PROYECTO CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL NODO LÁCTEO DE LA ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR.

CÁLCULO DE HUELLA HÍDRICA CORPORATIVA

ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

DIC 2025

REPORTE **2025**

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO: SBV–ES–CA–238–2025

"AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL NODO LÁCTEO DE LA ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR, ORIENTADO AL MEJORAMIENTO DE LA COMPETITIVIDAD, LA EFICIENCIAEN EL USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL Y SOCIAL EN EL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA."

DICIEMBRE, 2025

EQUIPO TÉCNICO

Equipo técnico

Doly Alejandra Jiménez Trujillo
Directora Línea Producción Sostenible y Consumo Responsable

Ruth Martha Tapias
Coordinadora técnica Línea de producción sostenible y consumo Responsable (E)

Daniel Rojas
Profesional Senior - Coordinador asignado al proyecto
Línea de Producción Sostenible
Corporación Ambiental Empresarial CAEM

Jeferson Rojas Casallas
Profesional Junior Línea Producción Sostenible y Consumo Responsable

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO 8
1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN 9
1.1. Ubicación 11
2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO 12
3. OBJETIVO DEL REPORTE 14
3.1. Objetivos específicos 14
4. COBERTURA 14
4.1. Cobertura Temporal 14
4.2. Cobertura Técnica 15
5. DESCRIPCIÓN DEL AÑO BASE Y SEGUIMIENTO A LOS CONSUMOS 15
5.1. Descripción del año base seleccionado 15
5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo 15
5.3. Frecuencia del Informe 16
5.4. Responsables 16
6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BASE 16
7. HUELLA HÍDRICA DIRECTA 18
7.1. Huella Hídrica directa azul 21
7.2. Huella Hídrica directa verde 21
7.3. Huella Hídrica directa Gris 22
8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA 24
9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN 27
10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA 30

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental 30
10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica 31
10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social 32
11. CONCLUSIONES 33
12. PLAN DE ACCIÓN 32
13. RECOMENDACIONES FINALES 35
BIBLIOGRAFÍA 35

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Información general ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 10
Tabla 2. Resultados huella hídrica directa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 19
Tabla 3. Distribución de la Huella Hídrica gris ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 22
Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 24
Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 27
Tabla 6. ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 28
Tabla 7. ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 28
Tabla 8. Formulación alternativas globales implementación BPO's 32

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de aporte a la huella hídrica indirecta total 23
Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA 28

INTRODUCCIÓN

La huella hídrica es un indicador de uso de agua dulce que es palpable no sólo en el uso de agua directo de un consumidor o productor, sino también en su uso indirecto. Esta puede ser considerada como un indicador global de apropiación de los recursos de agua dulce, por encima de la medida tradicional y restringida de la extracción de agua (HOESKSTRA, 2011).

Este indicador se puede medir a diferentes escalas, para la línea de producción y prestación de servicio de un bien o producto desde su inicio hasta su finalización, de puerta a puerta Para el presente estudio, se propone que los limites sean organizacionales, desde el ingreso de materia prima hasta el final de la línea de producción o prestación de servicios. Esto con el objetivo de aumentar la eficiencia sobre el recurso hídrico dentro del proceso productivo e identificar las opciones de mejora y control con este indicador.

Según Hoekstra, la Huella Hídrica se divide en Huella Hídrica Azul, Huella Hídrica Verde y Huella Hídrica Gris: “La huella hídrica azul se refiere al consumo de agua superficial y subterránea a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a la pérdida de agua de la masa de agua disponible del suelo de la superficie en un área de captación. Las pérdidas se producen cuando el agua se evapora, vuelve a otra zona de captación o al mar o se incorporan al producto. La huella hídrica verde se refiere al consumo de agua de lluvia en la medida en que no se pierde por filtro o rio abajo. La huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes más allá de las concentraciones naturales del lugar y la calidad del agua” (HOESKSTRA, 2011)

Por otro lado, en cuanto a la Huella Hídrica de la Organización, esta tiene un componente directo y uno indirecto a fin de contemplar la cantidad de agua total del proceso productivo. La Huella hídrica Directa se refiere al volumen de agua utilizado directamente en el proceso que se lleva a cabo. La Huella hídrica Indirecta se refiere al consumo de agua y contaminación de las aguas que pueden estar asociados con la producción de los bienes y servicios usados en el proceso (agua contenida en materias primas, productos, maquinaria y equipo, por ejemplo) (HOESKSTRA, 2011).

La huella hídrica total de una empresa es la sumatoria de la huella hídrica directa y la huella hídrica indirecta y puede ser esquematizada en componentes como se muestra en la siguiente figura:

Diagrama 1. Huella hídrica de una empresa



Fuente 1. Water Footprint Network

De esta manera, en un mundo donde los recursos naturales se vuelven cada vez más preciados, la noción de la "huella hídrica" ha emergido como un indicador crucial de nuestra relación con el recurso hídrico y su disponibilidad. La huella hídrica no solo evalúa la cantidad de agua directa e indirectamente utilizada en la producción de productos, bienes y servicios, sino que también arroja luz sobre el impacto ambiental asociado con el desarrollo de estas actividades.

El agua, hace parte fundamental de numerosos sectores económicos, desde la agricultura y la industria hasta nuestros patrones de consumo diario y por eso la comprensión de cómo nuestras acciones contribuyen a la huella hídrica global se ha vuelto imperativa en un momento en el que la gestión sostenible del agua se posiciona como uno de los mayores desafíos ambientales.

Con este análisis de la huella hídrica, se evaluará no solo la importancia de conservar y optimizar el recurso hídrico, sino también las prácticas y estrategias que individuos, empresas y comunidades pueden adoptar para reducir su impacto en los ciclos hídricos del planeta. Desde la eficiencia en el uso del agua hasta la reutilización y la conciencia colectiva, cada paso hacia una huella hídrica más ligera es un paso hacia un futuro sostenible y equitativo.

GLOSARIO[1]

HUELLA HÍDRICA: Es un indicador del uso de agua dulce que no se centra únicamente en el uso directo del agua por parte de un consumidor o de un productor, sino que se centra también en su uso indirecto.

HUELLA HÍDRICA AZUL: se refiere al consumo de los recursos de agua azul (aguas superficiales y subterráneas) a lo largo de la cadena de suministro de un producto. El consumo se refiere a una pérdida de agua de una masa de agua disponible en una zona de captación o cuenca hidrográfica

HUELLA HÍDRICA VERDE: se refiere al consumo de los recursos de agua verde (el agua de lluvia en la medida en que no se convierte en escorrentía).

HUELLA HÍDRICA GRIS: se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce requerida para asimilar la carga de contaminantes dadas las concentraciones naturales de fondo y las normas de la calidad ambiental.

EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA: se refiere a todo el conjunto de actividades necesarias para 1. Cuantificar y localizar la huella hídrica de un proceso, producto, productor o consumidor, o cuantificar en el espacio y el tiempo la huella hídrica en un área geográfica específica. 2. Analizar la sostenibilidad medioambiental, social y económica de esta huella hídrica y 3. Formular una estrategia de respuesta.

