



Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Medioambiente
Ingeniería Ambiental

**MANUAL PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA PARA LA EMPRESA
COCA COLA EMBONOR S.A.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: CAROLINA ANDREA SILVA GALARCE

PROFESOR GUÍA: MG. HÉCTOR ANDRADE CAROCA

VALPARAISO, MARZO 2019

Quiero agradecer a cada una de las personas que fueron parte de esta hermosa etapa Universitaria, tanto a mis padres y familia y amigas que estuvieron conmigo en cada momento y me han enseñado a superarme cada día.

También dedico a mis abuelitos Costi y Vicho quienes han estado en cada gran paso de mi vida. A pesar de no haber estado conmigo en esta última etapa, Vicho esto es por ti.

Gracias a la empresa Coca Cola Embonor S.A. por darme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de título y entregarme las herramientas necesarias.

Y finalmente doy gracias a Patricio por acompañarme durante 5 años de esta hermosa carrera y a mis profesores y profesor guía por tanto apoyo entregado en estos años.

Gracias....

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo crear un manual para la empresa Coca Cola Embonor S.A, el cual contenga las directrices para calcular la Huella Hídrica de la planta y reducir la Huella Hídrica asociada a los procesos que en ella ocurren, integrándose al Sistema de Gestión Ambiental actualmente existente en la empresa.

Para llevar a cabo todos los procesos, se realizó una revisión a la Normativa ISO 14.046:2015 la cual proporcionó la información para establecer la Huella Hídrica, y así difundir los datos para la concientización de la importancia del recurso natural fundamental para la vida, es decir el agua y conocer los impactos relacionados con este recurso.

Para la confección del manual, se requirió de revisión bibliográfica previa, tanto para la introducción al tema, como para hallar las mejores tecnologías destinadas a reducir la Huella Hídrica. Al mismo tiempo, se recopiló información directa de la empresa, tanto para la metodología de evaluación de la Huella Hídrica, como para la obtención de los resultados. De la revisión y análisis de la información, se decidió evaluar solo la Huella Hídrica Azul y Gris, ya que la verde no es significativa para el proceso de producción de bebidas.

Finalmente, se aplicó el manual para la empresa Coca Cola Embonor S.A. Planta Viña del Mar, que se encuentra ubicada en Camino internacional #13255 Concón. Se realizó para el año 2017, donde se obtuvo una Huella Hídrica global de $415.711,962 \frac{m^3}{año}$, siendo la Huella Hídrica azul el componente que más aporta a la contabilidad, por la gran cantidad de agua utilizada en la producción de bebidas. Sin embargo, se evaluó la sostenibilidad para la HH azul y se observó que menos del 50% de los meses del año, es sostenible según la disponibilidad natural de los pozos, no siendo así según la disponibilidad de la cuenca del Aconcagua.

Para la reducción de ésta Huella Hídrica global, se proponen estrategias principalmente para reducir la Huella Hídrica azul; una vez implementadas las mejoras, la Huella Hídrica resultante sería de $328.002,72 \left(\frac{m^3}{año} \right)$, contribuyendo de manera significativa a la empresa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	1
1.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	2
1.2.1 Contaminación atmosférica	2
1.2.2 Contaminación de suelos	3
1.2.3 Contaminación hídrica	3
1.3 AGUA Y SALUD	5
1.4 GENERALIDADES DE LA SITUACIÓN MUNDIAL DEL AGUA	6
1.5 GENERALIDADES DE LA SITUACIÓN DEL AGUA EN CHILE	7
1.5.1 Generalidades de la situación del agua en la Región de Valparaíso	8
1.5.1.1 Generalidades de la ciudad de Concón	9
1.6 DESARROLLO SOSTENIBLE	9
1.7 GESTIÓN AMBIENTAL	10
1.8 INDICADORES AMBIENTALES	13
1.9 HUELLA HÍDRICA COMO INDICADOR AMBIENTAL	13
1.10 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA	16
1.10.1 Estrategias para la reducción de la Huella Hídrica Azul	17
1.10.2 Estrategias para la reducción de la Huella Hídrica Gris	27
1.11 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA COCA COLA EMBONOR S.A.	34
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	37
3. OBJETIVOS	38
3.1 OBJETIVO GENERAL	38
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	38
4. METODOLOGÍA	39
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS SEÑALADOS EN LA NORMA ISO 14.046:2015	39
4.1.1 Establecimiento de los límites y alcances de la evaluación	39
4.1.2 Definición de los tipos de Huella Hídrica	39
4.1.3 Identificación de las Huella Hídricas aplicables al proceso de producción de bebidas.	39
4.1.4 Ecuaciones	40

4.1.5	<i>Sostenibilidad de la Huella Hídrica</i>	40
4.2	VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN AGUA EN LA ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS EN EL INTERIOR DE LA EMPRESA.	40
4.2.1	<i>Identificación procesos productivos en el interior de Coca Cola Embonor S.A.</i>	40
4.2.2	<i>Selección de procesos productivos con utilización de agua</i>	41
4.2.3	<i>Establecimiento de factibilidad y selección de las mejores tecnologías que existes para la reducción del consumo de agua</i>	42
4.2.4	<i>Cronograma de implementación para diferentes tecnologías por procesos</i>	43
4.3	CREACIÓN DEL MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN LA EMPRESA COCA-COLA EMBONOR S.A.	44
4.3.1	<i>Selección del tipo de manual a utilizar</i>	44
4.3.2	<i>Diseño del manual</i>	44
4.4	VERIFICACIÓN DE LA APLICABILIDAD DEL MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y A LA VEZ RECOMENDAR LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA SU REDUCCIÓN.....	44
4.4.1	<i>Realización de procedimiento</i>	44
4.4.2	<i>Elección de personal para realizar el procedimiento</i>	44
4.4.3	<i>Confirmación de la aplicabilidad del manual para la reducción de la HH en la empresa</i>	45
5.	RESULTADOS	46
5.1	REQUERIMIENTOS SEÑALADOS EN LA NORMA ISO 14.046:2015	46
5.1.1	<i>Definición del objetivo y alcance</i>	47
5.1.2	<i>Contabilidad de la huella hídrica directa</i>	51
5.1.2.1	Huella Hídrica azul	51
5.1.2.2	Huella Hídrica verde	53
5.1.2.3	Huella Hídrica Gris	54
5.1.3	<i>Sostenibilidad de la Huella Hídrica</i>	59
5.1.3.1	ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA AZUL	59
5.1.3.2	ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA GRIS	60
5.2	VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN AGUA EN LA ELABORACIÓN DE LOS PRODUCTOS EN EL INTERIOR DE LA EMPRESA.	61
1.	<i>Diagrama de flujo para Línea Sidel (1)</i>	63
2.	<i>Diagramas de flujo Línea Kronos (2)</i>	71
3.	<i>Diagrama de flujos Línea Pet</i>	78
4.	<i>Diagrama de flujos Planta de tratamiento de aguas</i>	82
5.	<i>Preparación de Jarabe simple</i>	88

6.	<i>Preparación de Jarabe terminado</i>	91
5.2.1	<i>Selección de las mejores tecnologías que existen para la reducción del consumo de agua.</i>	95
5.3	MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA EN EMPRESA COCA COLA EMBONOR S.A.	103
5.4	APLICABILIDAD DEL MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA Y RECOMENDAR LA INCORPORACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA SU REDUCCIÓN.....	139
6.	DISCUSIÓN	152
6.1	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA.	152
6.2	MANUAL DE EVALUACIÓN DE LA HUELLA HÍDRICA	153
6.3	APLICABILIDAD DEL MANUAL DEL CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	154
7.	CONCLUSIÓN	155
8.	REFERENCIA	157
9.	ANEXOS	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	<i>Porcentaje de agua dulce y salada</i>	5
Figura 2:	<i>Distribución mundial de la escasez de agua en las principales cuencas</i>	7
Figura 3:	<i>Disponibilidad de agua en Chile por habitante, 2009</i>	8
Figura 4	<i>Llaves separadas con una salida de agua</i>	18
Figura 5	<i>Grifería monoblock Fuente: Henríquez B, 2009.</i>	19
Figura 6	<i>Grifería monomando lavamanos</i>	20
Figura 7	<i>Grifería monomando lavaplatos</i>	20
Figura 8	<i>Grifería temporizada</i>	21
Figura 9	<i>Grifería Electrónica</i>	22
Figura 10	<i>Aireadores de grifos</i>	23
Figura 11	<i>Perlizadores</i>	24
Figura 12	<i>Limitador de caudal</i>	25
Figura 13	<i>Lavatec D4/D5</i>	26
Figura 14:	<i>Ubicación Coca Cola Embonor S.A. Concón</i>	35
Figura 15:	<i>Fases de la evaluación de la huella de agua</i>	46
Figura 16:	<i>Representación esquemática de los componentes de la Huella Hídrica</i>	48
Figura 17	<i>Planta emplazamiento Coca Cola Embonor S.A. Fuente: Coca cola Embonor S.A</i>	50

Figura 18 Diagrama de flujo para Línea Sidel (1) Fuente: Coca Cola Embonor S.A.....	63
Figura 19 Flujo de caja para Despaletizado Fuente: Elaboración propia.....	64
Figura 20 Flujo de caja para el proceso de Desencajonado Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 21 Flujo de caja para el proceso de Descapsulado. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 22 Flujo de caja para el proceso de Lavado de Cajas Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 23 Flujo de caja para el proceso de Pre inspector de botellas sucias Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 24 Flujo de caja para el proceso de Syncrojet. Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 25 Flujo de caja para el proceso de Inspección Alexis Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 26 Flujo de caja para el proceso de Lavado de cajas. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 27 Flujo de caja para el proceso de Inspección post lavado Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 28 Flujo de caja para el proceso de Clasificación de Envases Fuente: Elaboración propia.	68
Figura 29 Flujo de caja para el proceso de Proporcionado y Carbonatado. Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 30 Flujo de caja para el proceso de Llenado y Capsulado Fuente: Elaboración propia.....	69
Figura 31 Flujo de caja para el proceso de Codificado Fuente: Elaboración propia.	69
Figura 32 Flujo de caja para el proceso de Inspección electrónica de llenado Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 33 Flujo de caja para el proceso de Encajonado Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 34 Diagrama de flujo línea Kronos Fuente: Coca Cola Embonor S.A.....	71
Figura 35 Flujo de caja para el proceso de Despaletizado Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 36 Flujo de caja para el proceso de Inspección de Cajas Fuente: Elaboración propia.	72
Figura 37 Flujo de caja para el proceso de Desencajonado Fuente: Elaboración propia.....	73
Figura 38 Flujo de caja para el proceso de Descapsulado Fuente: Elaboración propia.	73
Figura 39 Flujo de caja para el proceso de Clasificación de envases Fuente: Elaboración propia.	75
Figura 40 Flujo de caja para el proceso de Proporcionado y Carbonatado Fuente: Elaboración propia.....	75
Figura 41 Flujo de caja para el proceso de Llenado y Capsulado Fuente: Elaboración propia.	76
Figura 42 Flujo de caja para el proceso de Codificado Fuente: Elaboración propia.	76
Figura 43 Flujo de caja para el proceso de Encajonado Fuente: Elaboración propia.	77
Figura 44 Proceso soplado y embotellado línea 3 PET. Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	78
Figura 45 Cargas de preformas en tolva. Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 46 Soplado de envases Fuente: Elaboración propia.	79
Figura 47 Transporte de neumáticos y envases Fuente: Elaboración propia.....	79
Figura 48 Transporte neumático Fuente: Elaboración propia.	80
Figura 49 Proporcionado y carbonatado Fuente: Elaboración propia.....	80
Figura 50 Codificado Fuente: Elaboración propia.	81
Figura 51 Diagrama de flujos de Planta de tratamiento de aguas Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	82

Figura 52 Continuación de diagrama de flujos planta de tratamiento de aguas Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	83
Figura 53 Continuación de diagrama de flujos planta de tratamiento de aguas. Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	84
Figura 54 Estanque de almacenamiento de agua de pozo.	85
Figura 55 Recuperación del agua de retro-lavado filtro de arena verde	85
Figura 56 Estanque acumulación Agua Potable	86
Figura 57 Purificadores de Carbón activado	87
Figura 58 Filtros pre-pulidores y pulidores	87
Figura 59 Sanitización por Filtro HOD	88
Figura 60 Diagrama de flujo para preparación de jarabe simple Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	89
Figura 61 Diagrama de flujos para preparación de Jarabe terminado. Fuente: Coca Cola Embonor S.A.	91
Figura 62 Estanque disolutor	92
Figura 63 Homogenización	92
Figura 64 Filtro metálico	93
Figura 65 Procesos para la evaluación de la Huella Hídrica.	104
Figura 66 Gráfico de evapotranspiración El Maqui	140
Figura 67 Sostenibilidad de la HH Azul.	148
Figura 68 Diseño de procedimiento empresa Coca Cola Embonor S.A.	162

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sólidos en suspensión	27
Tabla 2 Técnicas de tratamiento para la remoción de Metales pesados	29
Tabla 3 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sales y/o ácidos inorgánicos	31
Tabla 4 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sustancias biodegradables	32
Tabla 5: Plantilla de levantamiento de información.	41
Tabla 6: Tecnologías de bajo consumo de agua.	42
Tabla 7: Cronograma de implementación de tecnologías.	43
Tabla 8 Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen a redes de alcantarillado.	56
Tabla 9 Requerimientos KORE	57
Tabla 10 Rango de evaluación de impactos.	60
Tabla 11 Áreas de producción de la empresa	61
Tabla 12 Áreas de administración de la empresa	62

Tabla 13 Resumen de procesos que consumen agua y/o generan efluentes.....	94
Tabla 14 Comparación de tecnologías para reducción de Huella Hídrica Azul	95
Tabla 15 Comparación de tecnologías en cuanto a precio para reducción de Huella Hídrica Azul.	97
Tabla 16 Comparación de técnicas de eliminación de principales contaminantes	98
Tabla 17 Tecnologías a implementar o descartar según porcentaje de ahorro.....	100
Tabla 18 Cronograma de instalación de tecnologías.....	101
Tabla 19 Actividad con respectivo color.....	102
Tabla 20 Metros cúbicos mensuales en pozos año 2017.	140
Tabla 21 Balance de consumo de agua año 2017.	141
Tabla 22 Huella Hídrica Gris para Aceite y Grasas.....	142
Tabla 23 Huella Hídrica Gris para Fósforo.....	143
Tabla 24 Huella Hídrica Gris para Hidrocarburos Totales.....	143
Tabla 25 Huella Hídrica Gris para Poder Espumógeno.	144
Tabla 26 Huella Hídrica Gris para Sólidos Sedimentables.....	144
Tabla 27 Huella Hídrica Gris para Sulfuros.....	145
Tabla 28 Huella Hídrica Gris para Nitrógeno Amoniacal.....	145
Tabla 29 Huella Hídrica Gris para Sólidos Suspendedos Totales.....	146
Tabla 30 Huella Hídrica Gris para DBO5.....	146
Tabla 31 Resultados de la Sostenibilidad de la HH Azul.....	147
Tabla 32 Programa de Gestión Ambiental	150
Tabla 33 Consumo de agua total con % de ahorro.....	151
Tabla 34 Consumos de agua en los principales procesos de Coca Cola Embonor S.A. año 2018.....	165
Tabla 35 Valores de Evapotranspiración de estación "El Maqui".....	179

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Huella Hídrica Total.....	51
Ecuación 2 Ecuación de Huella hídrica azul.....	52
Ecuación 3: Cálculo de la Huella Hídrica verde directa.....	54
Ecuación 4 Cálculo de Huella Hídrica Gris	54
Ecuación 5 Sostenibilidad de HH azul.....	59
Ecuación 6 Índice de contaminación.....	60

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Revolución Industrial.

La preocupación que existe hoy en día sobre la contaminación ambiental, remonta a los tiempos de la Revolución Industrial en el siglo XVIII, cuando la fuerza del hombre fue sustituida por las máquinas a vapor en una primera instancia, seguidas por las de combustión interna y las movidas por energía eléctrica, atómica o nuclear. Este acontecimiento, se considera como el punto de inflexión en la historia, ya que trajo consigo el hallazgo, la explotación y luego el uso de los combustibles fósiles, así como la explotación intensiva de los recursos minerales de la tierra. (Gutiérrez Roa *et al.*, 1998). Estos inconvenientes que acontecieron en aquellos tiempos, llevaron al agotamiento de los recursos, principalmente energéticos, como también a otros recursos naturales entre ellos el hidrológico como consecuencia de la contaminación de las aguas superficiales.

En esa época, no solo se vivieron cambios en el ámbito ambiental, sino que también se dio la mayor cantidad de descubrimientos tecnológicos, científicos, culturales, políticos y sociales. Este último ámbito cobra gran importancia en cuanto a las relaciones interiores y exteriores de las sociedades, ya que promovió un crecimiento económico sostenido, el cual se fue observando a medida que el comercio iba aumentando hasta llegar a las grandes industrias. En una primera instancia, aumentó la producción del acero, con el cual se fabricaron más maquinarias con mayor tecnología, ayudando a la facilidad de las personas para la fabricación de distintos productos. (Guerrero & Schifter, 2011).

A finales del siglo XIX, ocurrió el descubrimiento de los combustibles líquidos derivados del petróleo. Por un lado, llevó al desarrollo de las máquinas en cuanto a su combustión y al uso del transporte, pero por otro lado, dio paso a la explotación desmedida de los combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas natural y gas licuado del petróleo) los cuales fueron contaminando el medio ambiente de alguna u otra forma.

