2032,2	1595,9	1479,3	1713,0	1713,2	1156,3
Escurreidora Recurtido	1184,9	872,8	883,4	700,4	720,9	458,7	1686,3	1186,2	986,7	714,4	1050,8	433,6	926,3
Tanque Escurreidora Recurtido	234,3	172,6	174,7	138,5	142,5	90,7	65,6	234,5	195,1	141,3	207,8	85,7	224,1
Lavado escurreidora Recurtido	16,0	12,5	11,8	13,9	10,4	3,5	16,7	17,4	11,1	9,0	19,5	4,9	15,3
Canecas remojar cuero	165,2	129,8	128,9	130,2	120,1	141,8	139,6	149,2	155,3	109,6	131,6	137,8	89,1
Lavado de piso Escurreidora Recurtido	6,4	5,0	4,8	5,6	4,2	1,4	6,7	7,0	4,5	3,6	7,8	2,0	6,2
Lavado Filtros Escurreidora Recurtido	1,4	2,1	2,4	1,7	2,8	4,5	1,0	1,0	2,4	3,1	1,0	7,7	3,1
Preparación químicos Recurtido	123,5	111,7	110,9	112,1	103,3	122,0	120,1	128,4	133,6	94,3	113,2	118,6	76,6
TOTAL	3944,5	2491,9	2637,5	2549,1	2585,0	2631,1	4266,6	3755,9	3084,7	2554,6	3244,7	2503,5	2497,0

El área de Recurtido es la zona donde mayor consumo de agua se presenta en comparación con los otros procesos productivos de la empresa, sin embargo, se pudo identificar algunos meses en los que se presentó un consumo mayor en comparación con los otros meses como lo fue en marzo, septiembre, octubre de 2023, y enero de 2024, con consumos de agua de 3944,5 m³/mes, 4266,6 m³/mes, 3755,9 m³/mes y 3244,7 m³/mes, respectivamente. Debido a que algunos de los cueros son provenientes de Brasil y no se les realiza el proceso de Pelambre y Curtido, es que se presenta una diferencia significativa en los consumos de agua de estos procesos. También en comparación con la cantidad agua que se necesita para la preparación de químicos en el proceso de Pelambre y Curtido, con consumo de agua entre 1m³/mes y 40m³/mes, el mayor consumo de agua se le atribuye a la preparación de químicos en el proceso de Recurtido, con valores mayores a 90 m³/mes.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

El consumo de agua del área de los Bombos de Desarrollo se calculó con las fórmulas químicas que especifican la cantidad de agua y químicos que deben ser adicionado a los lotes de cuero de acuerdo con el peso de estos para un adecuado proceso. Se incluye un lavado constante de los Bombos una vez por semana. Para la preparación de químicos que se utilizan en el área de Desarrollo, se realizó un promedio de cantidad de agua por hoja a partir de las fórmulas químicas mencionadas.

Tabla 8 Consumos de agua mensuales en el área de los Bombos de Desarrollo

Consumos de agua en el área de los Bombos de Desarrollo (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Bombos Desarrollo	93,6	57,4	33,2	41,3	51,6	39,8	16,0	61,1	35,0	12,4	51,7	57,0	43,0
Lavado Bombos Desarrollo	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Preparación químicos Desarrollo	11,3	6,9	3,0	4,9	6,2	4,4	2,5	7,2	3,6	1,1	4,0	6,7	4,3
TOTAL	107,0	66,4	38,2	48,3	59,9	46,3	20,6	70,4	40,7	15,6	57,8	65,8	49,4

El consumo de agua en este proceso no es muy significativo ya que en esta zona se produce poca cantidad de hojas de cuero y solo se realiza Recurtido al cuero, siendo marzo de 2023 el mes donde se presentó mayor consumo de agua (107 m³/mes) en comparación con los siguientes meses, sin embargo, esta etapa es de gran importancia debido a que a partir de este proceso a escala se lleva a cabo el proceso con eficiencia en los Bombos de Recurtido.

Para este proceso de Acabado del cuero, las máquinas que utilizan agua son las pigmentadoras ELPA y BARNINI, las cuales ese consumo se halló con el volumen del tanque que se llena cada 2 o 3 días y los días trabajados en la planta de producción al mes, donde se hizo uso del equipo. Se tienen en cuenta el tanque de la GEMATA 1, 2 Y 3, donde el consumo de agua fue a partir del volumen del tanque y la frecuencia de llenado al día. Asimismo, se calcula el agua que se utiliza para la preparación de químicos que se utiliza en estos equipos, donde esta actividad es realizada en cada turno y el lavado de la ELPA y BARNINI que se realiza 2 veces en el mes. Se tuvo en cuenta el lavado de la parrilla de la impregnadora a partir del tiempo de lavado y el caudal de la manguera que proviene de los tanques industriales.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