APROPIACIÓN DE AGUA: Este es un término que se emplea en el contexto de la evaluación de la huella hídrica para referirse tanto al consumo de agua dulce para actividades humanas (huella hídrica verde y azul) como a la contaminación de agua dulce debida a la actividad humana (huella hídrica gris).

AGUA INCORPORADA: Se refieren al volumen de agua agregado e incluida al producto como tal durante todo su proceso de fabricación y que no retorna o sale del mismo.

Todos los conceptos son tomados de la metodología para el cálculo de la Huella Hídrica Corporativa The Water Footprint Network.

1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

INDUSTRIAS LÁCTEAS ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA es una empresa colombiana dedicada a la elaboración, transformación y comercialización de productos lácteos, con sede principal en el municipio de Chocontá, departamento de Cundinamarca, región reconocida por su vocación lechera. La organización desarrolla actividades industriales asociadas al procesamiento de leche cruda, orientadas principalmente al abastecimiento del mercado regional, contando con una trayectoria consolidada en la producción de derivados lácteos tradicionales.

La empresa dispone de un portafolio diversificado de productos, el cual incluye diferentes tipos de quesos frescos y procesados, así como otros derivados lácteos. Entre los principales productos elaborados se destacan el queso mozzarella, queso campesino, queso doble crema, sabana, finas hierbas, queso pera, queso siete cueros, así como yogurt tradicional, yogurt griego y kéfir. Estos productos se comercializan en múltiples presentaciones y gramajes, tanto en formatos enteros como porcionados, lo que implica la operación simultánea de varias líneas productivas dentro de la planta, cada una con requerimientos específicos de proceso, control de calidad y manejo de materia prima.

Las operaciones productivas se desarrollan en una planta de procesamiento con infraestructura propia, la cual integra áreas definidas para la recepción y evaluación de la materia prima, laboratorio de control de calidad, zonas de transformación y proceso, áreas de empaque, almacenamiento en frío y espacios administrativos. Los procesos productivos se ejecutan de manera continua e incluyen etapas como recepción y análisis de la leche, pasteurización, cuajado, desuerado, moldeo, enfriamiento, empaque y almacenamiento, de acuerdo con las características técnicas de cada producto elaborado.

Adicionalmente, la empresa gestiona subproductos inherentes al proceso lácteo, tales como el suero, los cuales hacen parte del flujo operativo de la planta y requieren un manejo adecuado desde el punto de vista productivo, sanitario y ambiental.

En términos de capacidad operativa, INDUSTRIAS LÁCTEAS ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA se abastece principalmente de leche entera como insumo fundamental, procesando volúmenes representativos de manera mensual para atender la demanda de su portafolio comercial. La diversidad de productos y presentaciones exige una organización interna eficiente que permita la

adecuada rotación de líneas productivas, el uso de equipos especializados y la implementación permanente de programas de limpieza y desinfección, garantizando la calidad, inocuidad y continuidad de la producción.

La empresa cuenta actualmente con un equipo aproximado de diecisiete (17) colaboradores, distribuidos entre áreas administrativas y operativas. El personal operativo participa directamente en las actividades de producción, empaque, almacenamiento y logística, mientras que el personal administrativo apoya los procesos de gestión, control y comercialización. La jornada laboral se desarrolla de lunes a sábado, conforme a la normativa laboral vigente.

Tabla 1. Información general - ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

VARIABLE	VALOR	UNIDAD
Producción Mensual Promedio	4.988	kg/mes
Costo de Producción		$/mes
Numero de instalaciones, procesos o áreas en los que puede dividir su actividad	1	Procesos
Número total de empleados administrativos	5	Personas
Numero de empleadas administrativas	5	Personas
Número de empleados administrativos	0	Personas
Horario Administrativos	1	Días/semana
	8	Horas/día
Número total de empleados operativos	7	Personas
Numero de empleadas operativas	3	Personas
Número de empleados operativos	4	Personas
Horarios operativos	6	Días/semana
	10	Horas/día
Número total de empleados	12 Aprox	Personas
Fuente principal del consumo de agua	Acueducto municipal	N/A
Porcentaje fuente principal respecto al uso total administrativo	100	%
Fuente secundaria del consumo de agua	No aplica	N/A
Porcentaje fuente secundario respecto al uso total administrativo	0	%

1.1. Ubicación

La empresa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA, identificada con NIT 900190963, se encuentra ubicada en una zona urbana del municipio de Chocontá, en el departamento de Cundinamarca. Su actividad económica principal está relacionada con la producción y venta de productos lácteos y forma parte del sector priorizado en el marco del proyecto.

Su ubicación estratégica es en la Cr 5 No. 10b-20, del municipio de Chocontá, Cundinamarca, y se ilustra a continuación a través de la plataforma Google Maps.

Fotografía 1 Ubicación geográfica empresa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA



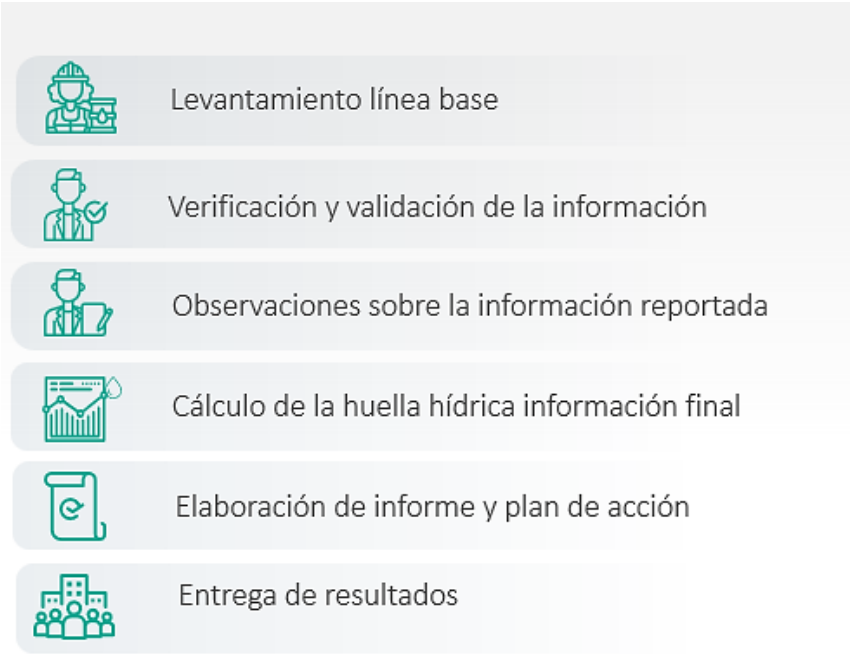
Fuente: Google Maps 2025

2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

Para el cálculo de la Huella Hídrica se aplicó la metodología estándar propuesta por la Water Footprint Network (WFN), la cual define la huella hídrica de un bien, servicio u organización como el volumen total de agua dulce utilizado de manera directa e indirecta a lo largo de las diferentes etapas de su cadena productiva o de prestación de servicios. La huella hídrica es un indicador que considera tanto el uso directo del agua por parte de un consumidor o productor, como su uso indirecto asociado a la cadena de suministro, y permite una evaluación integral de la apropiación del recurso hídrico (Hoekstra et al., 2011).