1.2 Contaminación Ambiental.

La humanidad se ha caracterizado por generar una gran cantidad de residuos a través de cada actividad que realiza. Este problema se agudizó, a medida que aumentó el número de personas en el mundo, el crecimiento urbano y el asentamiento de distintas culturas. La contaminación ambiental es la presencia o incorporación de sustancias o elementos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o los ecosistemas. Para que exista contaminación, la sustancia contaminante deberá estar en cantidad suficiente como para provocar ese desequilibrio. Esta cantidad, puede expresarse como la masa de la sustancia introducida en relación con la masa o el volumen del medio receptor de la misma (Bermúdez, 2010). Existen diferentes tipos de contaminación; los más importantes son los que afectan a los recursos naturales básicos: el aire, los suelos y el agua. Algunas de las alteraciones medioambientales más graves relacionadas con los fenómenos de contaminación, son los escapes radiactivos, la lluvia ácida, la destrucción de la capa de ozono, la eutrofización de las aguas o las mareas negras. A continuación, se presentan los tipos de contaminación que afectan a los recursos naturales básicos:

1.2.1 Contaminación atmosférica.

Toda actividad realizada y particularmente la humana, tiende de algún modo a alterar el ambiente, donde el medio atmosférico posee la capacidad de reducir los niveles y colocar bajo control estas variaciones, sólo si los límites no son altamente superados.

Según Maurizio Caselli la contaminación atmosférica es definida como la acumulación en el aire de sustancias y concentraciones tales, que provoquen daños provinciales o permanentes a los hombres, los animales, las plantas y los bienes. (Caselli,1992.)

Dependiendo de la concentración de la sustancia es cuanto contamina; no obstante, si tomamos en cuenta la cantidad de contaminantes que existen, vemos que existen cinco contaminantes que por sí solos aportan más del 95% del total, estos son; monóxido de

carbono(CO), bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno(NOx), hidrocarburos y el material particulado. (Caselli, 1992).

La concentración del ozono se relaciona a la concentración de los contaminantes nombrados anteriormente, ya que se utiliza como índice de la calidad del aire.

1.2.2 Contaminación de suelos.

La contaminación del suelo se define como la introducción o el aumento anormal de alguna sustancia que pueda ejercer un efecto dañino sobre él, resultandos perjudiciales para la vida en distinta medida, lo que pone en peligro los ecosistemas y por ende nuestra salud.

Los contaminantes que provienen tanto del aire como del agua, llegan al suelo, por lo que el tiempo de residencia de éstos en el ambiente suele ser alto. (Bautista Zúñiga, 1999). Existen distintos tipo de contaminación de suelo, las cuales se dividen en contaminación física, biológica o química, dependiendo de los agentes involucrados. Los principales contaminantes son los agentes biológicos y las actividades humanas tales como plaguicidas, fertilizantes herbicidas, residuos urbanos o industriales.

1.2.3 Contaminación hídrica.

El aumento de la población mundial y por consecuencia a esto, el aumento de las actividades económicas, ha causado en muchos lugares del mundo la degradación del medio ambiente, viéndose afectado el agua. Como toda contaminación, en ésta también ocurre la incorporación de distintas materias extrañas como microorganismos, productos químicos, residuos industriales o aguas residuales. Estas materias, dañan la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos afectando de manera directa la salud humana. (Subgerencia Cultural del Banco de la República, 2015).

Las descargas de aguas contaminadas al medio ambiente, son ocasionadas principalmente por las actividades humanas, a través de diferentes fuentes como son las

provenientes de sistemas de alcantarillados de los hogares, por la gran demanda de población (estos casos se dan principalmente en las regiones metropolitanas).

Otra de las fuentes de contaminación son las proveniente de industrias, las cuales (la gran mayoría) hace sus descargas a través de alcantarillados. (Rodríguez, 2009.).

Los principales contaminantes del agua provienen de la agricultura, industrias y residuos sanitarios. (Cárdenas, 2005).

- Contaminación Industrial, generalmente se produce por los vertidos que las industrias realizan directamente en los ríos o a la atmósfera a través de chimeneas, donde las partículas expulsadas al aire se depositan con la lluvia en el suelo y se filtran hacia los acuíferos subterráneos contaminando las aguas.
- Contaminación Agrícola y Ganadera, la cual se produce por el tratamiento de los productos con herbicidas y abonos químicos, incorporándose al agua a través de filtraciones. Por otro lado las explotaciones ganaderas producen grandes cantidades de residuos orgánicos en forma de purinas, aportando a la contaminación hídrica.
- Contaminación Doméstica es la producida por los hogares al verter en el desagüe gran cantidad de residuos orgánicos e inorgánicos. Igualmente las que se producen de una manera accidental, por roturas o escapes en tuberías y que se filtran directamente hacia el subsuelo.
- Contaminación por Petroleó, producida por derrames al mar que contaminan la calidad del agua de manera importante, afectando de manera directa a las aves y especies acuáticas, por la formación de una película impermeable que desvía los rayos luminosos que aprovecha el fitoplancton para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

1.3 Agua y salud.

El agua es de gran importancia para la vida tanto para la humanidad como para el planeta Tierra, sólo el organismo del ser humano está compuesto por el 70% de agua, donde el cerebro se compone en un 70% de agua, los pulmones se componen en un 90% de agua y la sangre en un 80%.

Existen pérdidas casi irreparables de la cantidad y calidad del agua a nivel mundial, el porcentaje de agua que cubre la superficie terrestre es del 75%, de éste el 97,5% es agua salada la cual se encuentra en océanos, mares y lagos y el porcentaje restante es agua dulce con un 2,53%. El ser humano tiene acceso al 1%, en el cual un 0,3% se encuentra en ríos y lagos.



Figura 1: Porcentaje de agua dulce y salada.

Fuente: El Agua es Vida, Noviembre 2011. <http://www.aecid.org.pe/publicaciones/store/pub.54.pdf>

Consultado: 7 de abril 2018

En el agua, también podemos encontrar distintos microorganismos que afectan directamente a la salud humana, como son los virus, bacterias y parásitos. Éstos causan

enfermedades que pueden transmitirse a través de las aguas contaminadas. Se debe tener en cuenta que en un gramo de las deposiciones puede contener millones de bacterias virus y quistes, si el agua contaminada con material fecal es consumida sin el tratamiento correctamente debido, puede producir diarreas y vómitos, estas enfermedades son más comunes en niños menores de cinco años. (Avellaneda, Peñataro & Martín, 2011).

1.4 Generalidades de la situación mundial del agua.

A nivel mundial, la situación respecto al recurso hídrico ha ido empeorando al pasar de los siglos, a consecuencia de las distintas formas de vida de más de 6.000 millones de seres humanos. La crisis que hoy en día vive el planeta es causada por la mala gestión de los recursos y la utilización de métodos inadecuados. Sin embargo, esta tragedia afecta directamente a las poblaciones más pobres a nivel mundial, las cuales sufren enfermedades relacionadas con el agua, viviendo en ambientes degradados.

Estos problemas ambientales no solo afectan a la población, sino que también perturba el entorno natural, por los desechos que se vierten a diario y por el exceso de uso o uso indebido que de él se hace.

Resolver la crisis del agua es, sin embargo, sólo uno de los diversos desafíos con los que la humanidad se enfrenta en este tercer milenio .La crisis del agua debe situarse en una perspectiva más amplia de solución de problemas y de resolución de conflictos. (ONU, 2003). En la figura 2 se puede observar la distribución de escasez de agua en las principales cuencas a nivel mundial, donde se observa una escasez alta de agua en el hemisferio Oriental.

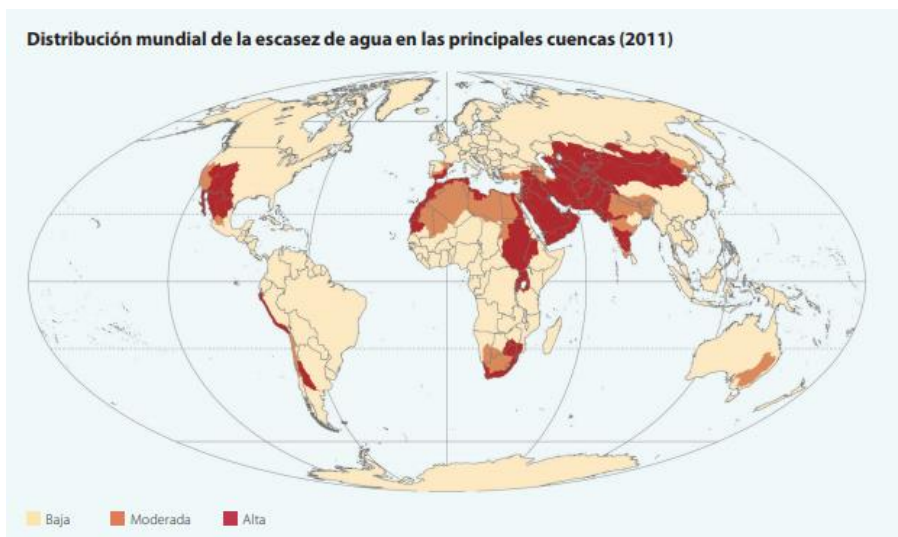


Figura 2: Distribución mundial de la escasez de agua en las principales cuencas.

Fuente: Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo, 2015.

1.5 Generalidades de la situación del agua en Chile.

Chile ocupa una posición aventajada respecto al mundo, en cuanto a sus recursos hídricos. Según Dirección General de Aguas (DGA), su escorrentía total media o cantidad de recursos hídricos internos renovables per cápita, es de $51.218 \text{ m}^3/\text{persona/año}$.

Chile cuenta con una de las mayores reservas mundiales de agua en la zona austral. Sin embargo, el agua se distribuye de manera irregular en el territorio, debido a su extensa amplitud longitudinal y variabilidad en la ocurrencia de precipitaciones. Según M. Paz Aedo y Romina Fumey el norte del país es sumamente árido, con menos de $500 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$. Lo contrario a esto, es el sur de Chile, donde el agua es más abundante, superando los $160.000 \text{ m}^3/\text{habitante/año}$. Esta variedad de climas genera numerosos problemas de uso y acceso al agua en las diferentes regiones del país. (Chile Sustentable, 2005).

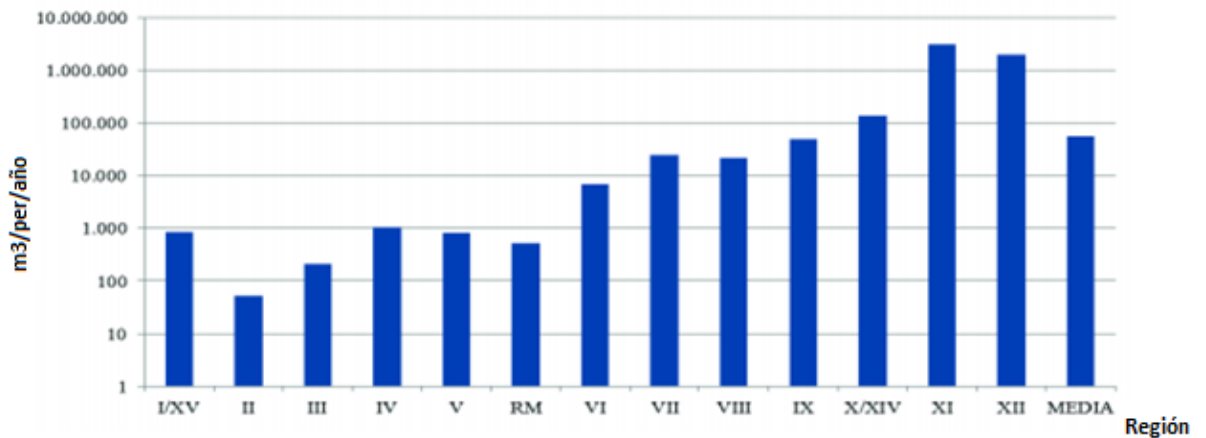


Figura 3: Disponibilidad de agua en Chile por habitante, 2009

Fuente:(2013), Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025, p. 9
 (http://www.mop.cl/documents/enrh_2013_ok.pdf) Consultado el: 25 de Mayo 2018

La contaminación del agua, depende de los desechos que cada actividad productiva genere. En el norte del país, se encuentra principalmente la actividad minera, la cual altera el medio ambiente de la población que se encuentra entre la XV Región de Arica y Parinacota y la IV Región de Coquimbo. En el centro del país, se realizan actividades de agricultura industrial, mineras e industria forestal; mientras que, en el sur de Chile, se concentra en empresas generadoras de energía, las cuales de una u otra manera generan algún tipo de alteración al medio ambiente, al igual que las actividades ganaderas.

1.5.1 Generalidades de la situación del agua en la Región de Valparaíso

La región de Valparaíso es una de las regiones golpeadas por la sequía entre los años 2008 y 2015 y que sigue generando escasez hídrica en diversos lugares del territorio regional, causando graves daños en el abastecimiento de agua para la población y la actividad productiva.

Las zonas urbanas del Gran Valparaíso estuvieron en peligro de quedar sin agua, mientras miles de habitantes de zonas rurales vieron secarse sus fuentes de agua potable. Particularmente se ha visto afectada la Provincia de Petorca, donde se han destruido más de mil hectáreas frutales, lo que conlleva a miles de pérdidas en puestos de trabajos para los habitantes de la provincia.

1.5.1.1 Generalidades de la ciudad de Concón

La ciudad de Concón se encuentra localizada en la cuenca del río Aconcagua, que recorre 142 km hasta la desembocadura, en la bahía de Concón. Este río posee una superficie de 7.340 km² equivalentes al 45% de la Región de Valparaíso. (PLADECO Concón, 2017). Consta de un régimen que se basa en las precipitaciones de nieve y lluvias, principalmente producto del deshielo en su curso superior. En el Valle del Aconcagua, existe un importante acuífero, que es explotado intensamente y que constituye uno de los más destacados elementos de regulación de la disponibilidad del agua.

Entre la desembocadura y puente Colmo, en la comuna de Concón, existen sectores con acuíferos libres y confinados los cuales son sobreexplotados, lo que conlleva a una gran contaminación hídrica del lugar. Se debe tener en cuenta que la contaminación del río Aconcagua es debido a las descargas que se generan en ella por RILES de diferentes industrias, actividades agrícolas que utilizan plaguicidas o descargas de aguas servidas. (PLADECO Concón, 2017).

1.6 Desarrollo sostenible.

El concepto de desarrollo se comenzó a utilizar en el siglo XVIII, para múltiples campos. En la segunda guerra mundial, este concepto se utilizó para indicar el modelo de crecimiento económico de los países industrializados. Es así que se define países desarrollados a los más industrializados y los países más o menos pobres, como países en vías de desarrollo.

En una forma de lograr nuevos balances entre la calidad del ambiente y las actividades humanas, nace el concepto de “Desarrollo sostenible”, que según WCED es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Los objetivos de este desarrollo son poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas tengan paz y prosperidad en sus vidas. (ONU, 1992).

En los equilibrios de este desarrollo sostenible, encontramos diferentes expresiones de sustentabilidad las cuales son sustentabilidad débil; fuerte y súper-fuerte. La primera acepta modificar los procesos productivos actuales para reducir el impacto ambiental y considera que la conservación es necesaria para el crecimiento económico. Por otro lado, está la sustentabilidad fuerte, la cual advierte que no toda la naturaleza puede ser reducida a un capital natural, ni que todas las valoraciones son económicas, por lo que es necesario asegurar la supervivencia de especies y la protección de ambientes críticos, más allá de su posible uso económico. Finalmente, la sustentabilidad superfuerte, sostiene que el ambiente debe ser valorado de muy diferentes maneras, además de la económica: también existen valores culturales, ecológicos, religiosos o estéticos, que son de gran importancia para este desarrollo. Para lograr el desarrollo sostenible, se debe tener presente como vía importante la gestión del medio ambiente y el conjunto de dirigencias conductuales que llevan a un manejo integral del sistema ambiental.

1.7 Gestión Ambiental.

La preocupación por los problemas del medio ambiente surge fundamentalmente en los años 60 y en los países occidentales, donde el crecimiento de las empresas iba en aumento. La relación entre empresa y medio ambiente todavía es un asunto ignorado, o no es bienvenido, pues la protección ambiental todavía es entendida solamente como costos adicionales que perjudican la competitividad y el crecimiento de la empresa. A partir de esto, se fue imponiendo a las empresas, las transformaciones de paradigmas que busquen optimizar el desempeño ambiental de forma integrada, partiendo por los insumos

que serán utilizados, la tecnología para su procesamiento, el consumo de energía, las emisiones, la generación de residuos, hasta el producto final que será comercializado.

Gestión ambiental se define según Estevan Bolca: *“Conjunto de acciones que permitan lograr la máxima racionalidad en el proceso de toma de decisión relativa a la conservación, defensa, protección y mejora del ambiente, mediante una coordinada información interdisciplinaria y la participación ciudadana”*.

En lo que compete al ámbito del recurso hídrico, para su buena gestión es necesario realizar inversiones tanto a nivel institucional como humano en conocimiento y capacitaciones para lograr una mejor gestión. La Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible para una mejor gestión hídrica, la cual consta de 17 objetivos para transformar nuestro mundo. Entre ellos está el objetivo 6 el cual garantiza la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Según la ONU el objetivo 6 consta de las siguientes metas:

- Lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.

- Objetivos para lograr del presente al 2030:
 - a) El acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

 - b) Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y

aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

- c) Aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
- d) Implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
- e) Proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- f) Ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización
- g) Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

1.8 Indicadores Ambientales

A mediados de la década del 90, se comenzó a desarrollar un índice único que pudiera ser utilizado para medir sustentabilidad, la Huella Ecológica. Este índice empezó midiendo los impactos que produce una población, utilizándose, de este modo, para medir niveles de sustentabilidad de regiones y países. A partir de este indicador, comienza a surgir una nueva gama de instrumentos, cuyo objetivo es cuantificar variados aspectos relacionados con la sustentabilidad. (Morales, 2016). Un indicador especialmente popular asociado al tema del calentamiento global es la Huella de Carbono. Además, comienza a surgir en las grandes empresas, interés por temas de sustentabilidad, como parte de su “responsabilidad social corporativa” (Hoekstra, 2003). Sin embargo, en un pasado reciente, han existido pocas reflexiones en la ciencia y en la práctica, sobre la gestión del agua en cuanto a su consumo y contaminación, a lo largo de toda la producción de los bienes y su cadena de suministro.