27

Tabla 9 Consumos de agua mensuales en el área de Acabado

Consumos de agua en el área de Acabado (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
ELPA	405,0	330,0	360,0	345,0	345,0	300,0	390,0	390,0	360,0	315,0	405,0	405,0	390,0
BARNINI	162,0	132,0	138,0	144,0	120,0	138,0	156,0	156,0	150,0	138,0	162,0	162,0	150,0
Preparación de químicos	16,8	15,0	16,2	15,6	18,0	17,4	16,2	16,8	16,8	15,0	17,4	15,0	15,0
Tanque GEMATA 1 Y 2	6,2	5,5	5,9	5,7	6,6	6,4	5,9	6,2	6,2	5,5	6,4	5,5	5,5
Tanque GEMATA 3	9,4	8,4	9,1	8,7	10,1	9,7	9,1	9,4	9,4	8,4	9,7	8,4	8,4
Lavado ELPA y BARNINI	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Lavado Parrilla impregnadora	6,8	7,3	9,4	8,4	9,9	9,9	8,9	7,8	12,5	7,3	7,8	9,9	7,8
TOTAL	618,1	510,2	550,6	539,4	521,6	493,4	598,1	598,2	566,9	501,2	620,3	617,8	588,7

En esta área, en general consume menor cantidad de agua en comparación con otras áreas. Los equipos que más consumen agua son las pigmentadoras ELPA y BARNINI con consumos promedio de 370 m³/mes y 150 m³/mes, respectivamente. Los demás consumos se le atribuyen a las GEMATA, lavados y preparación de químicos.

El consumo de agua en el área de la Caldera se obtuvo del medidor de caudal instalado en la entrada a esta zona, donde se tuvo en cuenta las máquinas que utilizan vapor de agua como lo son: ELPA, BARNINI, GEMATA 1 y 2, Prensa Svit, Templadora y secado al vacío. También se le realiza un lavado a la carbonilla cuando ya no se utiliza más en la Caldera, con el agua proveniente de los tanques industriales.

Tabla 10 Consumos de agua mensuales en el área de la Caldera

Consumos de agua en el área de la Caldera (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Agua Caldera	295,9	312,0	352,1	326,3	292,0	328,5	278,5	348,3	355,0	237,0	322,5	273,4	259,9
Lavado carbonilla	17,5	15,7	16,9	16,3	18,8	18,2	16,9	17,5	17,5	15,7	18,2	15,7	15,7
TOTAL	313,4	327,7	369,0	342,6	310,8	346,7	295,4	365,8	372,5	252,7	340,7	289,1	275,6

La función de la caldera es generar energía a través de la incineración del carbón, convirtiendo el agua que llega de los tanques industriales en vapor de agua que genera el funcionamiento de algunos equipos y tiene un tratamiento distinto, ese vapor también calienta el agua que llega a un tanque, donde posteriormente es distribuida en la planta. La que llega a los Bombos de Recurtido se contabiliza a través del AQUAMIX, la que se utiliza en otros procesos se contabilizó de manera teórica a partir de la Tabla 1, y aforos volumétricos.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

En la Planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), el consumo de agua se vio reflejado en lavados generales, lavado de filtroprensas, preparación de químicos y el llenado de los pulmones para el cargue de las filtroprensas. El consumo de agua para los lavados generales en la PTAR se calculó a partir del tiempo en que se conectó la manguera de la PTAR al agua de los tanques industriales mensualmente y el caudal de la manguera, el cual fue aforado previamente en la empresa. El lavado de filtroprensas se consideró el consumo de agua, basado en las veces, tiempo de lavado al mes y cantidad de agua utilizada a través del aforo volumétrico del agua proveniente de los tanques industriales que se utiliza para la actividad. Para esta actividad cuando se utiliza la bomba de rotor se tuvo en cuenta el agua que se utiliza para el cebado de los pulmones. Y la preparación de químicos para el tratamiento de agua residual, se calculó con la cantidad de químico por turno y para la zona de agua residual proveniente de pelambre, el consumo de agua dependió del número de procesos de pelambres al mes.

Tabla 11 Consumos de agua mensuales en el área de la PTAR

Consumos de agua en el área de la PTAR (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Lavado	6,7	30,0	7,2	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0	5,6	4,4	20,2	30,5	66,0
Filtroprensas	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2	31,2
Preparación de químicos	252,1	220,8	238,2	230,3	265,2	256,5	240,5	246,8	241,7	218,5	252,1	218,7	219,0
Cebad pulmones Bomba Rotor	14,1	12,0	9,6	14,6	13,2	14,1	5,9	5,2	3,3	2,8	5,4	3,5	7,3
TOTAL	304,1	294,0	286,2	276,1	309,6	301,8	287,2	283,1	281,8	257,0	308,9	283,9	323,5

De la Tabla anterior se puede observar que el mayor consumo en esta área se le atribuye a la preparación de químicos que son adicionados en el tratamiento del agua residual, este consumo supera en cada mes los 200 m³. Los demás procesos como los lavados en la planta, lavado de filtroprensas y el cebado de pulmones requieren menor consumo de agua donde estos no superan los 50 m³/mes. Los meses donde se presentó un consumo de agua mayor a los 300 m³/mes fueron marzo, julio, agosto de 2023, enero y marzo de 2024, con consumos de agua de 304,1 m³/mes, 309,6 m³/mes, 301,8 m³/mes, 308,9 m³/mes y 323,5 m³/mes, respectivamente.