Para calcular la huella hídrica empresarial, la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM) diseñó una herramienta de sistematización y cálculo basada en los lineamientos del Water Footprint Assessment Manual de la WFN. Esta herramienta se implementa mediante una matriz de cálculo en formato Excel, organizada bajo un esquema modular que asegura la trazabilidad del dato desde la entrada de información hasta la generación de resultados.

Diagrama 2. Modelo de intervención para el cálculo de la huella Hídrica empresarial



La herramienta de huella hídrica se estructura en cinco (5) hojas visibles, conforme al flujo de información de entrada, procesamiento y salida, así:

- Hoja 1. “Info Inicial”: contiene la configuración del año base y la captura de datos generales del establecimiento requeridos para la parametrización del cálculo.
- Hoja 2. “HH Directa”: consolida el consumo de agua (acueducto u otras fuentes disponibles) e incorpora los datos de calidad de vertimientos necesarios para el cálculo de la huella hídrica directa, incluyendo los componentes azul y gris, según aplique.
- Hoja 3. “HH Indirecta”: integra la información de materias primas e insumos relevantes (p. ej., leche, energía u otros), aplicando los factores de conversión correspondientes para la estimación del componente indirecto.
- Hoja 4. “Resultados”: consolida automáticamente los indicadores finales de huella hídrica y genera productos de salida tales como tablas e insumos gráficos para análisis de desempeño.
- Hoja 5. “Evaluación”: presenta el análisis de sostenibilidad asociado a la huella hídrica de la organización, incorporando componentes ambientales, económicos y sociales, como soporte para la toma de decisiones.

El presente estudio se delimita bajo un enfoque organizacional, en el cual la huella hídrica directa se evalúa bajo un alcance “Puerta a Puerta”, considerando las actividades bajo control del establecimiento, mientras que la huella hídrica indirecta se analiza bajo un alcance “Cuna a Puerta”, incorporando el impacto hídrico asociado a la cadena de suministro de los principales insumos utilizados.

3. OBJETIVO DEL REPORTE

Presentar los resultados del cálculo de la huella de hídrica para ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA para el periodo comprendido entre enero a diciembre del año 2025, evidenciando las fuentes de altos consumos hídricos, como estrategia para la mejora del desempeño ambiental empresarial y la reducción de consumos del recurso hídrico en cumplimiento con las políticas nacionales y organizacionales de la región y del país.

3.1. Objetivos específicos

- Recopilar y consolidar la información primaria necesaria para el desarrollo del proceso de medición de la huella hídrica corporativa, en el marco del Convenio entre la Gobernación y la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), dentro de la Estrategia de Economía Circular – Nodo Lácteo.
- Medir y calcular la huella hídrica corporativa de para ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA ubicada en el municipio de Chocontá, aplicando la metodología del Water Footprint Network (WFN).
- Socializar los resultados obtenidos del ejercicio de medición de la huella hídrica corporativa con la empresa participante, como insumo para la gestión y mejora del desempeño hídrico.

4. COBERTURA

4.1. Cobertura Temporal

Información de consumos hídricos y otras variables relacionadas con el recurso, obtenida a partir de registros del año 2025. A su vez, se tiene en cuenta información bibliográfica disponible para consulta y referenciada conforme a la información documental existente. Por tal motivo, se trabajó con los consumos mensuales durante el año base de estudio, con el ánimo de identificar oportunidades de reducción de consumos hídricos en las diferentes etapas asociadas a la actividad principal y también al consumo relacionado con las materias primas y/o insumos usados en la sucursal de estudio.

4.2. Cobertura Técnica

El primer aspecto técnico que se tuvo en cuenta para la medición de la Huella Hídrica Empresarial tiene soporte en las operaciones estadísticas a través de elementos de medición y registros administrativos, con los cuales se pretende dar representatividad a los datos, oficialidad de las cifras utilizadas y replicabilidad del ejercicio.

A su vez se tuvo en cuenta la eficiencia del uso consuntivo, que en esencia se deriva de la medición del agua extraída no consumida, y la cual hace referencia a pérdidas aparentes, que no fueron incorporadas en su totalidad al cálculo.

El alcance técnico de este estudio tiene en cuenta las actividades relacionadas con el área en donde se desarrollan todas las actividades propias de la sucursal (concesionario) en las diferentes áreas, además del reporte de información relacionada con casino y limpieza de instalaciones entre otras. Es importante señalar que la obtención de estos datos ha sido a través de la organización, por lo cual el índice de incertidumbre de estos datos está asociado a las capacidades propias la organización en la información entregada.

5. DESCRIPCIÓN DEL AÑO BASE Y SEGUIMIENTO A LOS CONSUMOS

5.1. Descripción del año base seleccionado

El año base corresponde a la información registrada durante el año 2025 dado que este fue un ejercicio de contabilización de consumos realizado por ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA, bajo el referente metodológico Water Footprint Network.

5.2. Seguimiento de consumos a través del tiempo

Dado el compromiso de la empresa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA ,de cuantificar, reportar y gestionar la información para el cálculo de la huella hídrica corporativa, la organización declara que cualquier cambio en el año base será explicado en reportes anuales futuros, creando un procedimiento que considere condiciones como: cambios en la metodología de cuantificación, mejoras en la calidad de los datos, cambios en factores asociados a las huellas de materias

primas o actualización de estos factores, entre otros, de acuerdo con los lineamientos metodológicos establecidos para tal fin.

5.3. Frecuencia del Informe

Se recomienda que el cálculo de la huella de hídrica se realice anualmente, y los recálculos se lleven a cabo de acuerdo con la metodología de recálculo establecida para el componente de recurso hídrico o conforme lo considere pertinente la organización de acuerdo con sus compromisos de sostenibilidad y sujeto a los requerimientos de la marca.

5.4. Responsables

Este informe es presentado por la corporación Ambiental Empresarial CAEM y la empresa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA, como resultado del proceso de consultoría cuyo objeto se relaciona en el numeral 3 y conforme a lo establecido en la propuesta técnica presentada y aprobada previamente por el interesado, para dar inicio al proceso de medición y cálculo de la Huella Hídrica Corporativa.

Sin embargo, es importante tener en cuenta, que es la organización quien debe garantizar la medición de su huella anualmente y brindar la información de manera oportuna y correcta para tal fin.

6. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BASE

En cualquier estudio de huella hídrica, se debe contemplar explícitamente el periodo de datos empleado, ya que el periodo elegido afectará los resultados obtenidos. En años secos, la huella hídrica azul de un producto de cultivo será mucho mayor que en años húmedos, ya que se necesitará mucho más riego para mantener en condiciones óptimas los cultivos. Lo anterior teniendo en cuenta que algunos de los insumos y/o materias primas usadas para el desarrollo de la actividad económica se derivan de sistemas agrícolas, por ejemplo.