Con el fin de intentar resolver las actuales dificultades en la gestión del agua, han surgido diversos indicadores relacionados con el uso de agua para la producción de bienes. Los más utilizados son el Agua Virtual, el Agua Incorporada y la Huella Hídrica, los cuales usan diversas metodologías para su aplicación. (Morales, 2016)

1.9 Huella Hídrica como indicador ambiental.

Este concepto fue introducido en el año 2002 por la Water Footprint Network (WFN), como un indicador alternativo del uso del agua. El índice de la Huella Hídrica (HH) “es una herramienta de evaluación de la sostenibilidad de los recursos hídricos, utilizado para cuantificar el volumen total de agua utilizada por los habitantes de una determinada región. Es útil para cuantificar los flujos de agua, de las importaciones y de las exportaciones, y su estudio a niveles geográficos inferiores y específicos permite conocer exactamente cuánta agua, y en qué condiciones, se utiliza de los sistemas de agua locales, y cuánta agua sería necesaria para contrarrestar las corrientes contaminadas”. (Fernández, Lastra & Tolón,

2013). Está conformada por tres indicadores de HH: azul, verde y gris, los que se describen a continuación según Fundación Chile:

- Huella Hídrica Azul (HH Azul): Se refiere al agua fresca que se extrae de fuentes superficiales y/o subterráneas que no retorna al ambiente de donde se extrajo. Esto se puede producir por: Agua evaporada, incorporada en el producto o el agua que retorna a la misma cuenca de donde se extrajo o la que se vierte al mar.
- Huella Hídrica Verde (HH Verde): Es el volumen de agua lluvia que no se transforma en escorrentía o en infiltración para la recarga de los acuíferos, sino que queda temporalmente almacenada en la parte superficial del suelo o en la vegetación, y que luego se evapora desde la superficie del suelo y evapotranspira desde la vegetación o se incorpora en la vegetación.
- Huella Hídrica Gris (HH Gris): es un indicador virtual del grado de contaminación del agua fresca, y corresponde al volumen de agua fresca que se requiere para asimilar la carga de contaminantes de una descarga hasta niveles acorde a los estándares ambientales.

La Huella Hídrica considera únicamente el agua dulce y se conforma de 4 elementos básicos:

- Volumen de agua
- Color/clasificación
- Lugar de origen del agua
- Momento de extracción del agua

Estos datos permitirán el análisis de la huella hídrica, sin embargo es necesario tomar en cuenta aspectos locales tales como:

- Impactos en tiempo y espacio de la extracción del agua y su retorno como agua residual o tratada
- Nivel de productividad del agua en la zona
- Condiciones de escasez o estrés hídrico
- Usos locales del agua y el acceso de la población al recurso.

Las empresas comienzan a contemplar en su estrategia la gestión de este recurso y los riesgos que para su actividad supondría no contar con él. Por eso, muchas de ellas ya elaboran protocolos para hacer un seguimiento de su huella hídrica y rebajar el impacto que el uso del agua representa en su producción. Principalmente las empresas de alimentos, donde se necesitan grandes cantidades de agua para la elaboración de sus productos. Según Water Footprint Network para la fabricación de queso la huella hídrica global promedio de la leche de vaca es de aproximadamente 940 litros/kg, siendo el 50% asignado para el queso fresco no fermentado y el 50% restante es asignado al suero. El promedio para la producción de queso específicamente es de 3,178 litros/kg, mientras que la carne de ganado necesita en promedio 15.400 litros/kg para generar 10 kilos de carne. Otro ejemplo de empresa es Coca cola Embonor S.A. quienes utilizan alrededor de 300.000 millones de litros de agua al año, una cantidad verdaderamente considerable.

Para reducir la Huella Hídrica, se pueden aplicar diversas estrategias, que pueden resultar interesantes tanto para la reducción de agua como en ahorros de costes en las diferentes empresas.

1.10 Estrategias de gestión para la reducción de la Huella Hídrica.

Para garantizar el agua en el presente y para el futuro, gobiernos, instituciones, sociedades y las empresas tienen que poner de su parte. Por eso que las empresas que utilizan una gran cantidad de agua dulce para sus operaciones y cadena de suministros, podría, afectar su capacidad productiva futura. La mejora de los procesos y la reutilización del agua, son las dos principales vías que deben utilizar para reducir el consumo de ésta en la producción de bebidas.

En consecuencia, cuidar la disponibilidad de agua dulce es cuidar el propio futuro de la empresa.

Una manera efectiva de reducir costos operacionales, es a través de programas de uso eficiente del agua. El conservar agua, significa también un ahorro en los costos de electricidad, el gas, los productos químicos y la descarga del agua residual de la empresa.

El uso eficiente del agua, también puede tener beneficios significativos para el medio ambiente, la salud pública y la economía mediante el mejoramiento de la calidad del agua, la mantención de los ecosistemas acuáticos y la protección de las fuentes de agua potable. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos).

A continuación se presentan estrategias para la reducción de la Huella Hídrica considerando gris y azul.

1.10.1 Estrategias para la reducción de la Huella Hídrica Azul

Existen diversas estrategias para reducir la huella hídrica, principalmente a través de cambios e inversiones en diferentes tecnologías e innovación de maquinarias en el interior de las empresas. Se detallan a continuación, estrategias que aportan a la reducción de las HH.

❖ Tecnologías para la reducción de consumo de agua

El sector de los sanitarios, el baño, cocina y la grifería en general, han experimentado en los últimos años una auténtica revolución tecnológica. Nuevas aplicaciones han llegado para transformar los distintos artefactos y obtener un entorno más eficiente y confortable. Estas tecnologías, permiten principalmente disminuir el consumo de agua. En la mayoría de los casos, sólo es necesario cambiar y mejorar las griferías con nuevos dispositivos de bajo costo y fácil instalación. Un resumen de los más eficientes se presenta a continuación:

Grifos tradicionales:

Tradicionalmente, los grifos estaban formados por un caño y dos mandos giratorios, uno para el agua caliente y el otro para la fría. Estos modelos ofrecen una menor eficiencia en el control del gasto, entre los grifos tradicionales se observan los siguientes:

- Llaves separadas con una salida de agua

Este juego de grifería conserva el concepto de manejo de dos caudales distintos (agua caliente y agua fría), sin embargo, la salida de agua es una sola. Esto permite al usuario regular la temperatura del agua antes que salga de la llave. La fabricación de estos juegos de grifería, significa inevitablemente un mayor costo de producción, ya que se requiere una mayor cantidad de material. Su porcentaje de ahorro es aproximadamente de un 40%



Figura 4 Llaves separadas con una salida de agua.

Fuente: Henríquez B, 2009.

- Monoblock

Las llaves monoblock, se presentan como un solo elemento tanto para regulación de caudal y temperatura como para la salida de agua. Esto, da paso a una nueva línea estética, permitiendo nuevas soluciones formales y siendo percibida como un solo volumen. Además de la ventaja principal antes descrita, existen otras que son posibles al desarrollar un solo elemento en vez de dos, ya que se disminuye el material utilizado para su fabricación. El ahorro está cifrado aproximadamente en 50-60% del consumo normal de agua. (Nibsa S.A,2018.)



Figura 5 Grifería monoblock

Fuente: Henríquez B, 2009.

- Monomando lavamanos/lavaplatos

Los monomando tanto para lavamanos o lavaplatos, se han generalizado debido a su sencillez de manejo. Además, desde el punto de vista de la eficiencia, presentan importantes ventajas frente a los tradicionales con mandos separados de agua caliente y agua fría (bimandos). El sistema que emplean los monomandos se basa en una serie de piezas de material cerámico con una holgura mínima entre ellas que garantizan la práctica supresión de fugas y goteos. La comodidad de manejo (un mismo mando) permite regular caudal y temperatura, reduciendo el gasto de agua entre un 50 y 60% (Ecodes, 2008)



Figura 6 Grifería monomando lavamanos.

Fuente: Henríquez B, 2009.



Figura 7 Grifería monomando lavaplatos

Fuente: hansgrohe, 2018

Grifería Temporizada o de cierre automático

Las griferías temporizadas, son aquellas que se accionan pulsando un botón y dejan salir el agua durante un tiempo determinado, transcurrido el cual se cierran automáticamente. En edificios públicos, la reducción en el consumo se estima entre un 30 y un 40%. (Ecodes, 2018). La principal ventaja de los grifos temporizados es su cierre automático una vez transcurrido un tiempo establecido.



Figura 8 Grifería temporizada

Fuente: Bojen Note, 2018

Grifos Electrónicos

Los grifos electrónicos con sensor se ponen en marcha cuando acercamos las manos o el cuerpo y se desactivan de forma automática cuando el grifo deja de percibir su presencia. Este tipo de grifería resulta realmente práctica y hace más estético el grifo, además de ayudar al ahorro de agua evitando que los grifos se queden abiertos por descuidos.

Estos grifos electrónicos, además de favorecer el ahorro de agua, sustituyen a la manilla de apertura y cierre manual de los grifos, con lo que adquieren una estética más sencilla y recta, y resultan más sencillos de limpiar. Posee un ahorro entre 40% y 65%, comparado con los grifos tradicionales. Estos grifos se pueden instalar tanto en el lavabo como en el fregadero de la cocina.



Figura 9 Grifería Electrónica

Fuente: Henríquez B, 2009.

Accesorios para la reducción de consumo de agua

Aireadores

Estos dispositivos ahorradores, son pequeños elementos que se pueden incorporar al mecanismo de grifería, de forma que permiten un ahorro importante del consumo de agua. Son dispositivos que mezclan aire con agua, incluso cuando la presión es baja, y las gotas de agua salen en forma de perlas. Evitan la sensación de pérdida de caudal. La ventaja de estos elementos es la sencilla instalación, permite obtener entre un 40% a 60% de ahorro de agua.



Figura 10 Aireadores de grifos

Fuente: Coflex, 2018

Perlizadores

Los perlizadores de agua son accesorios de fácil instalación, en sustitución de los aireadores, que reducen el caudal de agua sin pérdida de confort. Básicamente, evitan que el agua salga en las condiciones de presión que suministra la compañía. Su misión, en definitiva, es ahorrar entre un 40-75% de agua. Funcionan mediante la incorporación de aire al flujo de agua, limitando el caudal, ofreciendo un chorro generoso, muy ligero al tacto, y con una sensación burbujeante.



Figura 11 Perlizadores

Fuente: la tienda del ahorro de agua

Limitadores de caudal

Los limitadores de caudal, reducen la cantidad total de agua que sale del grifo. Dado su diseño, funcionan de una excelente manera. Reducen la sección de paso del agua mediante estrangulamiento o incorporación de filtros. Los limitadores de caudal y otro tipo de limitadores ayudan a conservar el medioambiente y permiten que todos podamos contribuir en esta tarea. Consiguen un ahorro comprobado de entre un 45% y un 65%, dependiendo de la presión de la red.



Figura 12 Limitador de caudal

Fuente: Genebre, 2018

Lavadora industrial de botellas

Lavadora de entrada y salida por dos lados (Lavatec D4/D5)

Esta lavadora, es una maquinaria de bajo consumo de agua y de energía. La Lavatec tiene su utilización ahorradora, ya que consta de una entrada y salida por dos lados (double-end) con bucles verticales y una extracción continua de la suciedad. Esta maquinaria, es capaz de procesar entre 20.000 y 135.000 botellas por hora; es posible reducir el consumo de agua en aproximadamente un 30%.



Figura 13 Lavatec D4/D5

Fuente: Krones, 2018

1.10.2 Estrategias para la reducción de la Huella Hídrica Gris

❖ Técnicas de eliminación de principales contaminantes.

- Eliminación de Sólidos totales en suspensión (SST)

Eliminar los SST de las corrientes de agua residual cuando puedan causar daños o fallos en instalaciones, como abrasión y obstrucciones en bombas y tubos, u obstrucciones o atascos en instalaciones de tratamiento.

A continuación se presentan en la tabla N°1 las distintas técnicas de tratamientos:

Tabla 1 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sólidos en suspensión

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sólidos en suspensión				
	Sedimentación	Flotación por aire	Filtración	Microfiltración / Ultrafiltración
Objetivo	Clarificación del agua de lluvia recogida de sólidos en suspensión. Clarificación del agua de proceso de sólidos en suspensión o flóculos.	Clarificación del agua de proceso cuando la sedimentación no es apropiada.	Etapa de separación final luego de la sedimentación o flotación por aire para conseguir bajas emisiones de partículas.	Clarificación hasta obtener agua residual libre de sólidos para las instalaciones de tratamiento corriente abajo (ej. RO).

Aplicación	Separación de sólidos del agua residual. En principio SST recuperables.	Separación de sólidos no sedimentables y/o aceite / grasa. El material separado puede ser recuperado.	Separación de sólidos de la corriente de agua residual. La recuperación de materia depende del tipo de filtro.	Separación de toda la materia sólida, partículas coloidales, bacterias, virus. Muy adecuada para recuperación de materia.
Eficacia alcanzable,% eliminación de contaminantes	SST 60-90 Sólidos sedimentables 90-95	SST 85-98 Sulfuros de MP: 95 Mayor. estabilidad de tratamiento con fluctuaciones de alimentación.	Depende del medio y de los auxiliares de filtración. SST 50-99,99	SST cerca de 100
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	SST<10	SST 10-20 Aceite 2-10	SST<10 Aceite<5	-----

- Metales pesados

Dado que los metales pesados son elementos químicos que no pueden ser destruidos, su recuperación y reutilización son las únicas formas de evitar su emisión al medio ambiente. Las corrientes de aguas residuales que transportan una carga significativa de metales pesados son las que se originan en procesos de producción en los que se producen o utilizan compuestos de metales pesados, o de procesos de limpieza de equipos utilizados en dicha producción.

A continuación se presentan las técnicas para su tratamiento:

Tabla 2 Técnicas de tratamiento para la remoción de Metales pesados

Técnicas de tratamiento para la remoción de Metales pesados				
	Precipitación / sedimentación o flotación por aire / iónico	Cristalización	filtración Intercambio	Nanofiltración / ósmosis inversa
Objetivo	Transferencia de compuestos de metales pesados disueltos a compuestos insolubles y separación de los mismos de la corriente de agua residual.	Crecimiento de compuestos de metales pesados sobre material de siembra granular en un lecho fluidizado.	Sustitución de los iones de metales pesados en la fase acuosa por otros iones de la resina de intercambio iónico.	Separación de iones de metales pesados por permeación con membrana. Separación de la mayoría de los otros contaminantes.

<p style="text-align: center;">Aplicación</p>	<p>Eliminación de metales pesados de corrientes de aguas residuales, preferiblemente para concentraciones altas. Recuperación posible en principio.</p>	<p>Eliminación de metales pesados de corrientes de aguas residuales produciendo condiciones que permitan su precipitación. La finalidad es su recuperación.</p>	<p>Soluciones que contienen iones de metales pesados con bajas concentraciones de alimentación. Recuperación posible.</p>	<p>Consecución de un alto grado de pureza para reciclar y reutilizar el agua. Aumento de la concentración de los contaminantes para tratamiento ulterior. Recuperación posible.</p>
<p style="text-align: center;">Eficacia alcanzable ,% eliminación de contaminantes</p>	<p style="text-align: center;">-----</p>	<p style="text-align: center;">-----</p>	<p style="text-align: center;">80-99</p>	<p>Hg inorgánico >90(NF) Hg orgánico >90 (NF) Compuestos de Cd >90 (NF) Cerca del 100 % con RO</p>
<p style="text-align: center;">Concentraciones alcanzables [mg/l] SST</p>	<p>Para metales pesados, depende mucho del proceso de producción que los origina.</p>	<p>Zn 1 Ni 1</p>	<p style="text-align: center;">0,1-10</p>	<p>Muy bajas (casi cero) con RO</p>

- Sales y/o ácidos inorgánicos (partículas iónicas)

El contenido de sales y/o ácidos inorgánicos del agua residual, puede influenciar la biosfera de un agua receptora, por ejemplo ríos pequeños sujetos a elevadas cargas de sales, y la operación de los sistemas de alcantarillado, como corrosión de conducciones, válvulas y bombas o funcionamiento incorrecto del tratamiento biológico corriente abajo.

Tabla 3 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sales y/o ácidos inorgánicos

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sales y/o ácidos inorgánicos				
	Evaporación	Intercambio iónico	Ósmosis inversa (RO)	Eliminación biológica de sulfatos
Objetivo	Destilación de agua dejando un concentrado como residuo en el fondo.	Sustitución de cationes por iones H^+ , y de aniones por OH^- , sustituyendo las sales por agua.	Separación de todos los contaminantes del agua mediante permeación con membrana.	Reacción anaeróbica del sulfato a azufre vía sulfuro.
Aplicación	Hacer cristalizar las sales inorgánicas y separarlas del agua residual. Concentrar también otras sustancias no volátiles. En principio es posible la recuperación de sustancias.	Soluciones que contengan sales, también con metales pesados. Recuperación posible.	Consecución de un alto grado de pureza para reciclar y reutilizar el agua. Aumento de la concentración de los contaminantes para tratamiento ulterior. Recuperación posible.	Eliminación de sulfatos de aguas que contengan grandes cantidades. También puede eliminar metales pesados en forma de sulfuros. Recuperación del sulfuro generado.