En el área de consumo humano se tiene en cuenta lo que se utiliza de los baños, bodegas de químicos, laboratorio y descarnadoras, esto debido a que estas zonas se encuentran conectadas al tanque de consumo humano (TCH) ubicado en la Planta de Tratamiento de Agua Potable. El llenado de botellones se tiene igualmente en cuenta ya que, aunque no se extrae directamente del TCH, hace parte de esta área.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

Tabla 12 Consumos de agua mensuales en el área de Consumo Humano

Consumos de agua en el área de Consumo Humano (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Baños	522,1	582,9	520,7	524,1	601,3	562,2	490,6	584,8	646,1	564,7	693,5	587,4	578,6
Llenado de Botellones	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	6,8	7,1	6,6
TOTAL	522,1	582,9	520,7	524,1	601,3	562,2	490,6	584,8	646,1	565,9	700,3	594,5	585,2

Este consumo se calculó a partir de la cantidad de agua que se utilizaba por turno del tanque de consumo humano y los días trabajados en la planta de producción al mes. Posteriormente a este consumo se le restó el consumo de las descarnadoras y las bodegas de químicos ya que estos están conectados a este tanque. También, a partir del 26 de diciembre de 2023 se incluyó el agua utilizada para el llenado de botellones de 20 L, para la distribución en la planta de producción., que, aunque es un consumo menor el cual no supera los 10 m³/mes en comparación con el consumido en los baños, también contribuye con los consumos de agua en la empresa. Los meses donde se presentó mayor consumo de agua fueron julio, noviembre de 2023 y enero de 2024, con consumo de agua de 601,3 m³/mes, 646,1 m³/mes y 700,3 m³/mes, respectivamente.

Para esta área de aseos varios en la planta, el consumo de agua se calculó a partir del lavado de montacargas y el riego de las zonas verdes en la planta, teniendo en cuenta la frecuencia de lavado y los días trabajados al mes.

Tabla 13 Consumos de agua mensuales en el área de Aseo

Consumos de agua en el área del Aseo (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Lavado de montacargas	11,2	10,0	10,8	10,4	12,0	11,6	10,8	11,2	11,2	10,0	11,6	10,0	10,0
Riego	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1	50,1
TOTAL	61,3	60,1	60,9	60,5	62,1	61,7	60,9	61,3	61,3	60,1	61,7	60,1	60,1

Se puede observar en la Tabla anterior que, a comparación de las otras zonas que hacen parte del proceso productivo en la empresa, los consumos de agua en esta área son menores, con consumos de agua promedio de 500 m³/mes, 1, siendo el consumo de agua máximo para el Lavado de montacargas de 12 m³/mes, teniendo en cuenta que este lavado a las montacargas es esporádicamente. La cantidad de agua utilizada para el riego mantuvo un consumo de agua constante de 50,1 m³/mes.

En el área de Seguridad y salud en el trabajo, con el fin de realizar mantenimiento a las Bombas de la red contra incendios (RCI), cada semana se activan estas bombas por 30 minutos lo cual también requiere de un consumo de agua al mes en este proceso. Este cálculo se realizó a partir del diámetro y presión de la tubería de la salida de la Bomba del RCI y se relacionó con el caudal según la Tabla 1. Esto arrojó un consumo mensual de 6.7 m³.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

30

En la siguiente tabla se presenta el consolidado por áreas en un periodo de 1 año, desde marzo de 2023 a marzo de 2024. El total de consumos mensuales no tiene en cuenta el área de aguas lluvias.

Tabla 14 Consumo de agua mensual por áreas.

Consumo mensual por áreas (m ³ /mes)														
Año	2023										2024			
Áreas	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Pelambre	2021,2	1337,5	1657,4	1474,2	1857,5	1964,0	2513,4	1559,2	581,6	643,6	226,7	484,9	638,0	15609,7
Curtido	2460,9	2048,4	2009,0	1756,8	2008,1	2683,3	1225,7	2002,3	1225,9	1189,8	522,4	1483,0	848,7	18610,1
Recurtido	3944,5	2491,9	2637,5	2549,1	2585,0	2631,1	4266,6	3755,9	3084,7	2554,6	3244,7	2503,5	2497,0	30501,0
Desarrollo	107,0	66,4	38,2	48,3	59,9	46,3	20,6	70,4	40,7	15,6	57,8	65,8	49,4	513,4
Acabado	618,1	510,2	550,6	539,4	521,6	493,4	598,1	598,2	566,9	501,2	620,3	617,8	588,7	5497,7
Caldera	313,4	327,7	369,0	342,6	310,8	346,7	295,4	365,8	372,5	252,7	340,7	289,1	275,6	3296,6
PTAR	304,1	294,0	286,2	276,1	309,6	301,8	287,2	283,1	281,8	257,0	308,9	283,9	323,5	2881,0
Consumo humano	522,1	582,9	520,7	524,1	601,3	562,2	490,6	584,8	646,1	565,9	700,3	594,5	585,2	5600,7
PTAP	2435,5	2222,9	2243,3	2228,3	1832,5	2033,3	2238,3	2812,4	2347,2	3053,4	2373,2	1068,7	953,0	23447,2
Aseo	61,3	60,1	60,9	60,5	62,1	61,7	60,9	61,3	61,3	60,1	61,7	60,1	60,1	610,3
SST	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7	67,2
TOTAL	12794,9	9948,7	10379,5	9806,2	10155,1	11130,5	12003,6	12100,2	9215,6	9100,6	8463,3	7458,1	6825,9	107777,1