Para la recolección y levantamiento de la información de línea base para la medición y cálculo de la huella hídrica, se tiene el formato prestablecido para tal fin, en donde se solicita información como: 1. Información general de la empresa, 2. Principales procesos y/ áreas. 3. Materias primas. 4. Consumos de

agua. 5. Abastecimiento energético. 6. Disposición y Caracterización de vertimientos, entro otra información.

7. HUELLA HÍDRICA DIRECTA

En el marco del cálculo de la huella hídrica corporativa, la huella hídrica directa corresponde al uso del recurso hídrico atribuible a las operaciones que se encuentran bajo el control operativo del establecimiento. Este componente incluye el agua empleada en los procesos productivos, las labores de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones (CIP), los servicios sanitarios y demás actividades internas asociadas al funcionamiento de la organización.

Para ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA, la huella hídrica directa se asocia principalmente a la operación industrial de transformación láctea, que comprende las etapas de recepción de materia prima, procesamiento y actividades de lavado y desinfección (CIP), y en menor proporción a las actividades de soporte relacionadas con la administración y los servicios generales.

Dado que el establecimiento no cuenta con sistemas de micromedición por áreas (por ejemplo, diferenciación entre áreas administrativas y áreas de planta), los resultados de la huella hídrica directa se presentan a escala del establecimiento en su conjunto. Para tal fin, se utilizaron los siguientes insumos de información:

i. El consumo de agua de acueducto registrado para el periodo representativo 2025;
ii. Un caudal de vertimiento estimado (Q), obtenido a partir de un ejercicio de balance hídrico interno a nivel operativo, construido con base en la contabilidad del agua ingresada al establecimiento y el volumen efectivamente consumido en los procesos, el cual se emplea como estimación en ausencia de medición directa y se encuentra pendiente de validación mediante aforo; y
iii. La información de calidad del efluente reportada en el monitoreo realizado en el año 2024, correspondiente a un dato existente pero no vigente, el cual se utiliza bajo el principio de trazabilidad metodológica y se declara expresamente como tal en el presente estudio.

La sistematización, procesamiento y consolidación de la información utilizada para el cálculo de la huella hídrica corporativa (directa, indirecta y total) se realizó mediante la herramienta de cálculo desarrollada internamente por la Corporación Ambiental Empresarial (CAEM), la cual implementa los lineamientos metodológicos del Water Footprint Network (WFN). Dicha herramienta constituye un instrumento técnico de uso interno de la organización y no corresponde a un soporte documental externo

independiente; no obstante, garantiza la trazabilidad del dato desde los registros administrativos y de actividad suministrados por la empresa hasta los resultados consolidados que se reportan en el presente informe.

La descarga de las aguas residuales generadas por el establecimiento se realiza al sistema de alcantarillado público, y se cuenta con una trampa de grasas como tratamiento primario previo a la entrega del efluente al sistema.

Tabla 2. Resultados huella hídrica directa ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

PROCESO O ÁREA	Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/año)
Operación total del establecimiento (planta + soporte)	1.866,00	7,2	3.732,00
TOTAL	**1.866,00**	**7,2**	**3.732,00**

La huella hídrica azul directa del establecimiento se estimó a partir del consumo total de agua proveniente del acueducto municipal, sin considerar retornos, dado que el establecimiento no cuenta con medición del caudal de vertimiento (Q). En consecuencia, y conforme al enfoque conservador establecido por la metodología Water Footprint Network (WFN), el cálculo se realizó bajo el supuesto de ausencia de retorno, asumiendo que la totalidad del volumen ingresado constituye consumo azul directo.

Para el periodo de análisis, el consumo promedio anual de agua de acueducto fue de 1.866,00 m^3/año, valor que representa la huella hídrica azul directa del establecimiento y que se asocia a la incorporación del recurso en los procesos productivos, las actividades de limpieza y desinfección (CIP), las pérdidas por arrastre y evaporación, la retención en productos y otros consumos no retornados.

La huella hídrica verde directa corresponde al aprovechamiento de agua lluvia captada y utilizada dentro del alcance operativo del establecimiento. Para el periodo evaluado, se reportó un uso promedio de 0,6 m^3/mes, equivalente a 7,20 m^3/año, destinado principalmente a actividades auxiliares como el lavado de vehículos. Aunque este volumen es reducido en comparación con el consumo de agua azul, su inclusión permite identificar oportunidades para fortalecer el aprovechamiento de fuentes alternativas de agua.

La huella hídrica gris directa fue estimada con base en valores sectoriales reportados en la bibliografía técnica para efluentes de plantas de procesamiento de lácteos, ante la ausencia de monitoreo propio de vertimientos. Para el cálculo se seleccionó como parámetro crítico la DBO_5, por ser representativa de la carga orgánica característica del sector, y se aplicó el criterio de capacidad de asimilación, utilizando como referencia los valores máximos permisibles establecidos para descargas a alcantarillado en la normativa ambiental vigente.

Como resultado, se obtuvo una huella hídrica gris directa estimada de 3.732,00 m^3/año, la cual representa el volumen teórico de agua requerido para diluir o asimilar la carga contaminante generada sin exceder el límite normativo aplicable. Este valor deberá ser validado mediante la caracterización real del vertimiento.

Participación porcentual de la huella hídrica directa

Con base en la huella hídrica directa total del establecimiento (**5.605,20 m^3/año**), la distribución porcentual por componente es la siguiente:

- **Huella hídrica gris directa:** 3.732,00 m^3/año (**66,58 %**)
- **Huella hídrica azul directa:** 1.866,00 m^3/año (**33,29 %**)
- **Huella hídrica verde directa:** 7,20 m^3/año (**0,13 %**)

La huella hídrica directa del establecimiento se encuentra dominada por los componentes gris y azul, lo cual resulta coherente con la naturaleza del proceso productivo del sector lácteo. El predominio del componente gris refleja la importancia de la carga contaminante asociada a los efluentes generados durante las operaciones de transformación de la leche, mientras que el componente azul evidencia el uso intensivo del recurso hídrico en las distintas etapas operativas, particularmente en los procesos de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones, la operación de las líneas productivas y las demás actividades propias del procesamiento lácteo.
En este contexto, el consumo de agua y la gestión de los vertimientos constituyen factores determinantes del desempeño hídrico del establecimiento, resaltando la necesidad de fortalecer las medidas orientadas tanto al uso eficiente del recurso como al mejoramiento de la calidad de los efluentes.

A continuación, se describe de manera específica el comportamiento de cada componente (azul, verde y gris) y su relación con las prácticas operativas del establecimiento.

.

7.1. Huella Hídrica directa azul

De acuerdo con la información suministrada por la organización, el establecimiento registra un consumo promedio mensual de 155,5 m^3/mes de agua proveniente del acueducto municipal, lo que equivale a un consumo anual de 1.866,00 m^3/año.

Para efectos del cálculo de la huella hídrica azul directa, y dado que el establecimiento no cuenta con medición directa del caudal de vertimiento (Q), no fue posible determinar de manera confiable el volumen de agua retornado al sistema de alcantarillado. En consecuencia, conforme a los lineamientos de la metodología Water Footprint Network (WFN), se adoptó un enfoque conservador, asumiendo ausencia de retorno, por lo cual la totalidad del volumen de agua abastecida se considera como consumo azul directo.