Eficacia alcanzable	Eliminación completa de sales.	80-99	Cerca del 100 %	sulfatos: 94 zinc: 99,8 cadmio: >99
Concentraciones alcanzables [mg/l]	-----	0,1-10	Muy bajas (casi cero)	sulfatos: 75 zinc:0,05-0,15 cadmio:<0,01

- Sustancias biodegradables

Para la eliminación de sustancias biodegradables del agua de proceso mediante sistemas de tratamiento biológico según se describe en la siguiente Tabla:

Tabla 4 Técnicas de tratamiento para la remoción de Sustancias biodegradables

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sustancias biodegradables					
	Tratamiento biológico anaerobio	Lodo activado (mixto) / biorreactor con membrana	Filtro de goteo / percolación	Lecho expandido	Lecho fijo con biofiltro
Objetivo	Conversión de contenido orgánico por microorganismos y exclusión de aire (oxígeno)	Conversión de contenido orgánico por microorganismos en presencia de oxígeno disuelto, inyectado con aire u oxígeno puro			

Aplicación	Pretratamiento de cargas orgánicas elevadas y corrientes de calidad constante.	Pretratamiento de cargas orgánicas elevadas. Tratamiento final en corrientes tributarias. Utilizado como EDAR central.	Como parte de una EDAR central (primera etapa o pretratamiento) para reducir los contaminantes más fácilmente degradables y mejorar la calidad del lodo.	Pretratamiento de cargas orgánicas elevadas. Tratamiento final de corrientes pequeñas.	Paso de pretratamiento directo o de limpieza tras el proceso con lodo activado en una EDAR central. Buenas condiciones para microorganismos de crecimiento lento.
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	DQO: 75-90 En combinación con t. aerobio DQO: 95-97 DBO: 99-99,8	DBO: 97-99,5 DQO: 76-96 90-96 (membrana) Índice fenólico: >99 total N inorg.: 82 (membrana) NH4-N: 96 (membrana)	BOD: 40-90	BOD: >98 DQO: 90	DQO refractaria: 26- 68 Índice fenólico: 75- 98 AOX: 55-98 total N.inorg.: 4-50
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	-----	SST: 10 (PTAR)	-----	-----	-----

1.11 Antecedentes de la empresa Coca Cola Embonor S.A.

Coca cola Embonor S.A es una embotelladora de la empresa Coca Cola Company. En ella, se elaboran distintos tipos de productos y se distribuyen a diferentes regiones de Chile. Esta empresa, es reconocida por ser líderes en la producción, comercialización y distribución de bebidas analcohólicas y por tener una permanente preocupación por las necesidades de sus consumidores y clientes. En Chile, el gran comienzo de la comercialización de estos productos, fue entre los años 1958 y 1959 cuando se realizaron cambios para la expansión del producto, y para ello se construyeron dos plantas embotelladoras una en Santiago y otra en Viña del mar. Al no poder abastecer todo Chile con sus productos, se inauguraron plantas a los largo del país llegando a toda su extensión.

Para una mejor gestión, Coca-Cola Embonor S.A. se encuentra certificada con distintas normas ISO, que le otorgan reconocimiento y aceptación a nivel internacional, proporcionando una mayor confianza y más posibilidades de ventas.

Estas normas son:

- ❖ Norma ISO 14.001 – Medio Ambiente

Esta norma proporciona un marco destinado a proteger el medio ambiente y responder a las condiciones ambientales en el interior de la empresa, guardando un equilibrio con las necesidades socioeconómicas. Se especifican todos los requisitos para establecer un Sistema de Gestión Ambiental eficiente, que permite a la empresa conseguir los resultados deseados.

- ❖ Norma ISO 9.001 – Calidad

Esta norma, se concentra en la satisfacción del cliente y en la capacidad de proveer productos y servicios que cumplan con las exigencias internas y externas de la organización

- ❖ Norma ISO 22.000 – Inocuidad

Esta Norma Internacional, especifica los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad de los alimentos, que combina distintos elementos claves, para

asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria, hasta el punto de consumo final.

❖ Norma ISO 45001 – Seguridad y Salud Laboral

El Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, debe incluir las actividades, productos y servicios con el control o la influencia de la empresa que pueden tener un impacto en el desempeño de la Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa.



Figura 14: Ubicación Coca Cola Embonor S.A. Concón.

Fuente: Google Earth.

Los principales procesos en la producción en el interior de la planta que consumen agua son los siguientes:

- **Tratamiento de aguas**

Para embotellar bebidas Carbonatadas bajo las normas y exigencias de Coca-Cola Embonor S.A, se hace necesario someter el agua a usar, a una serie de tratamientos tanto

Físicos como Químicos de Barreras múltiples, a partir de suministro de agua desde pozos profundos que cuenta la planta.

- **Preparación de jarabe simple**

Para la preparación de los distintos productos de la empresa, es necesario realizar la reparación de un jarabe que le dará color, sabor y olor al producto deseado. Un primer proceso, es la preparación del jarabe simple, para luego seguir con el siguiente paso donde se termina el jarabe.

- **Preparación de jarabe terminado**

Una vez pasado por el proceso de jarabe simple, es llevado a un estanque disolutor, donde comienzan los últimos procesos para obtener el jarabe terminado.

Una vez obtenido el jarabe terminado, es conducido a cada una de las producciones de bebida, este proceso se realiza a través de cinco líneas diferentes, dependiendo del producto requerido. Para ello, Coca cola Embonor cuenta con:

- **Línea 1 Ref-Pet:** Esta línea está diseñada para el proceso de embotellado de envases retornables.
- **Línea 2 Vidrio Kronen:** Línea para producción exclusivamente para el embotellado de envases de vidrio
- **Línea 3 Pet:** Línea consiste en proceso de soplado y embotellado de envases de Pet no retornables.
- **Línea 4 Agua:** Línea exclusiva para el embotellado de bidones benedictino.
- **Línea 5 one way combi:** Línea de embotellamiento de envases retornables.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La planta Coca-Cola Embonor S.A, es una empresa que cuenta con un Sistema Integrado de Gestión, que apunta a un mejoramiento continuo de la compañía, sin embargo, carece de un control de consumo de agua y procedimientos para cuantificar y medir este recurso a través de indicadores normalizados. La alta Dirección de la Empresa Coca-Cola Embonor S.A. ha definido la necesidad de ocuparse de la sustentabilidad en todos sus procesos.

El presente trabajo, considera proponer un instrumento de gestión basado en la Huella Hídrica como indicador de eficiencia y sustentabilidad, que pueda integrarse al sistema de gestión actualmente implementado, generando un nuevo indicador para la cuantificación del consumo de agua, con el fin de realizar acciones necesarias en su reducción. Para esto se utilizará la Norma Internacional ISO 14046:2015.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General.

Proponer un manual para el cálculo de la Huella Hídrica en los distintos procesos de la empresa Coca-Cola Embonor S.A., para incluirlo en su Sistema Integrado de Gestión y establecer alternativas para la reducción del consumo de agua.

3.2 Objetivos Específicos.

- i. Identificar los requerimientos señalados en la norma ISO 14.046:2015.
- ii. Identificar los procesos productivos críticos que utilizan agua en la elaboración de los productos en el interior de la empresa.
- iii. Elaborar un manual para la reducción de la Huella Hídrica en la empresa Coca-Cola Embonor S.A.
- iv. Aplicar el manual para la reducción de la huella hídrica y recomendar la incorporación de nuevas tecnologías para su reducción.

4. METODOLOGÍA

4.1 Identificación de los requerimientos señalados en la norma ISO 14.046:2015

4.1.1 Establecimiento de los límites y alcances de la evaluación.

Como primer paso para la evaluación de la huella hídrica, se definieron los alcances y límites del sistema a estudiar. Para ello, se estableció de manera exacta lo que se debe incluir y excluir de la evaluación y el periodo de estudio. Un alcance de importancia, es tener en consideración el tipo de huella hídrica a utilizar, ya sea directa e indirecta. Esto se estableció a partir del objetivo del estudio, esto se realizó mediante revisión bibliográfica.

4.1.2 Definición de los tipos de Huella Hídrica.

Mediante la ISO 14.046 y la información recopilada en Water Footprint Assessment Manual, se definió los tipos de huella hídrica a utilizar, ya sea HH azul, verde y/o gris.

4.1.3 Identificación de las Huella Hídricas aplicables al proceso de producción de bebidas.

Se identificaron los procesos donde se realizan los mayores consumos hídricos de la empresa. Se realizó mediante observaciones y la recopilación de información con el personal encargado de realizar los balances de consumo de agua en el interior de la empresa.

Cabe destacar que la medición de la Huella Hídrica, se realizó para el año 2017 completo desde enero a diciembre

4.1.4 Ecuaciones.

Para el cálculo de la huella hídrica en cada proceso de la empresa, se utilizaron las ecuaciones empleadas por el manual Water Foot print Network (WFN).

4.1.5 Sostenibilidad de la Huella Hídrica.

La evaluación de la Sostenibilidad de la Huella Hídrica, se realizó a nivel de empresa en cuanto a sus consumos de agua y disponibilidad de agua en pozos.

4.2 Verificación de los procesos productivos que utilizan agua en la elaboración de los productos en el interior de la empresa.

4.2.1 Identificación procesos productivos en el interior de Coca Cola Embonor S.A.

Para la verificación de los procesos, se identificaron y cuantificaron todas las entradas y salidas relevantes del sistema, que puedan contribuir de manera significativas al consumo de agua. Para esto, se recopiló información desde el Sistema de Gestión Integrado de la empresa. En la información recolectada, se consideraron ítems tales como entradas y salidas directas de agua (cantidad y calidad de agua extraída y descargada, fuente de extracción y cuerpo receptor de descarga), entradas de materias primas y salidas de productos y contaminantes.

4.2.2 Selección de procesos productivos con utilización de agua.

Una vez identificados los procesos, se realizó una “planilla de levantamiento de información”, para ir agregando de manera ordenada y clara la información. Para esto, se realizó visitas técnicas a la planta, que permitieron observar y verificar los procesos productivos, efectuando un trabajo en conjunto con el personal de la planta a cargo de cada uno de los procesos. La plantilla de levantamiento de información, se ordenó teniendo en cuenta el consumo de agua que genera cada proceso ordenado de mayor a menor importancia.

Tabla 5: Plantilla de levantamiento de información.

PLANTILLA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN			
PROCESO PRODUCTIVO	CANTIDAD	UNIDAD	ÁREA RESPONSABLE

4.2.3 Establecimiento de factibilidad y selección de las mejores tecnologías que existes para la reducción del consumo de agua.

Mediante la recopilación de bibliografía, se realizó una tabla comparativa de distintas tecnologías y sus eficiencias en porcentajes para la obtención del mejor método, que ayudó a la disminución de consumo de agua en la empresa. Para la selección de la mejor tecnología, se tomó en cuenta según el costo y eficiencia de cada una de ellas para los procesos productivos anteriormente identificados y seleccionados.

La tabla de información se presenta a continuación:

Tabla 6: Tecnologías de bajo consumo de agua.

TECNOLOGÍA	AHORRO EN CONSUMO DE AGUA (%)	INSTALACIÓN	MANTENCIÓN

4.2.4 Cronograma de implementación para diferentes tecnologías por procesos.

Una vez obtenida la mejor tecnología, se realizó un cronograma para implementar de manera secuencial cada una de ellas, controlando el avance, y con el fin de reajustar continuamente lo necesario para gestionar los recursos y costos de esta implementación.

Tabla 7: Cronograma de implementación de tecnologías.

	Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre				Enero			
Semanas(s)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Actividad	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

4.3 Creación del manual para la reducción de la Huella Hídrica en la empresa Coca-Cola Embonor S.A.

4.3.1 Selección del tipo de manual a utilizar.

En la elaboración del manual que se incluyó en el Sistema de Gestión Integrado de la empresa, se utilizó el manual de huella hídrica bajo la normativa ISO 14.046:2015. El manual, contiene los procedimientos para la evaluación de las Huellas Hídricas en cada proceso de producción.

4.3.2 Diseño del manual.

En el Anexo 1 se muestra la estructura del manual, el cual contiene los procedimientos correspondientes, siguiendo la estructura propuesta en Sistema de Gestión Integrado de la empresa en cuestión.

4.4 Verificación de la aplicabilidad del manual para la reducción de la huella hídrica y a la vez recomendar la incorporación de nuevas tecnologías para su reducción.

De acuerdo a la metodología propuesta por el manual, se realizaron las siguientes actividades al momento de la aplicación de este:

4.4.1 Realización de procedimiento.

Para conocer la aplicabilidad del manual en una primera instancia, se calculó la Huella Hídrica a través del manual creado en el objetivo específico 3, donde se debió apuntar todos los datos, actividades, normativas, consumos, entre otros, necesarios para el desarrollo de este.

4.4.2 Elección de personal para realizar el procedimiento.

Se eligió, por recomendación de la encargada de Medioambiente de Coca Cola Embonor S.A., al personal encargado de realizar el procedimiento, al cual se le actualizó el perfil de cargo y eventualmente se capacitó para el buen uso del manual.

Los requisitos que se consideraron son los siguientes:

- a) Personal que pertenezca a la empresa Coca Cola Embonor S.A.
- b) Persona que tenga más de 5 años dentro de la empresa.

4.4.3 Confirmación de la aplicabilidad del manual para la reducción de la HH en la empresa.

Para aplicar el manual creado se realizaron las siguientes actividades:

- a) Revisar el Manual para la reducción de la Huella hídrica, creado en conjunto con el encargado de Medioambiente y personal seleccionado para ser validado por la empresa.
- b) Solicitar a la encargada de Medioambiente los datos requeridos para el cálculo de la huella hídrica de la empresa.
- c) Se calculó la huella hídrica con tecnologías propuestas para confirmar su aplicabilidad.

5. RESULTADOS

5.1 Requerimientos señalados en la norma ISO 14.046:2015

Para el desarrollo de la evaluación de la huella hídrica de acuerdo con la norma ISO 14.046:2015, se debe incluir cuatro fases importantes:

- a) Definición del objetivo y alcance.
- b) Análisis del Inventario de la huella de agua.
- c) Evaluación del impacto de la huella de agua.
- d) Interpretación de los resultados.

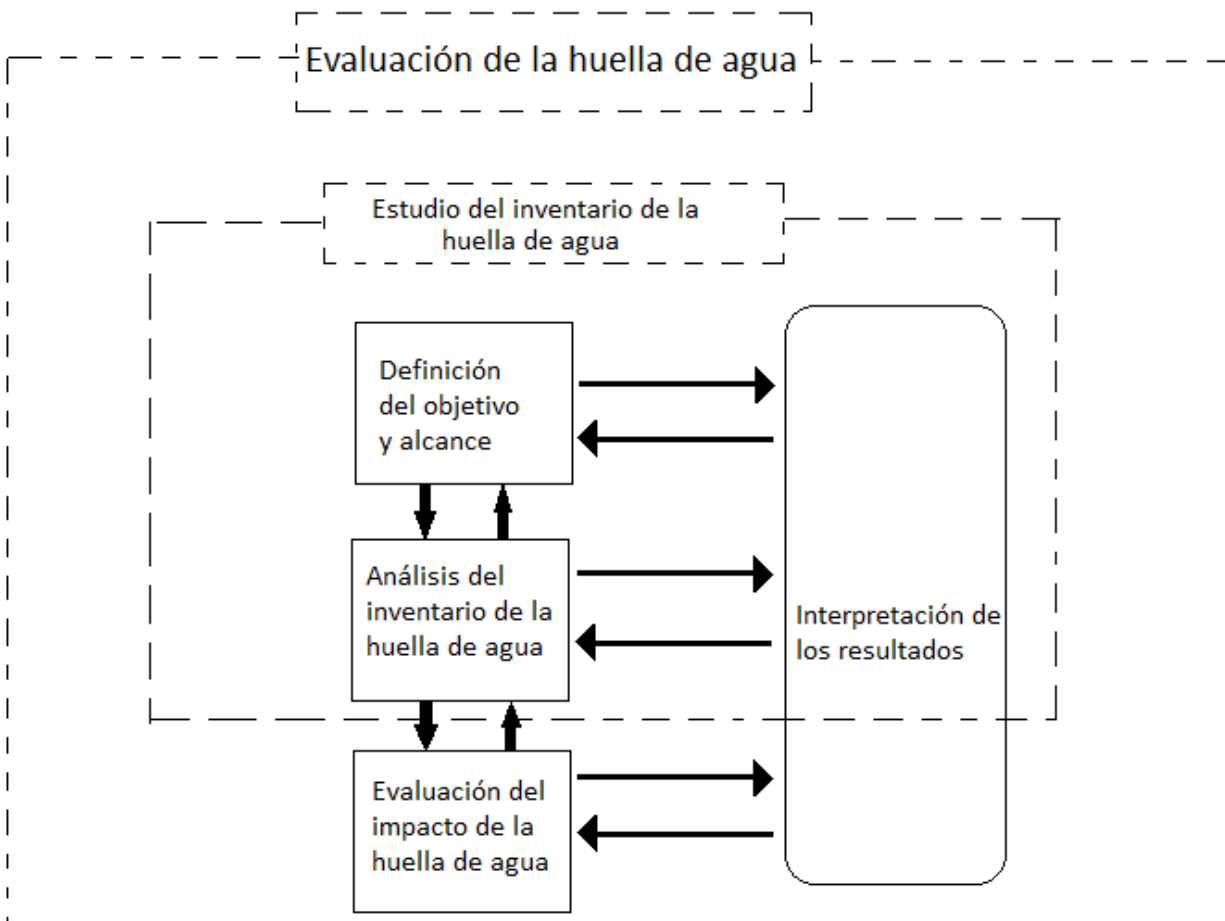


Figura 15: Fases de la evaluación de la huella de agua

Para el proceso de la evaluación de la huella hídrica, inicialmente se requiere definir el objetivo del estudio, que dependerá de las razones que tenga la organización para llevarla a cabo, el alcance y por consiguiente los límites de la evaluación.

Para una segunda instancia, se efectúa el análisis de la huella de agua, en esta etapa se recolecta la información necesaria para realizar la cuantificación a través de la metodología de cálculos.