Los consumos de agua en la Tabla 14 que se encuentran en rojo son los que más consumo de agua representan como se puede observar en el área de Recurtido en los meses de marzo de 2023 y septiembre de 2023, con consumos de 3944, 5 m³/mes y 4266,6 m³/mes, respectivamente y en verde los que menos consumo de agua tuvieron como se observa en las áreas de Desarrollo, Aseo y SST, con consumos de agua de 513,4 m³/mes, 610,3 m³/mes y 67,2 m³/mes, en el orden dado. Se observa que, las áreas que mayor consumo de agua presentaron fueron Pelambre, Curtido, Recurtido y la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), siendo Recurtido, la zona que presenta el consumo más significativo. Estas áreas anteriormente mencionadas presentaron consumos de agua total en los 12 meses analizados de 15609,7 m³, 18610,1 m³, 30501 m³ y 23447,2 m³, respectivamente. Estas 4 áreas representaron en cada mes más de 70% del agua consumida y se consideran las más influyentes en el proceso productivo ya que desde la PTAP se produce la calidad de agua para que los procesos que comienzan desde el área de Pelambre sean efectivos, convirtiéndose en procesos indispensables, debido a que de estas primeras áreas depende de que el acabado del cuero sea el indicado por el cliente.

En comparación con las áreas mencionadas los consumos de agua de las áreas restantes representan menor cantidad de agua que utilizan para sus procesos, sin embargo, se consideran etapas también importantes ya que en estas se le da el acabado final al cuero. Hay otras actividades que no tienen que ver directamente con el cuero, pero hacen parte de todo el proceso como el consumo humano que se le atribuye a las personas y la PTAR al tratamiento de las aguas residuales que se producen en todo el proceso desde Pelambre hasta Acabado y la producida por las personas que laboran en la empresa.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

El consumo de agua está directamente relacionado con la producción mensual. Se puede observar que, a partir de octubre, el consumo de agua comenzó a disminuir. Esto se debe a que la producción en la planta también se redujo a partir de ese mes.

Cuantificación de caudal que sale de los procesos productivos

El caudal que sale de los procesos productivos se midió a la salida de la planta de aguas residuales, a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) no solo llegaba el agua de los procesos productivos sino que también ingresa el agua por escorrentía que viene de la precipitación de la zona, para el cálculo de esta agua lluvia que llega a la PTAR se cuantificó la precipitación teniendo en cuenta las series de lluvia (mm), de la estación meteorológica ubicada en la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) de la empresa, por el área aferente al alcantarillado interno del proceso y el área de los tanques abiertos en la PTAR. Los datos de aguas lluvias solo fue posible contabilizarlos desde junio de 2023, puesto que, en este mes fue instalada la estación meteorológica y la estación PIRAGUA, por lo cual no se tienen los datos de lluvias de los meses anteriores. Los resultados se muestran en la Tabla 15 y con ello se obtiene la cantidad de agua residual tratada.

Tabla 15 Consumos mensuales en el área de Aguas Lluvias

Consumos de agua en el área de Aguas Lluvias (m ³ /mes)													
Año	2023										2024		
Equipo/Mes	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Aguas Lluvias	0,0	0,0	0,0	172,0	130,1	189,5	103,0	122,3	241,0	184,2	48,2	33,2	77,5
TOTAL	0,0	0,0	0,0	172,0	130,1	189,5	103,0	122,3	241,0	184,2	48,2	33,2	77,5

Se evidencia una cantidad de agua lluvia considerable que entra a la PTAR, por esto, fue importante tenerla en cuenta en el vertimiento a la fuente hídrica. La cantidad de agua que llegó a la PTAR dependió de la cantidad de lluvia y del área en donde esta llegaba. Se observa que los meses de mayor precipitación fueron noviembre y diciembre con consumos de agua de 241 m³/mes y 184,2 m³/mes, respectivamente, esto debido a que en estos meses se presentó mayor precipitación en la zona.

Una vez se obtuvieron estas 3 series de consumos que fueron: el caudal que ingresa a la PTAP, caudal de los procesos productivos y caudal que sale de la PTAR, se procedió a hacer el balance hídrico el cual se muestra en la Tabla 16 y la Figura 9.