Bajo este criterio metodológico, la huella hídrica azul directa del establecimiento corresponde a 1.866,00 m^3/año, valor asociado a la incorporación del recurso hídrico en los procesos productivos, las actividades de limpieza y desinfección de equipos e instalaciones (CIP), las pérdidas por arrastre y evaporación, la retención en productos y otros consumos no retornados propios de la operación de transformación láctea.

Nota técnica: *No es metodológicamente correcto asumir retornos parciales o balances de consumo cuando el caudal de vertimiento no ha sido medido ni caracterizado de forma directa; por tanto, el enfoque adoptado garantiza consistencia y trazabilidad en el cálculo de la huella hídrica azul directa.*

7.2. Huella Hídrica directa verde

La huella hídrica verde directa se refiere al volumen de agua lluvia efectivamente captada y utilizada dentro del alcance operativo del establecimiento. Para el periodo evaluado, la organización reportó el uso de 0,6 m^3/mes de agua lluvia, destinada principalmente a actividades auxiliares como el lavado de vehículos.

Este volumen equivale a una huella hídrica verde directa de 7,20 m³/año, la cual representa una fracción marginal frente al consumo de agua azul. No obstante, su identificación permite evidenciar la existencia incipiente de aprovechamiento de fuentes alternativas de agua y constituye un punto de partida para el fortalecimiento de estrategias de uso eficiente del recurso hídrico.

7.3. Huella Hídrica directa Gris

El establecimiento genera vertimientos asociados a la operación de la planta, principalmente provenientes de las actividades de lavado, limpieza y desinfección de equipos (CIP), arrastres de proceso, servicios sanitarios y actividades conexas. La descarga de las aguas residuales se realiza al sistema de alcantarillado público municipal, previo paso por un sistema de trampa de grasas de dos cámaras, operado como medida de pretratamiento.

Dado que el establecimiento no cuenta con resultados de caracterización de vertimientos propios, la huella hídrica gris directa fue estimada a partir de concentraciones típicas sectoriales reportadas en la literatura técnica para efluentes de plantas de procesamiento de lácteos, seleccionando como parámetro crítico la DBO_5, por su representatividad de la carga orgánica característica del sector.

El cálculo se realizó bajo el criterio de capacidad de asimilación, utilizando como referencia los valores máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente para descargas a alcantarillado. Como resultado, se obtuvo una huella hídrica gris directa estimada de 3.732,00 m³/año, la cual representa el volumen teórico de agua requerido para diluir o asimilar la carga contaminante generada sin exceder el límite normativo aplicable.

Este valor deberá ser recalculado una vez se cuente con resultados de caracterización real del vertimiento, con el fin de reflejar el estado efectivo de la carga contaminante generada por el establecimiento.

Tabla 3. Distribución de la Huella Hídrica gris ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

Descripción de los procesos	Huella Hídrica Gris Directa Total (m^3/año)
Operación total del establecimiento (planta + servicios de apoyo)	3.732,00
TOTAL	**3.732,00**

La huella hídrica gris directa refleja la presión potencial ejercida sobre el sistema receptor debido a la carga contaminante del efluente, principalmente asociada a la materia orgánica y los sólidos característicos del procesamiento de productos lácteos. En este sentido, el vertimiento se entiende como la descarga final de aguas residuales al sistema de alcantarillado, cuyo impacto ambiental se relaciona con el incremento de la carga contaminante que debe ser gestionada por la infraestructura de tratamiento, y que, en última instancia, puede incidir sobre el cuerpo receptor final.

.

8. HUELLA HÍDRICA INDIRECTA

Para el cálculo de la Huella Hídrica Indirecta de la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ, se consolidaron los consumos anuales de materias primas, insumos y servicios requeridos para la operación del establecimiento. Este componente representa la huella asociada a la cadena de suministro, es decir, el uso de agua que ocurre fuera del control operativo directo de la planta, pero que es atribuible a su actividad productiva.

En coherencia con el enfoque WFN y con las reglas de calidad definidas, se incluyeron únicamente aquellos ítems que cuentan con: (i) dato de actividad cuantificado (consumo mensual consolidado) y (ii) factores de huella hídrica trazables aplicables al tipo de insumo (WFN para leche cruda y proxies de literatura/ACV para insumos industriales y energéticos dentro del alcance mínimo robusto). Los empaques reportados en unidades (bolsas, etiquetas y envases) no fueron incluidos debido a la ausencia de gramajes y especificación de material, por lo que se mantienen como ND en el componente indirecto.

De acuerdo con la naturaleza de una planta procesadora de leche, la huella hídrica indirecta está determinada principalmente por la leche cruda recibida, dado que la producción primaria de leche concentra la mayor parte del uso de agua especialmente verde, asociada a la producción de pasturas y alimentación del ganado. En contraste, los aportes indirectos de energía e insumos industriales suelen ser comparativamente menores, aunque siguen siendo relevantes para orientar acciones de mejora en la cadena de suministro y en el desempeño ambiental integral.

Tabla 4. Consumo de materias primas, insumos y servicios ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

Materia Prima Consumida	Unidad	Total consumido	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m³/año)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m³/año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m³/año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m³/año)
Leche cruda recibida (leche entera)	L/año	**1.728.000**	**153.066,24**	**1.536.001,92**	**128.148,48**	**1.817.216,64**
Electricidad (red)	kWh/año	63.168	ND	ND	ND	ND
Gas natural	m³/año	17.244	ND	ND	ND	ND
Soda (NaOH / alcalino de limpieza)	L/año	360	ND	ND	ND	ND
"Ácido Peróxido" (denominación del diagnóstico)	L/año	240	ND	ND	ND	ND
Jabón industrial neutro	L/año	240	ND	ND	ND	ND
Sal	kg/año	1.080	ND	ND	ND	ND
Cuajo	L/año	120	ND	ND	ND	ND
Azúcar	kg/año	240	ND	ND	ND	ND
Frutas	kg/año	480	ND	ND	ND	ND
TOTAL (calculado con factores disponibles)			**153.066,24**	**1.536.001,92**	**128.148,48**	**1.817.216,64**

Nota: *Los ítems diferentes a la leche cruda se reportan como ND en huella hídrica indirecta hasta contar con (i) factores de huella hídrica trazables y coherentes con el alcance definido (ACV reconocido por tipo de insumo) y (ii) especificaciones técnicas completas (p. ej., concentración para químicos; material/gramaje para empaques). Esta decisión evita introducir incertidumbre por supuestos no verificables y mantiene trazabilidad y consistencia metodológica del resultado.*

A partir de la información presentada, se evidencia que la huella hídrica indirecta total calculada del establecimiento corresponde a 1.817.216,64 m³/año, y está determinada por la leche cruda como insumo principal. En este valor, el componente verde es predominante (1.536.001,92 m³/año), seguido del componente azul (153.066,24 m³/año) y, en menor proporción, el componente gris (128.148,48 m³/año). Esta distribución es consistente con la naturaleza agropecuaria de la producción primaria de leche, donde el agua lluvia asociada a pasturas y forrajes concentra la mayor fracción del uso hídrico total.