Para la evaluación del impacto de la huella de agua, se llevan a cabo diferentes requisitos y directrices que proporciona la norma para conocer los impactos potenciales relacionados con el agua.

Finalmente, una vez obtenida cada una de las etapas mencionadas anteriormente, se realizan las opciones de estrategias para gestionar cada uno de los procesos que contribuyen de manera significativa en la huella de agua para la empresa Coca Cola Embonor S.A.

5.1.1 Definición del objetivo y alcance.

Para realizar el cálculo y la evaluación de la huella de agua, se debe detallar de manera clara y sin ambigüedades, el objetivo del estudio, el cual es una evaluación única que forma parte de un análisis del ciclo de vida.

En cuanto al alcance, este debe ser coherente con el objetivo del estudio , permitiendo especificar qué datos se incluyen y cuáles se excluyen, por lo que es muy importante documentar de manera clara los límites del sistema para la evaluación y cálculo de la huella de agua.

Existen dos grandes grupos de alcance para la realización del cálculo de la huella:

1. Huella hídrica indirecta: Es el volumen del agua dulce, consumida o contaminada, para producir todos los bienes y servicios que forman los componentes de producción de la empresa.

2. Huella hídrica directa: Es el volumen del agua dulce consumida o contaminada por sus propias operaciones

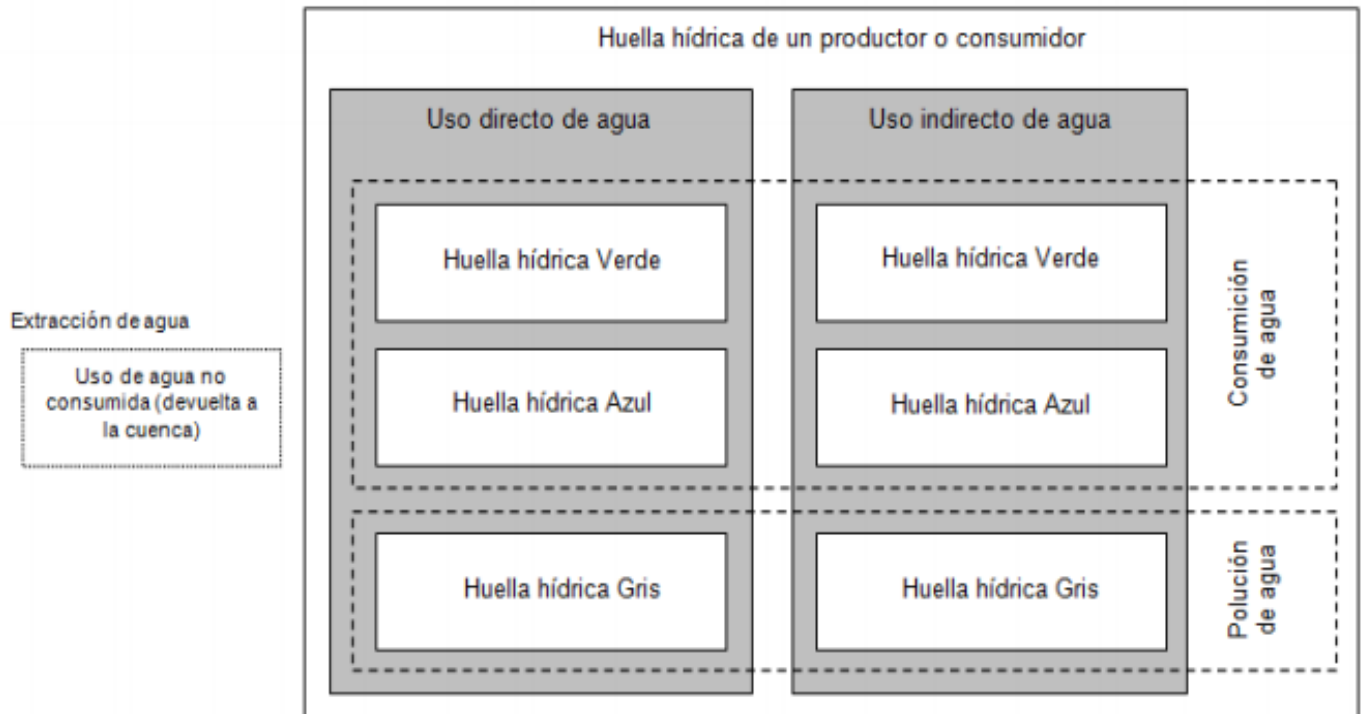


Figura 16: Representación esquemática de los componentes de la Huella Hídrica.

Fuente: Hoekstra, et al., (2011).

En el estudio de la huella hídrica directa en la empresa Coca Cola Embonor S.A., se incluyeron consumos de agua y efluentes que ocurren en cada proceso unitario de las líneas de producción, hasta llegar al producto embotellado, incluyendo el casino de la empresa.

En caso de que se desee integrar otros consumos de agua, como el asociado al transporte de materia prima, químicos o algún otro insumo que llegue desde afuera de la planta, se debe ampliar el alcance a huella hídrica indirecta.

Límites del sistema.

En esta etapa se consideran los límites del sistema, los cuales según la Norma ISO 14046:2015, determinan qué procesos unitarios se deben incluir dentro de la evaluación de la huella de agua.

En cuanto a la contextualización del estudio, la Planta de Coca Cola Embonor S.A. se encuentra ubicado en Camino internacional #13255 Concón (Ver Figura 4.), la cual consta de distintas áreas para la producción y procesamiento de diferentes productos.

En la figura 7, se observan los límites establecidos para la evaluación según el alcance directo, las huellas hídricas asociadas, a insumos, transporte, energía, entre otros, no se tomarán en cuenta para desarrollar la evaluación, mientras que si el alcance es Indirecto, estos componentes se deben considerar.

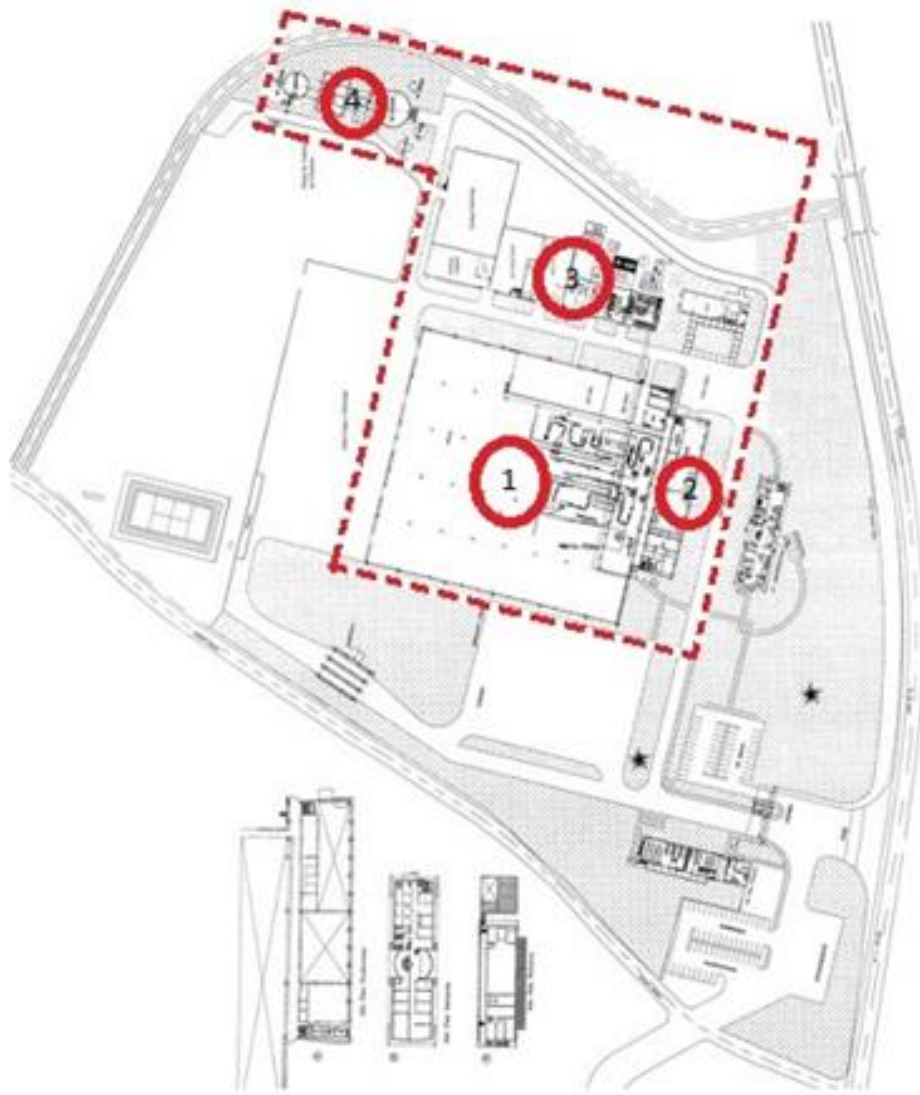


Figura 17 Planta emplazamiento Coca Cola Embonor S.A.

Fuente: Coca cola Embonor S.A

El área demarcada con color rojo será el límite de la evaluación, donde se encuentran:

1. Líneas de producción
2. Sala de jarabe
3. Tratamiento de agua potable y casino
4. Tratamiento de aguas residuales

Para las líneas de producción, se tomaron en consideración solo tres de las cinco líneas en funcionamiento, ya que la empresa no cuenta con información suficiente para el estudio de huella hídrica para las demás líneas.

5.1.2 Contabilidad de la huella hídrica directa

La Huella Hídrica de un proceso, se expresa en volumen de agua por unidad de tiempo y dependiendo del nivel de detalle de la evaluación, el tiempo estará definido por día, mes o año (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2009).

La huella hídrica total del sistema corresponde a la suma de las tres huellas; Huella verde, Huella azul y Huella gris como se muestra a continuación:

$$\text{Huella Hídrica Total} = \text{HHazul} + \text{HHverde} + \text{HHgris}$$

Ecuación 1: Huella Hídrica Total.

A continuación se describen las metodologías de cálculo de cada una de las Huellas Hídricas:

5.1.2.1 Huella Hídrica azul

La Huella hídrica azul, es un indicador de uso consuntivo de agua fresca, proveniente de fuentes superficiales o subterráneas. El término “uso consuntivo” del agua no se refiere a que el agua desaparece, ya que, este curso siempre se mantendrá dentro del ciclo del agua, si no que apunta a que el recurso no está disponible para su uso.

El agua que está en los ríos y acuíferos, se puede utilizar para riego o para fines industriales o domésticos, pero este consumo está limitado por la disponibilidad del recurso en un cierto periodo de tiempo. Es por esto, que la huella hídrica azul, mide la cantidad de agua disponible que se consume en un tiempo dado, en otras palabras, que no se devuelve dentro de la misma cuenca de captación. De esta manera, se proporciona una medida de la cantidad de agua disponible azul consumida por los seres humanos. Para el cálculo de esta huella en un proceso, se realiza de la siguiente manera:

$$HH_{Azul} = \text{Agua azul evaporada} + \text{Agua azul incorporada} + \text{agua azul de retorno} \left(\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \right)$$

Ecuación 2 Ecuación de Huella hídrica azul

Para la obtención de esta Huella, es necesario conocer cada uno de los términos que la componen:

- **Agua Azul incorporada**

El agua azul incorporada, mide la cantidad de agua superficial o subterránea disponible que es consumida en un determinado período y que es ingresado al proceso. En el caso de estudio, la cantidad de agua que se consume mensualmente en metros cúbicos para cada uno de los procesos.

La empresa utiliza aguas subterráneas para la elaboración de sus distintos productos y abastecimiento de sus áreas. Esta agua es obtenida a través de dos pozos los cuales son medidos mensualmente.

- **Agua Azul evaporada**

El agua evaporada corresponde a toda el agua azul almacenada, transportada, procesada, colectada y depositada que pueda sufrir evaporación. La primera componente de ésta es una de la más importante dentro de la Huella Hídrica azul; es de tal importancia, que los otros tres componentes se deben considerar solo cuando sea pertinente.

- **Agua Azul de retorno**

El último componente es el agua de retorno. Se refiere a la parte del flujo que no está disponible para su reutilización dentro de la misma cuenca y del mismo período de retiro, ya sea porque se devuelve a otra cuenca (o se descarga en el mar) o porque se devuelve en otro periodo de tiempo.

Para el caso en estudio, una vez que el agua ingresa a la planta de tratamiento de residuo, es descargada por el alcantarillado y finalmente dispuesto a la empresa ESVAL.

5.1.2.2 Huella Hídrica verde

La Huella Hídrica Verde, consiste en el volumen total de agua que proviene de las precipitaciones y que cae directamente sobre plantas y suelo, para posteriormente evapotranspirarse, más el agua en forma de lluvia que está incorporada en el cultivo o madera cosechada. Para que esta huella sea considerada en la evaluación, es necesario que las plantas donde ocurre la evapotranspiración del agua, sean parte de los insumos o procesos necesarios para la producción del bien estudiado (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2009). Desde dicha perspectiva, resulta particularmente relevante la contribución de la Huella Hídrica Verde para la producción agrícola, ganadera y forestal. La Huella Hídrica verde se cuantifica a través de la siguiente fórmula:

$$HH \text{ verde} = \text{Agua verde evaporada} + \text{Agua verde incorporada} \left(\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \right)$$

Ecuación 3: Cálculo de la Huella Hídrica verde directa.

Como se dijo anteriormente, para que el agua que se evapotranspira contribuya al proceso en estudio, es necesario que las plantas, de donde es evapotranspirada el agua, sea parte de los insumos o procesos necesarios para la producción del bien estudiado o servicio entregado. Es por tal razón, que la huella hídrica en cuestión, se considera nulo para este caso ya que para el caso en estudio las áreas verdes no contribuyen al proceso de elaboración de bebidas.

5.1.2.3 Huella Hídrica Gris.

La huella hídrica gris indica el grado de contaminación de agua dulce en un determinado proceso.

Se define como el volumen de agua dulce que es necesario para diluir un contaminante específico, de forma que éste no altere la calidad de agua y que no se sobrepasen las concentraciones máximas permisibles o aceptables según la norma vigente en determinada cuenca.

La huella hídrica gris se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Huella Hídrica Gris} = \frac{(\text{Vol ef} * \text{Cef}) - (\text{Vol ef} - \text{Cobj})}{\text{Cobj} - \text{Cnat}}$$

Ecuación 4 Cálculo de Huella Hídrica Gris

Dónde:

- Vol ef: Volumen del efluente
- Cef: Concentración en el efluente
- Cobj: Concentración máxima del parámetro medido en el cuerpo receptor según la normativa ambiental
- Cnat: Concentración natural libre de impactos antropogénicos

Para aplicar el cálculo de la HH Gris, se debe tener en cuenta la Normativa de Calidad Ambiental Secundaria, identificando concentraciones máximas permitidas para cada contaminante, que se encuentra presente en el efluente de la planta de tratamiento de la empresa.

Para realizar el cálculo de la huella hídrica, se deben considerar las Normas de Emisión vigentes, las cuales establecen la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a los sistemas de alcantarillado, correspondiente al Decreto Supremo 609 dictada el año 1998. Esto tiene como objetivo, mejorar la calidad ambiental de las aguas servidas que los servicios públicos vierten a los cuerpos de agua terrestres o marítimos, mediante el control de los contaminantes líquidos de origen industrial, que se descargan en los alcantarillados. Así se logra que los servicios públicos de disposición de aguas servidas, dispongan aguas residuales con un bajo nivel de contaminación, protegiendo así los cuerpos de agua receptores.

Según tabla N°4 del DS 609/1998, se identifican los límites máximos permitidos para las descargas de residuos industriales líquidos a las redes de alcantarillado de los servicios públicos de recolección de aguas servidas, que corresponderán al valor promedio diario de la concentración del correspondiente contaminante o de la característica del efluente, según sea el caso, con excepción del pH y Temperatura, cuyos límites se refieren a valores instantáneos.

Tabla 8 Límites máximos permitidos para descargas de efluentes que se efectúen a redes de alcantarillado.

PARÁMETROS	UNIDAD	EXPRESIÓN	LIMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	150
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0,5
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0,5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Hidrocarburos totales	mg/L	HC	20
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0,02
Níquel	mg/L	Ni	4
Ph	Unidad	PH	5,5-9,0
Plomo	mg/L	Pb	1
Poder espumógeno	mg/L	PE	7
Sólidos Sedimentables	mg/L 1 h	S.D.	20
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Temperatura	°C	T °	35
Zinc	mg/L	Zn	5
DBO5	mg/L	DBO5	300
Fósforo	mg/L	P	10-15
Nitrógeno amoniacal	mg/L	NH ⁴⁺	80
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S.S.	300

Coca Cola Embonor, consta de estrictas políticas, requisitos y especificaciones de fabricación y distribución de productos, que se gestionan a través de un programa integrado de gestión de calidad denominado “Requisitos de Operación de Coca-Cola” (KORE). Este programa, mantiene todas las operaciones del sistema con los mismos estándares para la producción y distribución de las bebidas, promoviendo los más altos estándares en seguridad y calidad de los productos y estándares ambientales en todo el sistema de Coca Cola. Es por ello que Coca Cola se mantiene al día con las nuevas regulaciones, las mejores prácticas de la industria y las condiciones del mercado, reevaluando constantemente la relevancia de los requisitos y directrices, no solo en la fabricación, sino en toda la cadena de suministros y en las distintas plantas de Coca Cola a nivel internacional.

La calidad y seguridad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales de Coca Cola Embonor S.A. Concón se encuentran en la tabla N°9, donde se visualizan los requerimientos para cada una de las sustancias químicas que contienen los RILES de la empresa.