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

Tabla 16 Serie de consumos en la entrada de la PTAP, en el proceso productivo y en la salida de la PTAR

Mes	Caudal ingreso PTAP (m ³ /mes)	Caudal procesos productivos (m ³ /mes)	Caudal salida PTAR(m ³ /mes)
Marzo 2023	13460,6	12494,9	10095
Abril 2023	10077	9748,7	7904,7
Mayo 2023	11438	9979,5	7661,3
Junio 2023	10660	9406,2	5511,1
Julio 2023	10381	10055,1	9051,6
Agosto 2023	11588	10930,5	9813,6
Septiembre 2023	12183	11903,6	10301,3
Octubre 2023	12542	11800,2	9406,5
Noviembre 2023	12670	9015,6	9479,6
Diciembre 2023	9378	8500,6	8776
Enero 2024	9269	8263,3	6935,5
Febrero 2024	7543	7158,1	6221
Marzo 2024	6928	6325,9	7730

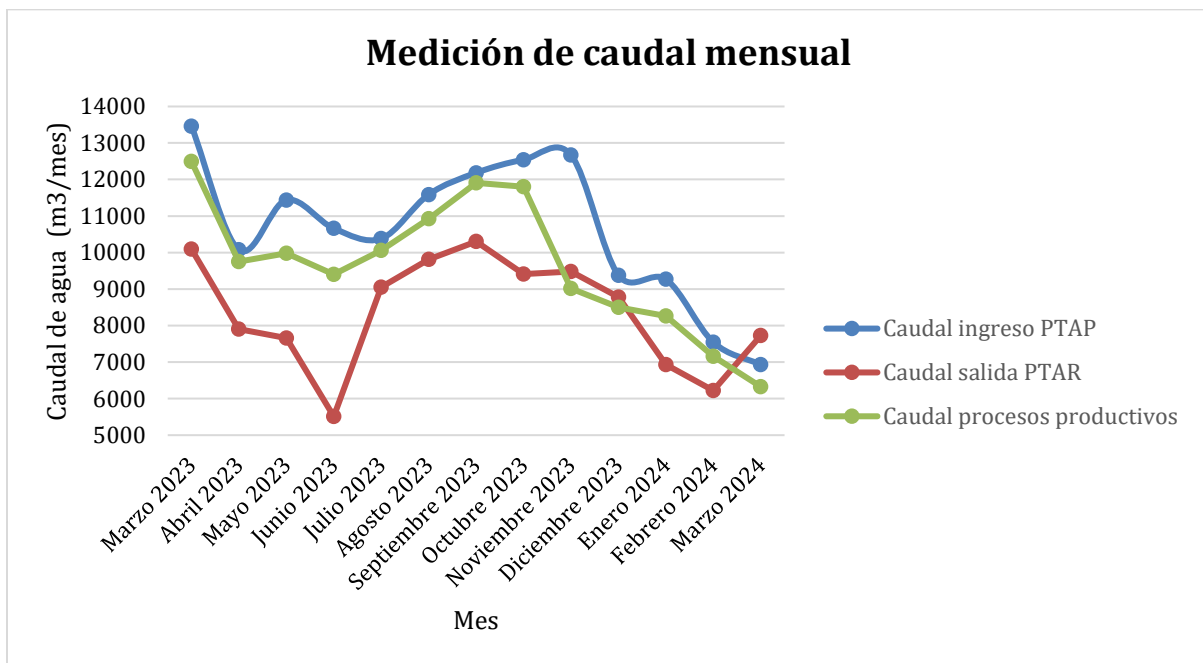


Figura 9 Comportamiento entre el caudal de ingreso a la PTAP, el caudal de ingreso a los procesos productivos y el caudal a la salida de la PTAR.

Se evidencia que, el mes más crítico fue noviembre donde se presentó una gran diferencia entre lo que entro a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y lo que se destinó para los procesos productivos. Mientras que el consumo de agua que ingreso a la PTAP fue de 12,670 m³/mes, el volumen de agua destinado a los procesos productivos fue de 9,015.6 m³/mes, representando una diferencia de aproximadamente el 30% del agua, esto debido a que, como se puede observar en la

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

Tabla 2, se presentan diferencias entre el caudal que calcula el medidor ubicado en la PTAP y el aforado en el vertedero de excesos de la PTAP, esto puede atribuirse a la posibilidad de que la tubería este llena de aire, lo que el medidor registra erróneamente como agua, o a una eventual descalibración del propio medidor. Como se mencionó anteriormente la razón por la cual el consumo de agua va en decadencia es porque se están importando cueros de Brasil y estos no necesitan el proceso de Pelambre y Curtido y estas actividades requieren de un gran consumo de agua, por lo cual es proceso comienza desde Recurtido y esa agua de los primeros procesos se considera nula.

También se destaca que en ciertos meses, como en marzo de 2024, la cantidad de agua que sale de la PTAR supera la que ingresa a los procesos productivos, registrando valores de consumo de agua de 7730 m³/mes y 6325,9 m³/mes, respectivamente., esto puede deberse a varias razones, puesto que es importante tener en cuenta el porcentaje de aguas lluvias que entra a la PTAR a partir de las rejillas y los tanques abiertos, y también por que en algunas ocasiones se han vaciado tanques del tratamiento de agua residual ya sea porque el proceso lo requiere o para lavados y mantenimiento.