En consecuencia, el análisis confirma que la huella hídrica indirecta del establecimiento está fuertemente determinada por la cadena de suministro de la leche cruda, lo cual resalta la importancia de orientar estrategias de sostenibilidad hacia la gestión de proveedores, promoviendo prácticas ganaderas más eficientes en el uso del recurso hídrico y con menor carga contaminante asociada.

Si bien la huella hídrica indirecta se genera fuera del control operativo directo del establecimiento, es gestionable por influencia mediante decisiones de compra y fortalecimiento de la trazabilidad. En el caso de la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ, las oportunidades con mayor efecto potencial se orientan a:

- **Gestión y trazabilidad de proveedores de leche:** requerir información de prácticas productivas (alimentación, eficiencia de pasturas, manejo de estiércol/efluentes y estrategias de reducción de carga contaminante).
- **Reducción de pérdidas y mermas en planta:** disminuir arrastres y pérdidas de producto que incrementan carga orgánica y presión sobre el componente gris directo.
- **Estandarización de consumos de insumos industriales:** consolidar registros mensuales por tipo de químico y, cuando aplique, concentraciones (%), para habilitar cálculo indirecto con factores ACV trazables en una siguiente actualización.
- **Mejoras de desempeño integral:** aunque energía e insumos industriales no se cuantifican en el presente alcance mínimo robusto, su gestión contribuye a la eficiencia operativa y al desempeño ambiental general.

.

9. HUELLA HÍDRICA TOTAL DE LA ORGANIZACIÓN

Los resultados de la huella hídrica total de una organización corresponden a la suma de la huella hídrica total directa (HHD) y la huella hídrica total indirecta (HHI), de acuerdo con la metodología de la Water Footprint Network (WFN), como se expresa a continuación:

$$Huella\ Hídrica\ Directa_{HHD} + Huella\ Hídrica\ Indirecta_{HHI} = Huella\ Hídrica\ Total_{HHT}$$

Para la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ, la huella hídrica total se calculó integrando los resultados obtenidos en los capítulos anteriores, considerando la huella hídrica directa (azul, verde y gris) asociada a la operación del establecimiento y la huella hídrica indirecta correspondiente a la cadena de suministro de la leche cruda, bajo el enfoque de alcance mínimo robusto:

Tabla 5. Resultados generales Huella Hídrica ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA

Huella Hídrica Azul Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Directa Total (m3/año)	Huella Hídrica Azul Indirecta Total (m3/años)	Huella Hídrica Verde Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Indirecta Total (m3/año)	Huella Hídrica Azul Total (m3/año)	Huella Hídrica Verde Total (m3/año)	Huella Hídrica Gris Total (m3/año)	Huella Hídrica Total (m3/año)
1.866,00	7,2	3.732,00	5.605,20	153.066,24	1.536.001,92	128.148,48	1.817.216,64	154.932,24	1.536.009,12	131.880,48	1.822.821,84
0,10%	0,00%	0,20%	0,31%	8,40%	84,28%	7,03%	99,69%	8,50%	84,28%	7,23%	100,00%

Con la información consolidada para la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ, se evidencia que la huella hídrica total está determinada casi en su totalidad por la huella hídrica indirecta (99,69 %), lo cual resulta plenamente coherente con el funcionamiento de una planta procesadora de lácteos, donde la mayor carga hídrica se concentra en la producción primaria de la leche cruda (cadena de suministro).

El componente con mayor contribución corresponde a la Huella Hídrica Verde Indirecta, con 1.536.001,92 m³/año, equivalente al 84,28 % de la huella hídrica total, asociada principalmente al uso de

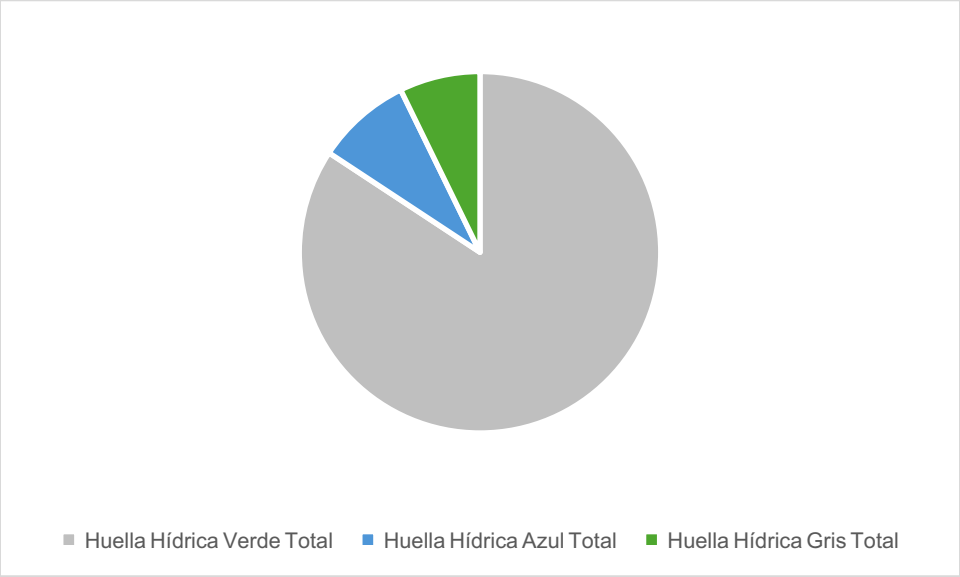
agua lluvia incorporada en la producción de forrajes y en la alimentación del ganado. Este resultado es característico del sector lácteo y refleja la dependencia del sistema productivo de procesos agropecuarios de base natural.

En segundo lugar, se encuentra la Huella Hídrica Azul Total, con 154.932,24 m^3/año (8,50 %), dominada por la fracción azul indirecta de la leche cruda y, en una proporción significativamente menor, por el consumo directo de agua en la planta. Este valor refleja un uso relativamente bajo de agua captada de fuentes convencionales a nivel del proceso industrial, en comparación con la huella asociada a la cadena de suministro.

La Huella Hídrica Gris Total asciende a 131.880,48 m^3/año (7,23 %), explicada principalmente por la fracción gris indirecta asociada a la producción primaria de la leche y, en menor medida, por la huella gris directa del vertimiento generado en la planta, la cual fue estimada a partir de valores sectoriales ante la ausencia de monitoreo propio.

Por su parte, la Huella Hídrica Directa Total corresponde a 5.605,20 m^3/año, representando únicamente el 0,31 % de la huella hídrica total. Si bien su peso relativo es bajo, este componente es aquel sobre el cual la organización tiene mayor capacidad de intervención operativa inmediata, mediante acciones de eficiencia en el uso del agua, control de pérdidas, optimización de los procesos de limpieza y mejora progresiva de la calidad del efluente.