Tabla 9 Requerimientos KORE

PLANTA: Coca Cola Embonor Concón			
PARÁMETROS	Especificación TCCC 1	Especificación TCCC 2	Especificación legal
Aluminio	<1.5	<0.1	10
Amoníaco	-	<2	-
BOD5	<50	<50	300
Cadmio	<0.02	<0.02	0,5
1-COD Entrada	90 % de remoción (entre COD ent y sal)		-
2-COD Salida			-
Cloro residual o libre	<0.1	<0.1	-
Cromo hexavalente y trivalente	<2.0	<0.1	0,5
Color	100	100	-
Hierro	<1.0	<0.1	-
Plomo	<1.0	<0.1	1
Nitrógeno Total	<5	<5	-

Grasa y Aceite	<10	<10	<150
pH	6,0-9,0	6,5-8,0	5,5-9,0
Fósforo	<2	<2	<10
Sólidos Total disuelto	<2000	<2000	-
Sólidos totales en Suspensión	<50	<50	300
Sulfatos	<250	<250	1000
Surfactantes (LAS)	<0.5	<0.5	-
Variación de Temp.vs. ambiente	<5	<5	-
Manganeso	-	-	4
Nitrógeno amoniacal	-	-	80
Poder espumógeno	-	-	7
Temperatura	-	-	35

5.1.3 Sostenibilidad de la Huella Hídrica

El análisis de sostenibilidad, es realizado para la HH Azul y la HH Gris. La WFN, realiza el análisis de la sostenibilidad de la HH Verde, en base a la cantidad de lluvia que cae y los cultivos cuantificados en la evaluación. Esta evaluación no realiza esta huella, porque la HH Verde cuantificada corresponde a espacios de recreación y ornamento urbano, por lo que su análisis no es significativo, a diferencia del resto de los procesos que ocurren en el interior de la empresa.

5.1.3.1 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA AZUL

Su sostenibilidad, es cuantificada comparando la disponibilidad de agua azul mensual (agua disponible real) de los pozos, de los que se extrae agua para el uso y consumo en la empresa. Para determinar la escasez de agua y la sostenibilidad de agua, se debe dividir la HH Azul cuantificada de la empresa, por el volumen de agua disponible real (agua azul). Si la división es menor a 1, entonces se puede concluir que el impacto ambiental en cuanto al consumo de agua, no existe o no es significativo. Cuanto mayor sea a 1, la situación es peor, como se puede ver en la siguiente tabla:

$$\text{Sostenibilidad HH Azul} = \frac{\Sigma \text{HH Azul}}{\text{Disponibilidad Natural}}$$

Ecuación 5 Sostenibilidad de HH azul

Tabla 10 Rango de evaluación de impactos.

Sostenibilidad de la HH azul	Nivel de impacto
> 4	Alto
1,5-2,0	Medio
1,0-1,5	Moderado
< 1	Significativo

5.1.3.2 ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD HUELLA HÍDRICA GRIS

La sostenibilidad de la Huella Hídrica Gris, se cuantifica con el volumen de agua natural y la HH Gris total de la empresa; este valor se denomina índice de contaminación hídrica. Cuando el nivel de contaminación del agua supera el 100%, quiere decir que las normas de calidad del agua son infringidas.

$$\text{Índice de contaminación hídrica} = \frac{\Sigma HH \text{ Gris}}{\text{Disponibilidad real de agua en la cuenca}} * 100\%$$

Ecuación 6 Índice de contaminación.

5.2 Verificación de los procesos productivos que utilizan agua en la elaboración de los productos en el interior de la empresa.

Coca Cola Embonor S.A., cuenta con diferentes áreas en su interior para la elaboración de sus diferentes productos, dividiendo a la empresa en áreas administrativas y de producción. Se observan a continuación en la tabla N°11 y 12.

Tabla 11 Áreas de producción de la empresa

N°	AREA	PROCESO
1	PRODUCCIÓN	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA
2	PRODUCCIÓN	SALA DE AZÚCAR
3	PRODUCCIÓN	SALA DE JARABE
4	PRODUCCIÓN	LÍNEA SIDEL (L1)
5	PRODUCCIÓN	LÍNEA HK (L2)
6	PRODUCCIÓN	LÍNEA OW (L3)
7	PRODUCCIÓN	LÍNEA BENEDICTINO (L4)
8	PRODUCCIÓN	LÍNEA SIDEL COMBI (L5)
9	PRODUCCIÓN	SALA DE LLENADO BAG IN BOX (BIB)
10	PRODUCCIÓN	LÍNEA DE SOPLADO
11	PRODUCCIÓN	LABORATORIO DE CALIDAD
12	PRODUCCIÓN	LABORATORIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL
13	PRODUCCIÓN	LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA
14	PRODUCCIÓN	LABORATORIO DE SOPLADO
15	PRODUCCIÓN	BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO
16	PRODUCCIÓN	BODEGA DE SUSPEL
17	PRODUCCIÓN	BODEGA DE RECICLABLES
18	PRODUCCIÓN	BODEGA DE RESPEL
19	PRODUCCIÓN	DERRAME DE PRODUCTO
20	PRODUCCIÓN	PLANTA TRATAMIENTO DE EFLUENTES
21	PRODUCCIÓN	SALA DE CALDERAS
22	PRODUCCIÓN	GRUPO ELECTRÓGENO

23	PRODUCCIÓN	SALAS DE COMPRESORES DE AMONIACO
24	PRODUCCIÓN	SALAS DE COMPRESORES DE AIRE
25	PRODUCCIÓN	RESIDUOS DOMICILIARIOS
26	PRODUCCIÓN	TRASVASIJE
27	PRODUCCIÓN	ROTURA DE VIDRIO
28	PRODUCCIÓN	REVERSA
29	PRODUCCIÓN	MULTIEMPAQUE
30	PRODUCCIÓN	ORDENAMIENTO
31	PRODUCCIÓN	CUADRATURA DE PALLETS

Tabla 12 Áreas de administración de la empresa

N°	ÁREA	PROCESO
1	DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA	SUCURSAL CONCÓN
2	DISTRIBUCIÓN Y LOGÍSTICA	DISTRIBUCIÓN PRODUCTO
3	ADMINISTRACIÓN	BODEGA GENERAL
4	MARKETING	BODEGA DE MARKETING
5	RRHH	POLICLÍNICO
6	RRHH	CASINO
7	RRHH	SERVICIOS HIGIÉNICOS
8	RRHH	ASEO
9	RRHH	JARDINES

Para el siguiente estudio se utilizaron las áreas de producción con mayor consumo de agua dentro de la empresa, por lo que se seleccionaron las siguientes áreas:

- ❖ Líneas de producción:
 - Línea Sidel
 - Línea Krones
 - Línea Pet.
- ❖ Sala de jarabe
- ❖ Casino
- ❖ Tratamientos de agua potable y aguas residuales

Para cada una de estas áreas, se realizó un análisis del ciclo de vida, donde esta herramienta es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto, compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema.

A continuación, se exponen los principales procesos donde se utiliza agua en la planta Coca Cola para la elaboración de sus diferentes productos y sus respectivos diagramas.

1. Diagrama de flujo para Línea Sidel (1)

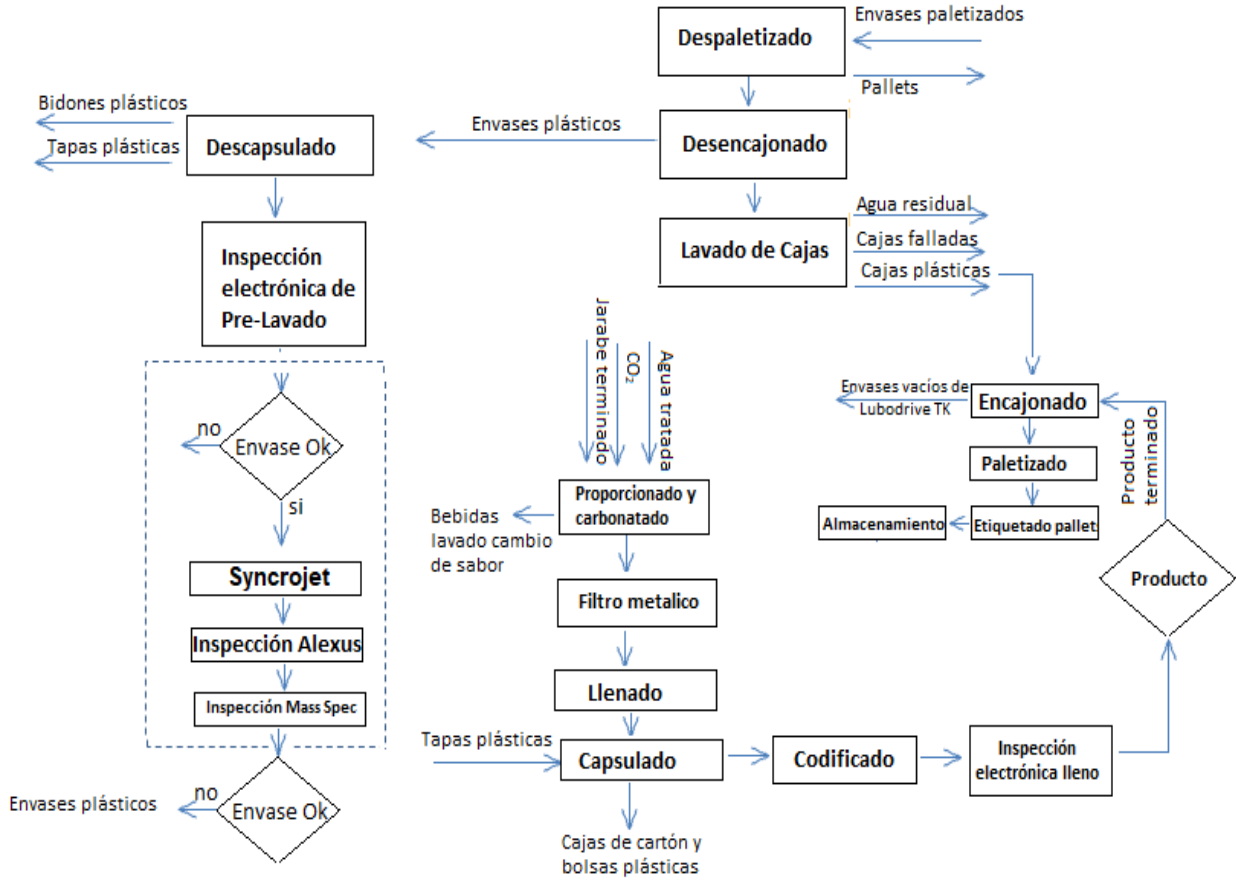


Figura 18 Diagrama de flujo para Línea Sidel (1)
Fuente: Coca Cola Embonor S.A

El proceso de embotellado de envases retornables consiste en:

Despaletizado: Los pallets de cajas plásticas con botellas que llegan a la planta, son ingresados a una despaletizadora, donde se retira el pallet de madera para su reutilización en el paletizado. Las cajas plásticas, son depositadas en una cadena transportadora hacia la descajonadora.



Figura 19 Flujo de caja para Despaletizado
Fuente: Elaboración propia.

Descajonado: Las botellas son sacadas de las cajas para que entren a proceso y son depositadas en una cinta transportadora hacia el proceso de descapsulado.

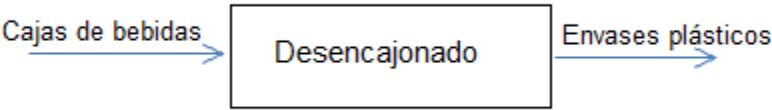


Figura 20 Flujo de caja para el proceso de Descajonado
Fuente: Elaboración propia.

Descapsulado: Posteriormente, pasan por un descapsulador, donde se retiran todas las tapas de las botellas que retornan del Mercado.

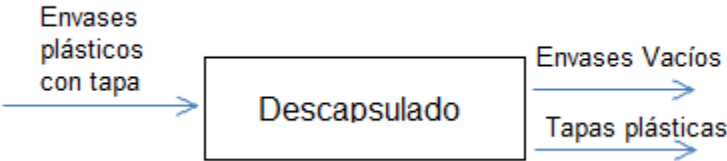


Figura 21 Flujo de caja para el proceso de Descapsulado.
Fuente: Elaboración propia.

Lavado de Cajas: Las cajas plásticas vacías, son transportadas hasta una etapa anexa de limpieza, la cual tiene como objetivo eliminar la suciedad gruesa adherida, mediante chorros de enjuague con baja concentración caustica, la cajas lavadas retornan al flujo del proceso en la etapa de encajonado.

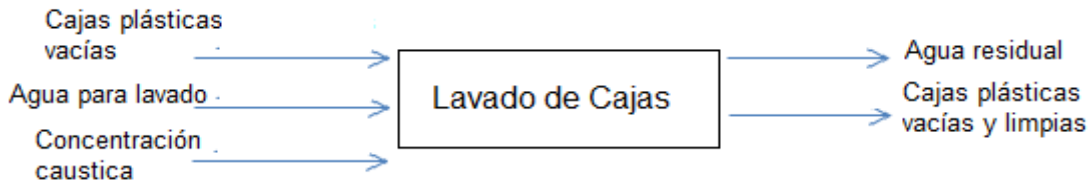


Figura 22 Flujo de caja para el proceso de Lavado de Cajas

Fuente: Elaboración propia.

Inspección electrónica de Pre-Lavado: Este proceso, se realiza mediante una serie de inspecciones electrónicas, que permiten rechazar desde la línea los envases contaminados con compuestos químicos como Hidrocarburos y amoniacales, esta etapa está compuesta por:

- **Pre inspector de botellas sucias:** un Inspector electrónico retira todo el envase que no cumpla con las normas establecidas, botellas de otras marcas, otros formatos, líquidos de otros colores, muy sucias, y botellas irrecuperables en el proceso de lavado, se facilita así la labor de las otras estaciones de inspección.

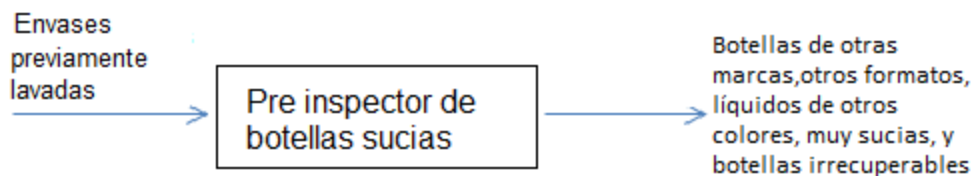


Figura 23 Flujo de caja para el proceso de Pre inspector de botellas sucias

Fuente: Elaboración propia.

- **Syncrojet:** Acondiciona las botellas, agregando una solución Carbonato de Sodio a cada una de ellas. Hace resaltar los contaminantes de composición amoniacal que pueden traer los envases y así ser detectado con más facilidad por el ALEXUS.



Figura 24 Flujo de caja para el proceso de Syncrojet.

Fuente: Elaboración propia.

- **Inspección Alexis:** A continuación, pasan a través de un equipo denominado Alexis, el cual “olfatea” las botellas, es decir, toma una muestra del aire que está en el interior del envase y verifica si éste contiene algún hidrocarburo como parafina o bencina, y sustancias amoniacales. Si la inspección es positiva, la botella es automáticamente rechazada por la máquina y se elimina de la partida.

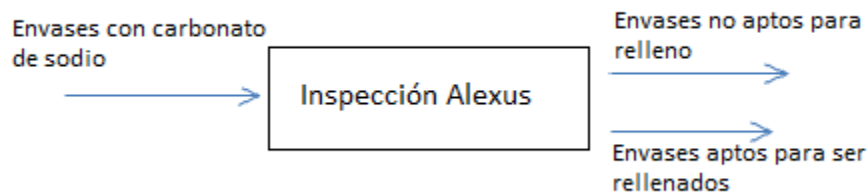


Figura 25 Flujo de caja para el proceso de Inspección Alexis

Fuente: Elaboración propia.

Lavado de Envases: Las botellas ingresan a la siguiente etapa de lavado en la lavadora de botellas, la cual mediante chorros de pre-lavado, elimina la suciedad gruesa. A continuación, ingresan a dos estanques que contienen solución cáustica y aditivos a una temperatura definida para el lavado. En su paso por los estanques, las botellas se sumergen y se llenan de la solución detergente, después quedan en posición invertida donde reciben chorros de Soda (acción mecánica) en su interior que aseguran una mayor limpieza. Una vez terminado el lavado cáustico, se inicia el proceso de enjuague, en donde los envases se sumergen en un estanque de pre-enjuague con agua blanda. Posteriormente, son sometidos a varios chorros pre-enjuague y de enjuague final, con agua clorada a una concentración de 1 a 3 partes por millón, tanto en el interior como en el exterior del envase, de manera que el proceso de lavado asegure una botella limpia y estéril.

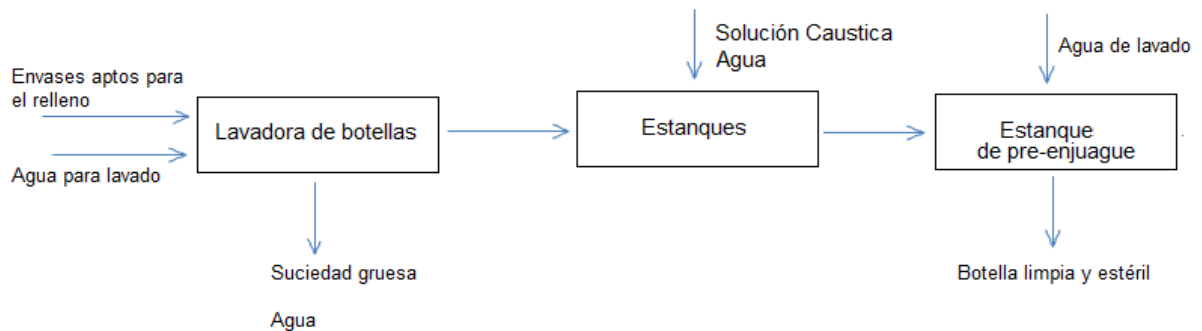


Figura 26 Flujo de caja para el proceso de Lavado de cajas.