A continuación, se calcula el porcentaje de pérdida de agua desde que ingresa el agua a la planta de potabilización hasta que sale de la planta de aguas residuales a partir de la Ecuación 2 y los resultados se observan en la Tabla 17.

Tabla 17 Pérdidas entre el caudal que ingreso a la PTAP y el caudal que salió de la PTAR

Mes	Caudal ingreso PTAP (m ³ /mes)	Caudal salida PTAR(m ³ /mes)	Pérdidas (%)
Marzo 2023	13460,6	10095	25.0%
Abril 2023	10077	7904,7	21.6%
Mayo 2023	11438	7661,3	33.0%
Junio 2023	10660	5511,1	48.3%
Julio 2023	10381	9051,6	12.8%
Agosto 2023	11588	9813,6	15.3%
Septiembre 2023	12183	10301,3	15.4%
Octubre 2023	12542	9406,5	25.0%
Noviembre 2023	12670	9479,6	25.2%
Diciembre 2023	9378	8776	6.4%
Enero 2024	9269	6935,5	25.2%
Febrero 2024	7543	6221	17.5%
Marzo 2024	6928	7730	-11.6%

De la Tabla anterior se observa que, se presentan diferencia entre el 6,4% y 48,3 % entre el caudal registrado en el medidor de caudal en la entrada a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) y el registrado en el medidor de caudal ubicado en la salida de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR). Estas discrepancias pueden ser el resultado de pérdidas en el sistema de distribución, la fuga del tanque industrial que va hacía la quebrada o fugas no identificadas en los

BALANCE HÍDRICO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA CUEROS VELEZ S.A.S EN LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMAGÁ

equipos empleados en los procesos productivos de la empresa. Asimismo, se observa un porcentaje de diferencia negativo de 11,6 %, el cual se atribuye a algunas actividades en la PTAR, como el vaciado de tanques, lo que acelera el proceso de vertido hacia la quebrada, como se mencionó anteriormente.

Recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua

Es importante tener la calidad y la suficiente disponibilidad del recurso hídrico para un adecuado funcionamiento de los procesos. Sin embargo, al realizar el balance de consumos de agua de la empresa Cueros Vélez se pudo identificar los procesos y áreas que más consumo de agua representan y que los procesos requieren esa cantidad de agua para que sea efectivo, pero hay que tener en cuenta que se presentan muchas actividades en las cuales el consumo de agua puede controlarse mejor, y por ello se realizan unas recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua.

En la Tabla 18 se presentan los equipos que más consumen agua en el proceso de convertir la piel a cuero y se realizan unas recomendaciones para reducir ese consumo de agua.

Tabla 18 Equipos y procesos de mayor consumo de agua

Consumo mensual (m ³)														
Año	2023										2024			
Áreas/Procesos	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	TOTAL
Bombos Pelambre	1170,1	763,8	929,7	960,3	1178,8	1213,1	1732,6	910,6	306,9	408,1	130,6	255,3	427,3	9573,8
Divididora	578,3	380,6	489,7	317,5	443,2	497,3	503,2	465,3	183,9	127,9	24,4	148,5	116,2	3987,0
Bombos Curtido	543,4	467,5	559,5	420,6	451,0	411,2	487,4	483,9	287,0	327,3	158,6	228,9	273,1	4438,8
Escurridora Curtido	1832,1	1487,9	1372,5	1274,7	1483,2	2182,2	680,1	1441,5	892,9	824,6	318,0	1187,4	518,7	13471,7
Bombos Recurtido	2212,8	1185,4	1320,4	1446,7	1480,8	1808,5	2230,7	2032,2	1595,9	1479,3	1713,0	1713,2	1156,3	16792,7
Escurridora Recurtido	1419,2	1045,4	1058,1	838,9	863,4	549,3	1751,9	1420,7	1181,9	855,6	1258,6	519,3	1150,4	10984,4
Consumo Humano	522,1	582,9	520,7	524,1	601,3	562,2	490,6	584,8	646,1	564,7	693,5	587,4	578,6	5599,5
Retrolavado Filtros	1240,0	1175,0	965,0	950,0	1115,0	955,0	1260,0	1275,0	865,0	1050,0	1125,0	625,0	150,0	10850,0
Purgas Sedimentadores	755,5	714,6	738,3	738,3	490,8	738,3	738,3	1097,4	1142,2	1243,4	911,0	85,1	237,6	8397,1
TOTAL	10273,4	7803,0	7954,0	7471,1	8107,5	8917,2	9874,7	9711,3	7101,9	6881,0	6332,7	5350,1	4608,2	84095,1

De acuerdo con la Tabla anterior, se han identificado los equipos que presentan el mayor consumo de agua, representando el mayor porcentaje en cada mes. Estos equipos son prioritarios para la implementación de medidas de reducción del agua, ya que requieren un enfoque especial. Por ello, se han desarrollado planes de acción destinados a reducir el consumo de agua, especialmente debido a la detección de gastos innecesarios y desperdicio de agua en algunos equipos de la empresa.