Gráfica 2. Porcentajes distribución de la Huella Hídrica Total ASOCIACION DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTA



Con base en la información consolidada, la Huella Hídrica Total de la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ asciende a 1.822.821,84 m^3/año, evidenciando un claro predominio de la Huella Hídrica Verde, que representa 1.536.009,12 m^3/año, equivalente al 84,28 % del total. Este resultado indica que la mayor proporción del uso del recurso hídrico está asociada a la producción primaria de la leche, particularmente al aprovechamiento de agua lluvia incorporada en la producción de pasturas y forrajes para la alimentación del ganado, lo cual es característico del sector lácteo y su cadena de suministro.

Por su parte, la Huella Hídrica Azul Total alcanza 154.932,24 m^3/año, correspondiente al 8,50 %, reflejando un consumo relativamente bajo de agua captada de fuentes convencionales, en el cual predomina la fracción azul indirecta asociada a la leche cruda, mientras que el aporte directo del establecimiento es comparativamente reducido.

La Huella Hídrica Gris Total, asociada a la asimilación de contaminantes, corresponde a 131.880,48 m^3/año, equivalente al 7,23 % del total, explicada principalmente por la fracción gris indirecta de la producción primaria de la leche y, en menor medida, por la huella gris directa del vertimiento generado en la planta, estimada a partir de valores sectoriales.

En conjunto, estos resultados evidencian un perfil hídrico típico de una planta procesadora de lácteos, con baja incidencia directa sobre fuentes hídricas superficiales o subterráneas, pero con una alta

dependencia de la cadena de suministro agropecuaria. En este contexto, si bien el componente directo representa una fracción menor de la huella total, constituye el ámbito en el que la organización tiene mayor capacidad de intervención operativa inmediata, por lo que se recomienda mantener y fortalecer las estrategias de eficiencia en el uso del agua y de mejora progresiva en la gestión de los vertimientos, así como promover prácticas más sostenibles en la producción primaria de la leche.

10. EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA

La evaluación de la huella hídrica tiene como propósito interpretar los resultados obtenidos para los componentes azul, verde y gris, a la luz de criterios de sostenibilidad, conforme al enfoque metodológico de la Water Footprint Network (WFN). Dicho enfoque establece que la sostenibilidad de la huella hídrica debe analizarse de manera contextual, considerando no solo el volumen de agua utilizado o contaminado, sino también el entorno en el que se produce dicho uso, incluyendo la disponibilidad del recurso, la capacidad de asimilación del sistema receptor, las presiones por uso del agua y la sensibilidad ambiental del territorio.

En este sentido, la evaluación integra las dimensiones ambiental, económica y social, reconociendo que los impactos asociados a la huella hídrica pueden manifestarse de manera diferenciada según el componente evaluado (verde, azul o gris) y el nivel de control que ejerce la organización sobre cada uno de ellos.

Para el alcance del presente informe, la evaluación se desarrolla con énfasis en la sostenibilidad ambiental, complementada con una lectura económica y social de carácter indicativo, teniendo en cuenta las limitaciones de información disponibles.

10.1. Evaluación de Sostenibilidad Ambiental

La evaluación de sostenibilidad ambiental se realiza a partir del análisis del comportamiento del vertimiento generado por la operación del establecimiento, en relación con los criterios normativos aplicables y la robustez de la información disponible.

La ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ descarga sus aguas residuales al sistema de alcantarillado público municipal, operado por la Oficina de Servicios Públicos de Chocontá, previo paso por trampa de grasas. La prestación del servicio se encuentra soportada en facturación oficial del municipio, en la cual se evidencian los consumos de acueducto y alcantarillado asociados al establecimiento.

De acuerdo con la Resolución 0631 de 2015, los vertimientos realizados a sistemas de alcantarillado público se evalúan considerando un factor de ajuste del 1,5 sobre los valores máximos permisibles establecidos para descargas directas a cuerpos de agua superficial. Sin embargo, para el establecimiento no se dispone de resultados de laboratorio vigentes que permitan verificar de manera directa el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos exigidos.

En consecuencia, la huella hídrica gris directa fue estimada con base en valores sectoriales de literatura para efluentes de la industria láctea, lo que permite una aproximación técnica al orden de magnitud de la presión contaminante, pero no sustituye una caracterización real del vertimiento. Bajo este contexto, el resultado de huella gris debe interpretarse como referencial, y su robustez está condicionada a la obtención de resultados analíticos actualizados que permitan confirmar el estado real del vertimiento frente a la normativa aplicable.

10.2. Evaluación de Sostenibilidad Económica

La evaluación de sostenibilidad económica de la huella hídrica se orienta a identificar el peso relativo del costo del agua dentro de la estructura de costos de la organización, con el fin de dimensionar la sensibilidad económica de la operación frente a variaciones tarifarias, cambios en el consumo y la implementación de medidas de eficiencia hídrica.

Para el periodo evaluado, el costo económico del agua reportado por la organización corresponde a $407.927 COP/mes. No obstante, la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ no cuenta con un registro consolidado de costos totales de producción, dado que su operación integra múltiples servicios y actividades, sin una estructura formal de costos por unidad de producto.

Por ende, no es posible calcular el porcentaje del costo del agua respecto a los costos totales de producción, por lo cual la evaluación económica se limita a un análisis cualitativo. Aun así, el bajo volumen de consumo directo de agua, en relación con la magnitud de la huella hídrica total (dominada por la cadena de suministro), sugiere que el agua no representa un factor crítico de presión económica directa para la organización, aunque sí constituye un elemento relevante para la optimización operativa y la reducción de costos a largo plazo.

10.3. Evaluación de Sostenibilidad Social

La evaluación de sostenibilidad social se fundamenta en el análisis del consumo de agua operacional del establecimiento en relación con la demanda social total del recurso hídrico en la cuenca, como indicador de presión relativa sobre la disponibilidad de agua para la población.

Para este análisis se consideró una demanda promedio de 0,07 m^3/persona/día, y dos escenarios poblacionales: uno incluyendo Bogotá y otro sin incluir Bogotá, con el fin de reflejar diferentes escalas territoriales de análisis. A partir de estos supuestos, se estimó la demanda social mensual de agua en la cuenca y se comparó con el consumo anual de agua del establecimiento, correspondiente a 309 m^3/año.

Los resultados indican que el consumo de agua de la organización representa una fracción marginal de la demanda social total, con porcentajes muy inferiores al umbral de referencia del 1%, tanto en el escenario que incluye como en el que excluye a Bogotá. Bajo este criterio, el consumo hídrico del establecimiento no genera una reducción significativa en la disponibilidad del recurso para la demanda social.

No obstante, la sostenibilidad social del uso del agua no debe evaluarse únicamente desde la cantidad consumida, sino también desde la calidad del efluente descargado, dado que los impactos sociales pueden manifestarse a través de afectaciones al sistema de alcantarillado y, en última instancia, a los cuerpos receptores finales. Por esta razón, se resalta la importancia de fortalecer el control y seguimiento del vertimiento, como parte integral de la gestión social del recurso hídrico.