Fuente: Elaboración propia.

Inspección post lavado: permite eliminar botellas defectuosas o aquellas que presenten elementos extraños o suciedad que no haya sido capaz de ser removida por el proceso de lavado:

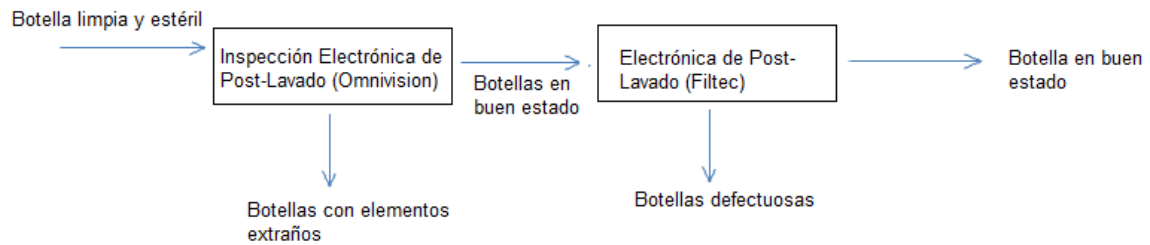


Figura 27 Flujo de caja para el proceso de Inspección post lavado

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación de Envases: El envase rechazado de todas las etapas, se revisa para decidir su destrucción o retorno al lavado.

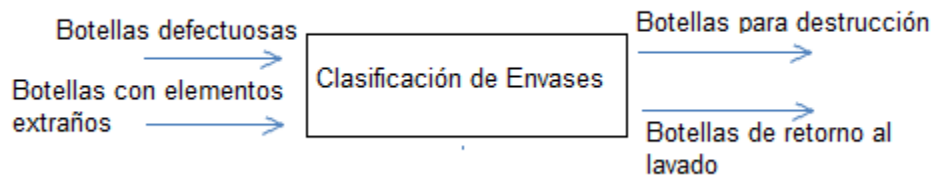


Figura 28 Flujo de caja para el proceso de Clasificación de Envases

Fuente: Elaboración propia.

Proporcionado y Carbonatado: Esta etapa del proceso se lleva a cabo en el Mixer. Está compuesto por un dosificador, que es el encargado de mezclar en proporciones volumétricas el jarabe terminado y el agua tratada, para producir la bebida terminada. Luego pasa a la unidad de frío de este equipo, donde se adiciona el gas carbónico, quedando la bebida lista para ser embotellada. Previo al envío de la bebida a la llenadora, esta pasa por un filtro metálico para la retención de cualquier partícula sólida.

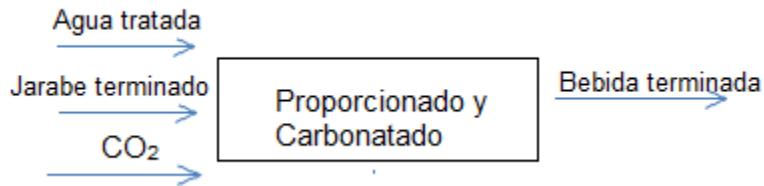


Figura 29 Flujo de caja para el proceso de Proporciónado y Carbonatado.

Fuente: Elaboración propia.

Llenado y Capsulado: La operación de llenado, se lleva a cabo en una máquina llamada Llenadora, que contiene el Líquido a llenar y una serie de válvulas volumétricas, que son las encargadas de colocar la cantidad exacta de bebida en las botellas, siendo inmediatamente tapadas en otra de las partes de la máquina llamada Capsuladora.

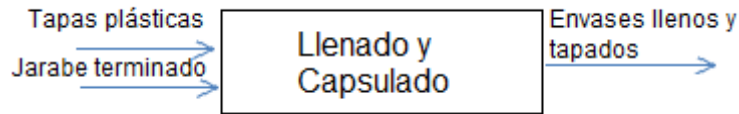


Figura 30 Flujo de caja para el proceso de Llenado y Capsulado

Fuente: Elaboración propia.

Codificado: Una vez que se ha llenado el envase, éste es codificado en forma automática con la fecha y hora de elaboración; la identificación de la Planta y la Línea de Producción.

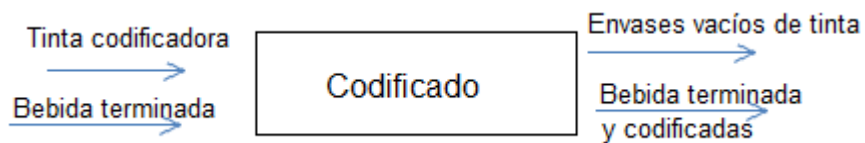


Figura 31 Flujo de caja para el proceso de Codificado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección Electrónica de Lleno: Inmediatamente son inspeccionadas para verificar; la altura de llenado; buena aplicación de la tapa y codificación legible.

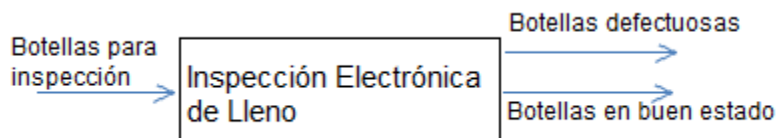


Figura 32 Flujo de caja para el proceso de Inspección electrónica de llenado

Fuente: Elaboración propia.

Encajonado: En esta operación, las botellas son puestas dentro de las cajas plásticas vacías limpias por medio de la máquina Encajonadora, luego las cajas con botellas son transportadas al proceso de paletizado.

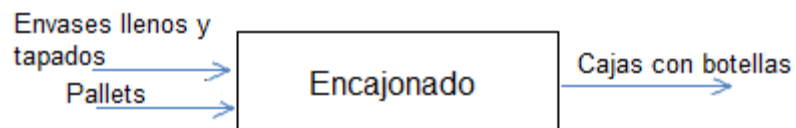


Figura 33 Flujo de caja para el proceso de Encajonado

Fuente: Elaboración propia.

Paletizado: En esta etapa, las cajas plásticas con botellas llenas son tomadas por el brazo robótico de la Paletizadora y depositados sobre los pallets provenientes del despaletizado.

Almacenamiento de Producto: Finalmente el producto es aperchado en una zona específica cubierta y debidamente protegida.

2. Diagramas de flujo Línea Krones (2)

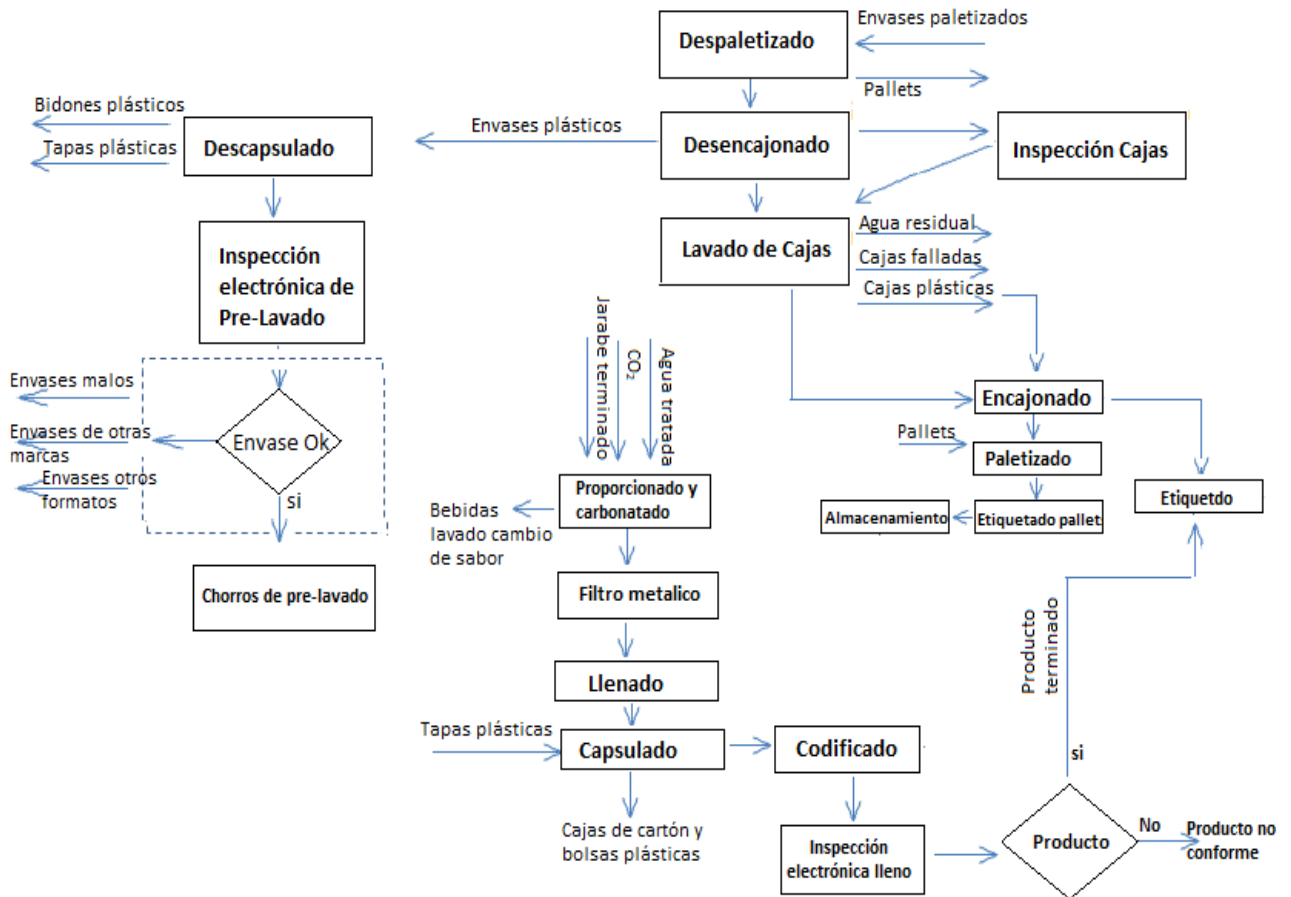


Figura 34 Diagrama de flujo línea Krones

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

El proceso de embotellado de envases de vidrio consiste en:

Despaletizado: Los pallets de cajas plásticas con botellas que llegan a la planta son ingresados a una despaletizadora MODUPAL, donde se retira el pallet de madera para su reutilización en el paletizado. Las cajas plásticas son depositadas en una cadena transportadora hacia la desencajonadora.



Figura 35 Flujo de caja para el proceso de Despaletizado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección de Cajas (Envase tumbado): Las cajas plásticas con envases provenientes del Despaletizado, pasan por una etapa de inspección electrónica de Control de embalajes con envases vacíos bull, la cual verifica si las botellas vienen volteadas.

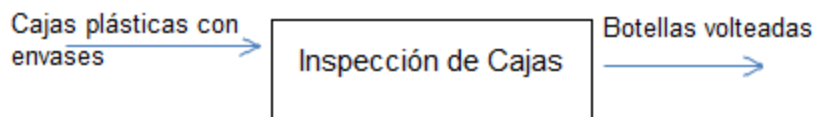


Figura 36 Flujo de caja para el proceso de Inspección de Cajas

Fuente: Elaboración propia.

Desencajonado: Las botellas son sacadas de las cajas por un brazo robótico de la desencajonadora LINAPAC II para que entren a proceso y son depositadas en una cinta

transportadora hacia el proceso lavado o descapsulado según corresponda el formato a embotellar.

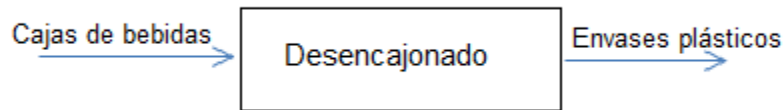


Figura 37 Flujo de caja para el proceso de Desencajonado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección de Cajas Malas: Las cajas vacías provenientes del desencajonado son inspeccionadas por el inspector electrónico que rechaza las cajas en malas condiciones.

Lavado de Cajas LINAJET: Las cajas plásticas vacías son transportadas hasta una etapa anexa de limpieza, la cual tiene como objetivo eliminar la suciedad gruesa adherida, mediante chorros de enjuague de agua blanda con baja concentración caustica, las cajas lavadas retornan al flujo del proceso en la etapa de encajonado.

Descapsulado: Solo los envases de 1000cc pasan por un descapsulador ROTOMAT de tapa plástica, donde se retiran todas las tapas de las botellas que retornan del mercado. Los formatos personales de 237cc y 350cc son transportadas directamente a la lavadora de envases.

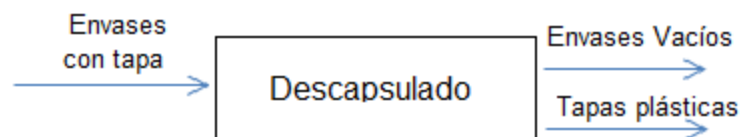


Figura 38 Flujo de caja para el proceso de Descapsulado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección electrónica de Pre-Lavado: El equipo, es un pre-inspector SEKAMAT que permite rechazar los envases con diferente contorno.

Lavado de Envases: Las botellas ingresan a la siguiente etapa de lavado en la lavadora de botellas. Mediante una zona de pre-lavado con rociado interior y exterior a alta presión para el precalentamiento y la limpieza previa, elimina la suciedad gruesa. El tratamiento principal de los envases en los baños de soda cáustica, se realiza en un bucle simple y un bucle doble. El tratamiento posterior de cinco fases se realiza mediante un baño de inmersión en soda cáustica y cuatro zonas de tratamiento (rociados interiores y rociados intensos exteriores) que garantizan un escalonamiento de temperaturas fino y un lavado óptimo de los envases.

Luego, ingresan a dos estanques que contienen solución cáustica y aditivos a una temperatura definida para el lavado. En su paso por los estanques, las botellas se sumergen y se llenan de la solución detergente, después quedan en posición invertida donde reciben chorros de Soda (acción mecánica) en su interior que aseguran una mayor limpieza. Una vez terminado el lavado cáustico, se inicia el proceso de enjuague, en donde los envases se sumergen en un estanque de pre-enjuague con agua blanda. Posteriormente, son sometidos a varios chorros y el enjuague final, con agua clorada a una concentración de 1 a 3 ppm, y con aditivos de metales pesados, tanto en el interior como en el exterior, de manera que el proceso de lavado asegure una botella limpia y estéril.

Filtrado de la solución de lavado: Para obtener una solución de lavado libre de partículas extrañas y suciedad sobrenadante, se somete a un proceso de filtración automática.

Inspección Electrónica de Post-Lavado: Después de pasar por la lavadora, pasan a la inspección electrónica en equipo Linatronic KRONES, el cual permite rechazar envases de otros formatos/otras marcas, suciedad adherida en la botella posterior a la etapa de lavado

y cualquier otro objeto que se encuentre en el interior, y botellas dañadas las cuales son separadas en otro sector del transporte para su eliminación.

Clasificación de Envases: El envase rechazado de todas las etapas se revisa para decidir su destrucción o retorno al lavado.

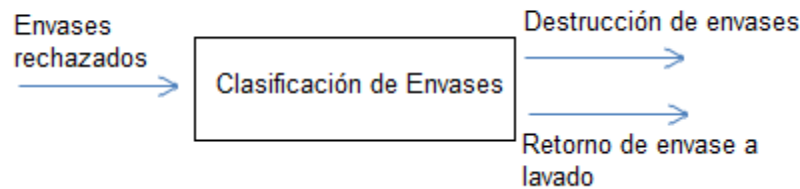


Figura 39 Flujo de caja para el proceso de Clasificación de envases
Fuente: Elaboración propia.

Proporcionado y Carbonatado: Esta etapa del proceso se lleva a cabo en el Carbo Cooler. Está compuesto por un dosificador, que es el encargado de mezclar en proporciones volumétricas, el jarabe terminado y el agua tratada, para producir la bebida terminada. Luego pasa a la unidad de frío de este equipo, donde se adiciona el gas carbónico, quedando la bebida lista para ser embotellada.

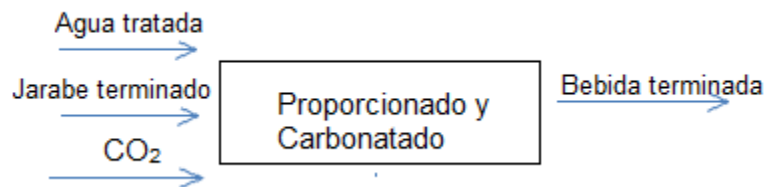


Figura 40 Flujo de caja para el proceso de Proporcionado y Carbonatado
Fuente: Elaboración propia.

Llenado y Capsulado/Coronado: La operación de llenado se lleva a cabo en una máquina llamada Llenadora KRONES, compuesta de una taza que contiene el Líquido a llenar

y una serie de válvulas, que son las encargadas de colocar la cantidad exacta de bebida en las botellas, siendo inmediatamente tapadas en otra de las partes de la máquina llamada Capsuladora o coronado, en el caso de botellas de vidrios personales.

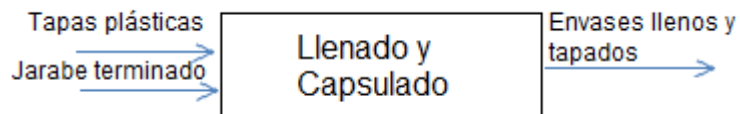


Figura 41 Flujo de caja para el proceso de Llenado y Capsulado

Fuente: Elaboración propia.

Codificado: Una vez que se ha llenado el envase, éste es codificado en forma automática con la fecha y hora de elaboración; la identificación de la Planta y la Línea de Producción.