El consumo de agua en los bombos se determina mediante fórmulas químicas que establecen la cantidad necesaria para cada lote, considerando el peso de las hojas y el proceso específico, ya sea Pelambre, Curtido o Recurtido, para lograr resultados efectivos. No obstante, en muchas ocasiones

se incrementa considerablemente la cantidad recomendada, lo que implica un mayor gasto de agua. Esta práctica podría ser gestionada con mayor precisión y supervisión por parte del personal a cargo, garantizando que las actividades se realicen conforme a lo establecido y evitando el uso excesivo de agua.

A la Divididora le llegan dos tuberías, una de ellas tiene una bomba que se activa cada que pasa una piel durante aproximadamente 7 segundos y la otra permanece abierta mientras la divididora está en funcionamiento. Considerando que, para esta actividad es importante que la piel este totalmente húmeda, la cantidad de agua utilizada es exagerada, ya que siendo necesario el flujo constante de agua por gravedad, el otro consumo solo es necesario para limpieza de las placas. En este consumo se sugiere activar la bomba solo cuando sea imprescindible y analizar qué tan abierta se debe dejar la llave de ingreso de agua constante, sin que afecte el proceso.

En el consumo de las Escurridoras se evidenció un consumo excesivo de agua. Aunque es indispensable mantener las hojas completamente húmedas para el proceso, el equipo tiene una tubería interna que proporciona un flujo constante de agua, junto con un tanque que recibe agua de una manguera siempre abierta mientras la Escurridora está en funcionamiento. Una opción para reducir el uso de agua en este equipo sería llenar el tanque solo cuando esté vacío, evitando así el desperdicio de agua. Aunque esta medida podría afectar ligeramente la eficiencia de producción, conllevaría a una notable reducción en el consumo de agua.

El dato de Consumo Humano solo se le atribuye a los baños, cocinas y botellones, siendo este un consumo importante y necesario, se puede reducir por medio de capacitaciones de concientización para el ahorro del agua, puesto que, en la empresa se cuenta con ahorradores tanto en las canillas como en los sanitarios.

Para el retrolavado de filtros, se estima un tiempo promedio de lavado de 20 minutos seguido de 5 minutos de enjuague. Dado que la tubería está conectada a una bomba con un caudal de 200 L/min, el consumo de agua mensual resulta significativo. Esta tarea es controlable, ya que su propósito es mejorar la eliminación de la turbidez mediante la limpieza de los filtros. Se puede monitorear el agua que sale de la tubería de retrolavado y detener el proceso cuando sea lo más transparente posible. Además, en la PTAP se ha establecido la pauta de realizar el retrolavado en cada turno para los 4 filtros, lo cual solo es necesario dependiendo de la turbiedad de salida, situación que puede ser también controlada.

Una de las actividades necesarias en la PTAP son las purgas de los tanques, en especial lo de los sedimentadores ya que de estos depende mucho la calidad de agua que entra a los filtros y al ser sedimentadores, dependiendo de la calidad de agua de entrada pueden colmatarse, por ello se tiene estipulado que a estos se les debe realizar una purga cada media hora durante 30 segundos, esta actividad también supone gasto grande de agua, ya que no siempre es necesario purgar los tanques y es posible que el tiempo propuesto no sea el adecuado. Las purgas se basan en la obstrucción de los sedimentadores y en la calidad del agua de salida, aspectos que pueden controlarse mediante la verificación del efluente de la purga y la claridad observada en los tanques.

4.2 Indicador de medida de uso del agua en el proceso productivo en Cueros Vélez

A partir del consumo hallado y la cantidad de hojas que han pasado por cada uno de los equipos, se realizó un promedio de consumo de agua por hoja de cuero, en un periodo de un año con el fin de obtener un indicador de consumo de agua en todo el proceso en la curtiembre, que en este caso fue en volumen, por hoja de cuero procesada.

Tabla 19 Indicador de consumos de agua en volumen por hoja de cuero procesada

INDICADOR m³/hoja y L/hoja		
Equipo / Proceso	m³	L
Bombos Pelambre	0,0446	44,6
Descarnadora 1	0,0051	5,1
Descarnadora 2	0,0046	4,6
Divididora	0,0168	16,8
Bombos Curtido	0,0277	27,7
Escurreidora Curtido	0,0275	27,5
Tanque Escurreidora Curtido	0,0073	7,3
Bombos Recurtido	0,0429	42,9
Escurreidora Recurtido	0,0266	26,6
Tanque Escurreidora Recurtido	0,0050	5,0
Canecas Remojar Cuero	0,0037	3,7
Bombos Desarrollo	0,0227	22,7
ELPA	0,0052	5,2
BARNINI	0,0023	2,3
GEMATA 1	0,0001	0,1
GEMATA 2	0,0001	0,1
GEMATA 3	0,0002	0,2
CALDERA	0,0010	1,0
Total	0,2434	243,4