11. CONCLUSIONES

- La Huella Hídrica Total estimada para la ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE LECHE DE CHOCONTÁ asciende a 1.822.821,84 m³/año, resultado de la suma de la Huella Hídrica Directa Total (430,31 m³/año) y la Huella Hídrica Indirecta Total (1.822.391,53 m³/año). En consecuencia, la huella total se encuentra claramente dominada por el componente indirecto (98,98 %), mientras que la huella directa representa únicamente el 1,02 % del total, comportamiento típico de una planta procesadora de lácteos.

- El mayor aporte corresponde a la Huella Hídrica Verde Indirecta, con 1.536.009,12 m³/año, equivalente al 84,28 % de la huella total, asociada principalmente a la producción primaria de la leche cruda en la cadena de suministro, especialmente al uso de agua lluvia incorporada en la producción de forrajes y alimentación del ganado. Los componentes Azul Total y Gris Total aportan 154.932,24 m³/año (8,50 %) y 131.880,48 m³/año (7,23 %), respectivamente, explicados mayoritariamente por la fracción indirecta asociada a la leche cruda.

- Aunque la Huella Hídrica Directa presenta una baja participación en el total, concentra el mayor nivel de control operativo inmediato por parte del establecimiento. Este componente está conformado por una Huella Azul Directa de 309,00 m³/año, correspondiente al consumo neto de agua de acueducto, y una Huella Gris Directa de 121,31 m³/año, estimada a partir de valores sectoriales de literatura, dado que no se dispone de resultados de caracterización de aguas residuales vigentes. La Huella Verde Directa es nula (0,00 m³/año), al no existir captación ni aprovechamiento de aguas lluvias dentro del alcance operativo.

- El análisis se desarrolló a escala global del establecimiento, debido a la ausencia de sistemas de micromedición por procesos o áreas, así como de medición directa del caudal de vertimiento. En consecuencia, el caudal utilizado en la evaluación fue estimado mediante un criterio técnico, a partir de información de caracterización disponible y la frecuencia operativa declarada. Adicionalmente, la falta de caracterizaciones analíticas de aguas residuales limita la precisión de la huella gris directa, lo que refuerza la necesidad de implementar programas de monitoreo que permitan contar con información más robusta para futuras evaluaciones.

- Desde el punto de vista económico, el costo mensual del agua reportado ($407.927/mes) no permite determinar con precisión el peso relativo del consumo hídrico dentro de la estructura de costos de la organización, dado que la empresa no cuenta con indicadores consolidados de costos de producción. No obstante, el bajo volumen de consumo directo frente a la huella total sugiere

que el agua no constituye un factor crítico de presión económica directa, aunque sí un elemento relevante para la eficiencia operativa.

- Desde el enfoque de sostenibilidad social, el consumo anual de agua del establecimiento (309 m^3/año) representa una fracción marginal de la demanda social estimada del recurso hídrico, ubicándose muy por debajo del umbral operativo del 1 %, lo que indica una baja presión cuantitativa sobre la disponibilidad de agua a nivel local. Sin embargo, pese a este bajo nivel de consumo relativo, la gestión del vertimiento continúa siendo un aspecto crítico, ya que la carga orgánica y los sólidos característicos del proceso lácteo pueden generar afectaciones indirectas al sistema de alcantarillado y al entorno ambiental si no se controlan y monitorean adecuadamente.

BIBLIOGRAFÍA

AGROBIT. (16 de Mayo de 2008). *Composición de la leche y valor nutritivo.* Recuperado el 30 de 03 de 2019, de http://www.agrobit.com/info_tecnica/ganaderia/prod_lechera/ga000002pr.htm

ARÉVALO URIBE, D. (2012). *Una mirada a la agricultura de Colombia desde su Huella Hídrica.*

AREVALO, J., VELEZ, J., & TAMAYO, J. (2013). Uso efiiciente del agua para el cultivo de rosa cv. Freedom bajo invernadero. *Revista Brasilera de Ingeniería agrícola y ambiental*.

Arjen , H., Ashok , C., Maite , M., & Mesfin, M. (2001). *Water Footprint Network.* Recuperado el 2023, de Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya: https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf

COLLEL, M. (16 de Mayo de 2008). *Estrés por calor - Agua, el elemento imprescindible.* Recuperado el 26 de 03 de 2019, de https://www.3tres3.com/articulos/estres-por-calor-agua-el-elemento-imprescindible_4268/

CORMACARENA. (2015). Guía Ambiental para sistemas de producción porcícola en el departamento del Meta.

EUROPEA, C. (2014 - 2019). *PLATAFORMA EUROPEA SOBRE LA EVALUACIÓN DEL CICLO DE VIDA*.

FAO. (2006). Coeficiente de cultivo de clavel.

HOESKSTRA. (2011). *Manual de la Red Internacional de Huella Hídrica Water Footprint Network.* UNESCO-IHE Institute for Water Education .

JARAMILLO R., A. (2006). Evapotranspiración de referencia en la Región Andina de Colombia.

JIMENEZ, A. (2003). *El agua en la alimentaciòn bovina.*

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL FEDEGAN CIPAV & CORPOICA. (2012). Alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana. Obtenido de https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Agua%20en%20Porcicultura.pdf

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (2018). *Resoluciòn 40184 de 2018.*

Morales Aguilera , C. A. (Ed.). (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2023, de SCRIBD: https://es.scribd.com/document/466936908/Evaluacio-n-de-la-huella-hi-drica-industria-automotriz-ciclista

NREL. (2012). *BASE DE DATOS DE INVENTARIO DE CICLO DE VIDA DE LOS ESTADOS UNIDOS.*

Rivas, S. (2017). Descripción de la empresa PRODUCTOS LACETEOS DOÑA VACA . Bogotá.

RONCALLO, B., SIERRA, A., & CASTRO, E. (2012). Rendimiento de forraje de gramíneas de corte y efecto sobre calidadcomposicional y producción de leche en el Caribe seco. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* .

SOLLA NUTRICIÓN ANIMAL. (s.f.). *El Agua en Porcicultura*. Obtenido de https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/El%20Agua%20en%20Porcicultura.pdf

TECNIAMSA. (2017). *TECNIAMSA S.A - ESP, Grupo Sala.* Recuperado el 14 de 04 de 2017, de http://tecniamsa.com/

UMA, U. A. (2009). *La crisis mundial del agua.*

UNIVERSIDAD DE CALDAS. (2016). *Evaluación de las propiedades fisicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel.*

UNIVERSIDAD TECNÓLOGICA DE PEREIRA. (2008). Obtenido de http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1277/62815C268.pdf;jsessionid=3CE68C773B528C4ED932E9BBF0DC297B?sequence=1

VALENCIA ARTUNDUAGA & GORDILLO. (2008). Evaluación ambiental de los usos potenciales de la porcinaza posterior a su tratamiento de estabilización. Recuperado el 2008

VALENCIA, A. &. (2008). Evaluación ambiental de los usos potenciales de la porcinaza posterior a su tratamiento de estabilización. Obtenido de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21739/41101215_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CORPORACIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL

Una filial de:

Cámara de Comercio de Bogotá

Síguenos en redes sociales

caemcorporacion

Corporación Ambiental Empresarial - CAEM