Se puede evidenciar de la tabla anterior que, los equipos que más consumieron agua por hoja en todo el proceso fueron los Bombos de Pelambre, Curtido, Recurtido y Desarrollo, la Divididora y las Escurreidoras (Curtido y Recurtido). Destacando entre ellos, los Bombos de Pelambre como el mayor consumidor con 44,6 L/hoja. Este alto consumo podría explicarse por la importancia del proceso de Pelambre, que marca el inicio de la cadena productiva y comprende etapas de remojo previas, las cuales requieren una cantidad significativa de agua para preparar adecuadamente la piel para los siguientes procesos. En promedio, el consumo total de agua por hoja desde Pelambre hasta Acabado fue de 243 L por hoja.

5. Conclusiones

Se concluye que, dependiendo de la proveniencia del cuero, se presenta mayor o menor consumo de agua, cuando el cuero es nacional el consumo de agua es mayor, debido a que se le debe hacer el proceso de Pelambre y Curtido a estos, cuando es internacional, el proceso comienza desde Recurtido.

El balance de consumos de agua realizado en la empresa Cueros Vélez, permitió cuantificar la cantidad de agua que entra a la Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP), la cantidad de agua que entra a los procesos productivos en la empresa y la cantidad de agua que sale de la Planta de Tratamiento de Aguas residuales (PTAR), con esto se pudo identificar las zonas de mayor consumo y las diferencias entre el caudal de entrada en la PTAP y el caudal de salida en la PTAR, que pueden deberse a mediciones erradas en el medidor de caudal ubicado en la PTAP o algunas fugas dentro del sistema de distribución de agua dentro de la empresa.

El indicador de medida de consumo de agua por hoja en cada uno de los equipos lo que permitió identificar los equipos que mayor consumo de agua presentan y así proporcionar recomendaciones para el uso eficiente y racional del agua.

El área de Recurtido es la zona en la que mayor consumo de agua se presenta cada mes comparada con otras áreas del proceso productivo como el proceso de Pelambre y Curtido. También se tiene en cuenta otras área que hacen parte del proceso productivo ya sea directa o indirectamente que, aunque tuvieron menor consumo de agua a comparación de las área mencionadas son importante dentro de las actividades realizadas en la empresa.

Es importante verificar la calibración y el correcto funcionamiento de los equipos de medición ya que esto asegura la precisión en la cuantificación del agua que ingresa a los procesos productivos y sale hacia el vertimiento desde la Planta de tratamiento de Aguas Residuales.

Se identifican tendencias en el consumo de agua a lo largo del tiempo, mostrando una disminución en el consumo de agua a partir de noviembre de 2023. Esta disminución se atribuye a la reducción en el número de procesos de Pelambre y Curtido debido a la importación de cueros ya curtidos, lo que reduce la necesidad de agua en estos procesos.

6. Referencias

- Betancourt, D. F. (2021). *Estimación de balance de agua para empresas que no cuentan con mediciones de volúmenes precisas.* Edu.co. <https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/2a568734-80be-4096-986e-62de4cd477db/content>
- Chiampo, F., Shanthakumar, S., Ricky, R., & Pattukandan Ganapathy, G. (2023). Tannery: Environmental impacts and sustainable technologies. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.02.025>
- Delgadillo, O. (2014). *¿Cómo aforar pequeñas fuentes de agua por el método volumétrico?* Edu.bo. http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2022/04/M_C_22014_Aforo_agua_metodo_volumetrico.pdf
- Hansen, É., de Aquim, P. M., & Gutterres, M. (2021). Environmental assessment of water, chemicals, and effluents in leather post-tanning process: A review. *Environmental Impact Assessment Review*, 89(106597), 106597. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2021.106597>
- International Water Association (IWA). (2017). *Indicadores de desempeño para servicios de abastecimiento de agua.* Iwapublishing.com. https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/Manual%20PI%20IWA_ES.pdf
- Mixán, K., & Nuñez, G. (2019). *Diseño de un sistema de reciclado de agua del proceso de remojo y pelambre para reducir el consumo de agua en la producción de cuero en la curtiembre Cuenca SAC.* Repositorio.upao.edu.pe. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/5996/REP_ING.IND_KARLA.MIXAN_GISELA.NUNEZ_GISELA.DISEÑO.SISTEMA.RECICLADO.AGUA.PROCESO.REMOJO.PELAMBRE.REDUCIR.CONSUMO.AGUA.PRODUCCIÓN.CUERO.CURTIEMBRE.CUENCA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Orozco, L. (2021). *Balance de masa, generalidades y conceptos.* Studocu.com. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-cordoba-colombia/balance-de-masa-y-energia/trabajo-de-balance-de-masa/16606356?origin=home-recent-1>
- Rodavigo. (s/f). *Catálogos PDF MULTIDRONET.* Rodavigo.net. Recuperado el 30 de mayo de 2024. <https://rodavigo.net/es/catalogos-fabricantes/multidronet>