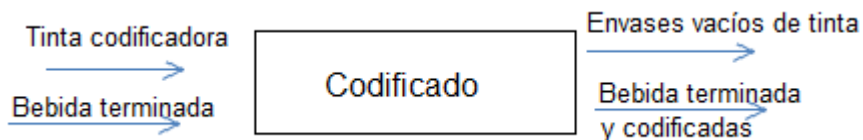


Figura 42 Flujo de caja para el proceso de Codificado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección Electrónica de Lleno: El equipo de inspección CHECKMAT verificar la altura de llenado, buena aplicación de la Tapa, presencia de ACL y Codificación legible.

Encajonado: En esta operación las botellas son puestas dentro de las cajas plásticas vacías limpias por medio de la máquina Encajonadora LINAPAC II, luego las cajas con botellas son transportadas al proceso de paletizado.

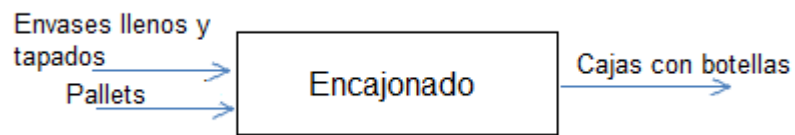


Figura 43 Flujo de caja para el proceso de Encajonado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección de Cajas: Las cajas plásticas con producto provenientes del encajonado, pasan por una etapa de inspección electrónica de cajas llenas.

Paletizado: En esta etapa, las cajas plásticas con botellas llenas son tomadas por el brazo robótico de la Paletizadora PRESSANT UNIVERSAL y depositados sobre los pallets provenientes del despaletizado.

Almacenamiento de Producto: Finalmente el producto es aperchado en una zona específica cubierta y debidamente protegida.

3. Diagrama de flujos Línea Pet.

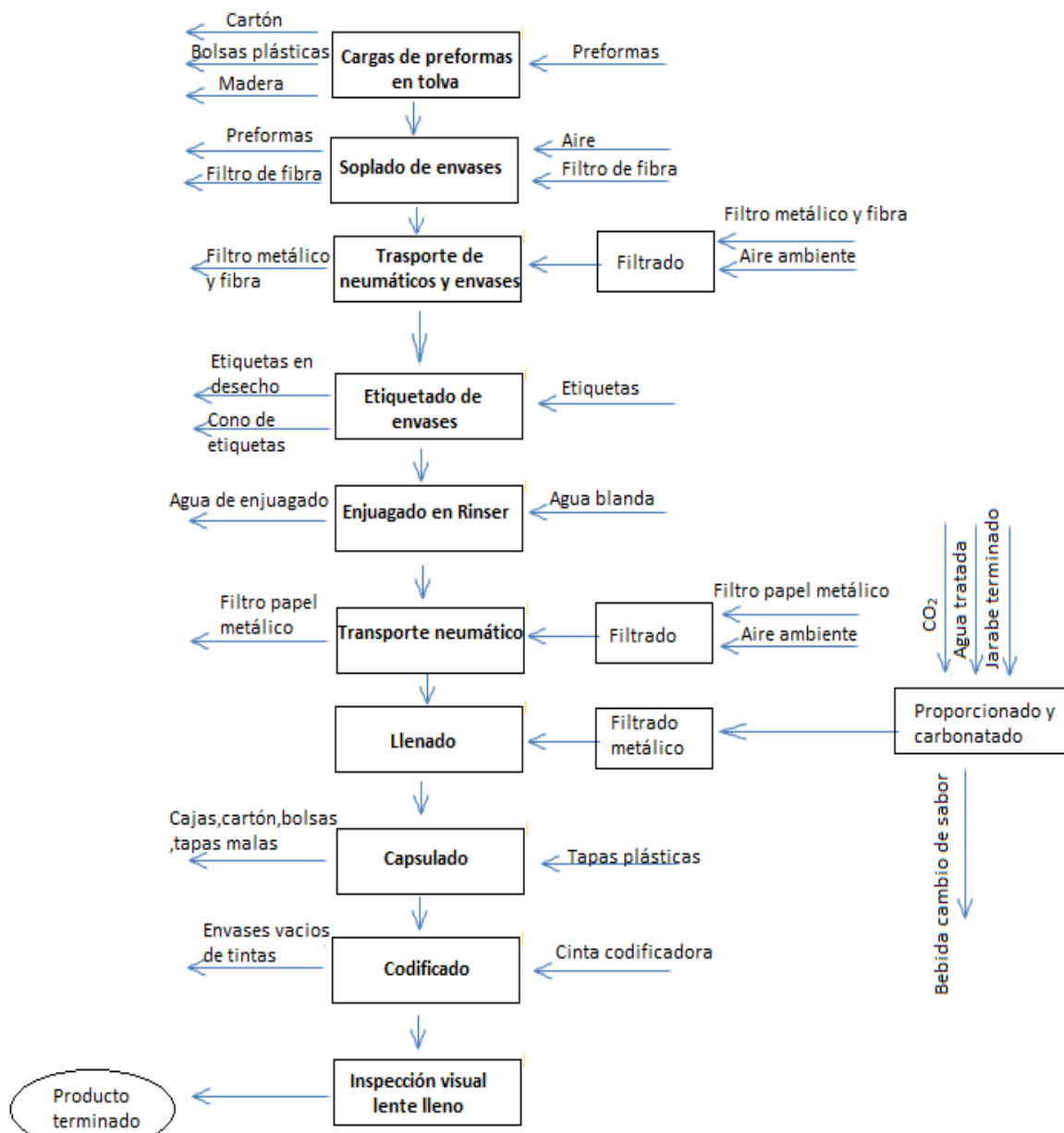


Figura 44 Proceso soplado y embotellado línea 3 PET.

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

El proceso de soplado y embotellamiento de envases de Pet no retornables consiste en:

Carga de preformas en tolva: Se carga cajón conteniendo preformas a granel y se deposita en el elevador.

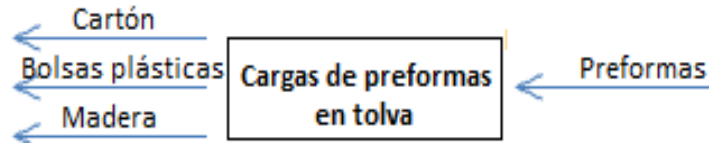


Figura 45 Cargas de preformas en tolva.

Fuente: Elaboración propia.

Soplado de botellas: Las preformas se deslizan por corredera hasta plato estrella, desde el cual entran a la cadena que las transportará por los hornos y después depositarla en los moldes de botellas, donde se genera el perfil del envase (soplado).

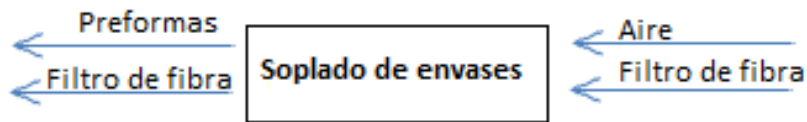


Figura 46 Soplado de envases

Fuente: Elaboración propia.

Transporte neumático de envases: Los envases son transportados con impulsión neumática con aporte de aire ambiente el cual pasa por filtros metálicos y/o de papel.

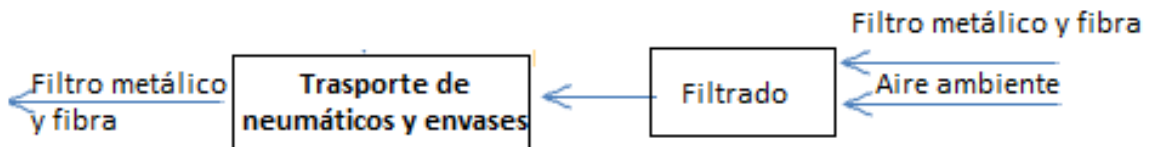


Figura 47 Transporte de neumáticos y envases

Fuente: Elaboración propia.

Etiquetado de envase: Al pasar envases, son colocadas etiquetas wrap around en las botellas.

Transporte neumático: El envase es transportado tomando del cuello a la botella; es impulsado por aire filtrado generado por ventiladores.



Figura 48 Transporte neumático

Fuente: Elaboración propia.

Enjuagado de Envases: Las botellas ingresan a la siguiente etapa, que es el enjuague en el rinser de botellas. Mediante chorros de agua clorada, se enjuagan, eliminando la posible suciedad que pueda venir en los envases.

Proporcionado y Carbonatado: Esta etapa del proceso se lleva a cabo en el Carbo Cooler, que está compuesto por un dosificador, que es el encargado de mezclar, en proporciones volumétricas, el jarabe terminado y el agua tratada, para producir la bebida terminada. Luego pasan a la unidad de frío de este equipo, donde se adiciona el gas carbónico, quedando la bebida lista para ser embotellada. Previo al envío de la bebida a la llenadora, ésta pasa por un filtro metálico de 100 mesh para la retención de cualquier partícula sólida.

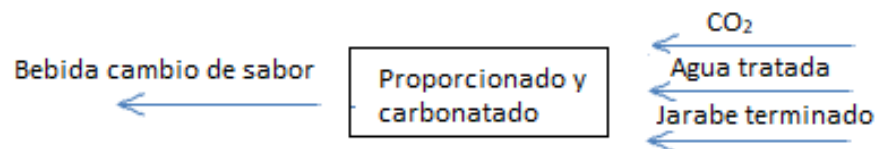


Figura 49 Proporcionado y carbonatado

Fuente: Elaboración propia.

Llenado y Capsulado: La operación de llenado, se lleva a cabo en una máquina llamada llenadora, compuesta de una taza que contiene el líquido a llenar y una serie de válvulas, que

son las encargadas de colocar la cantidad exacta de bebida en las botellas, siendo inmediatamente tapadas en otra de las partes de la máquina, llamada capsuladora.

Codificado: Una vez que se ha llenado el envase, éste es codificado en forma automática con la fecha y hora de elaboración, la identificación de la planta y la línea de producción.

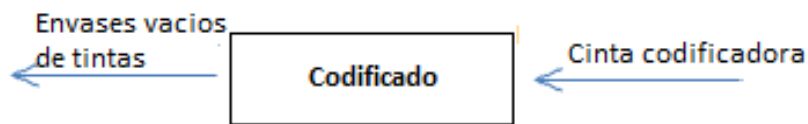


Figura 50 Codificado

Fuente: Elaboración propia.

Inspección visual Lente de Lleno: Inmediatamente, son inspeccionadas para verificar: la altura de llenado, correcta aplicación de la tapa y codificación legible.

Empacado/ Paletizado/ Envolvedora de pallets: Se lleva a cabo en la empacadora (túnel) que aplica film plástico termo contraíble sobre el producto, formando pack como unidad de producto terminado y luego se paletiza manualmente; para garantizar la estabilidad del pallet y la integridad del producto, éste se envuelve en una máquina robotizada que aplica stretch film.

Almacenamiento de Producto: Finalmente el producto es aperchado en una zona específica cubierta y debidamente protegida.

4. Diagrama de flujos Planta de tratamiento de aguas.

La planta de tratamiento de agua potable es un conjunto de sistemas y operaciones unitarias de tipo físico, químico o biológico. Su finalidad, es que a través de los equipamientos, elimina o reduce la contaminación o las características no deseables de las aguas, bien sean naturales, de abastecimiento, de proceso o residuales.

La finalidad de estas operaciones, es obtener aguas con las características adecuadas al uso, por lo que la combinación y naturaleza exacta de los procesos, varía en función tanto de las propiedades de las aguas de partida como de su destino final.

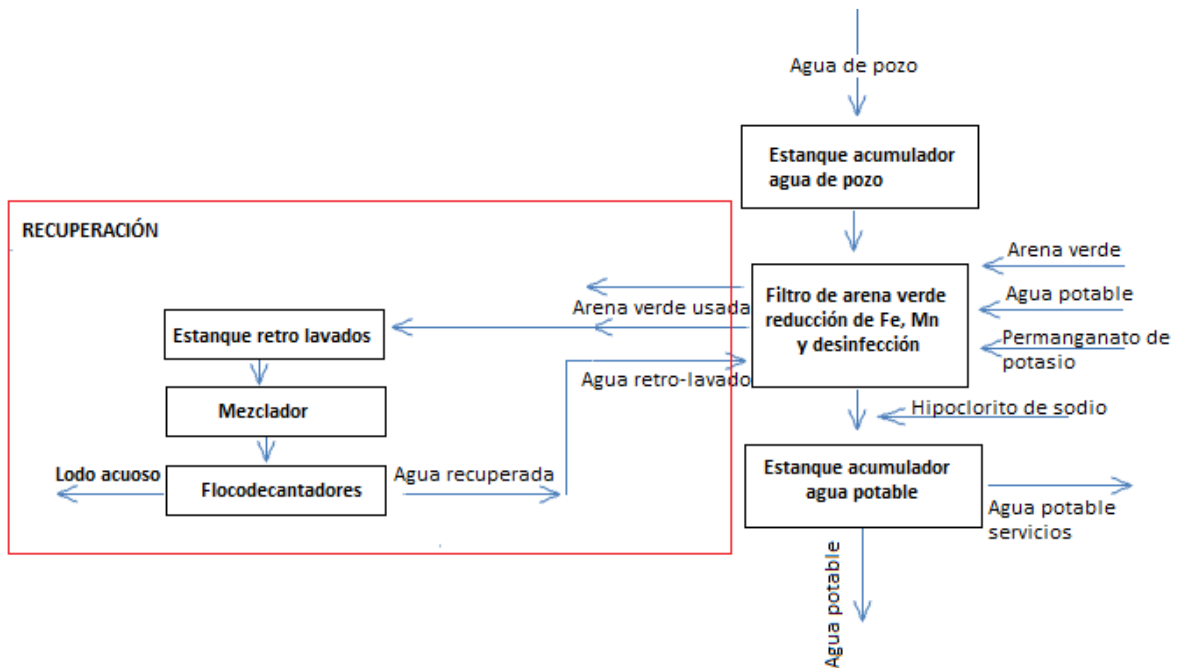


Figura 51 Diagrama de flujos de Planta de tratamiento de aguas

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

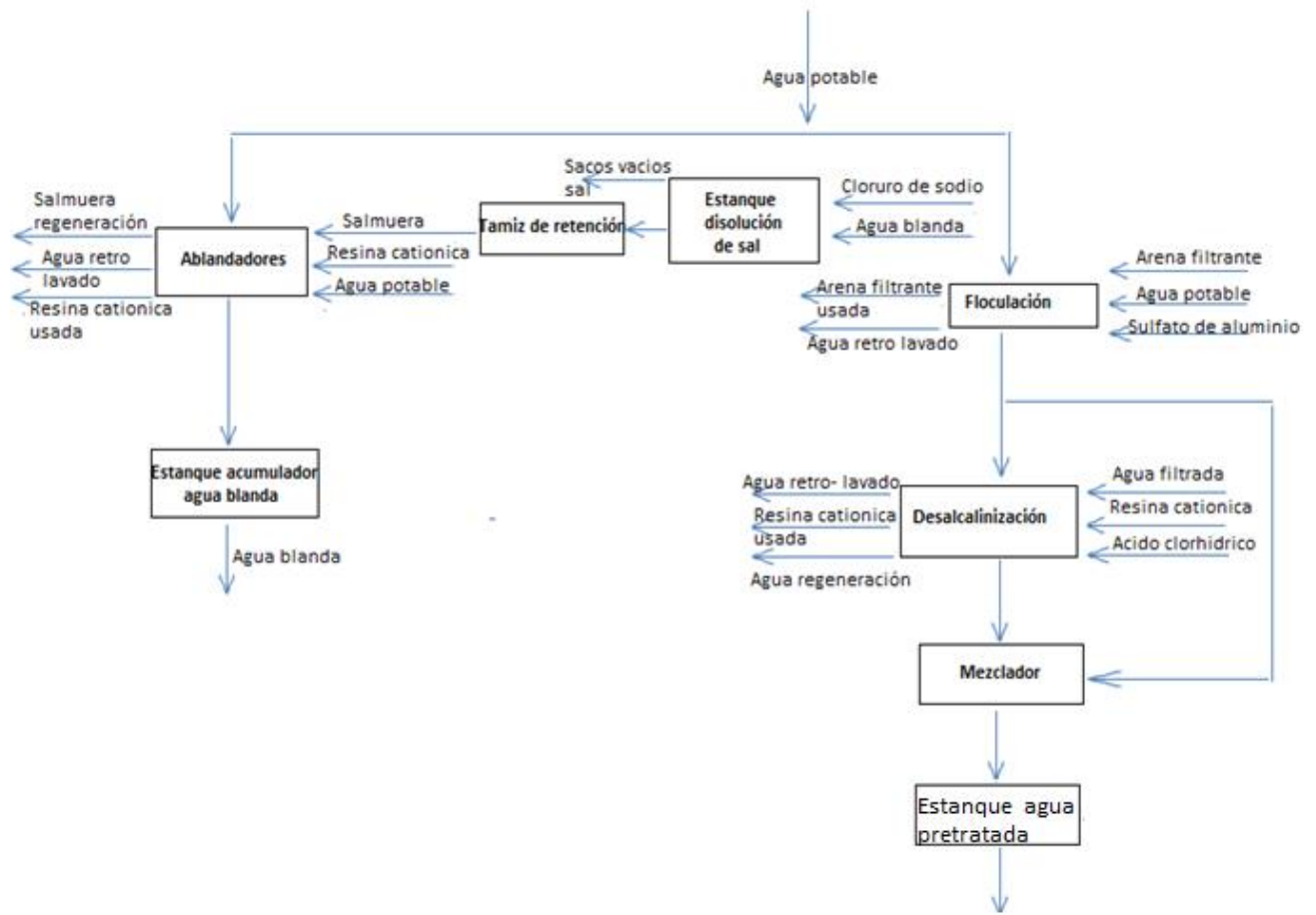


Figura 52 Continuación de diagrama de flujos planta de tratamiento de aguas

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

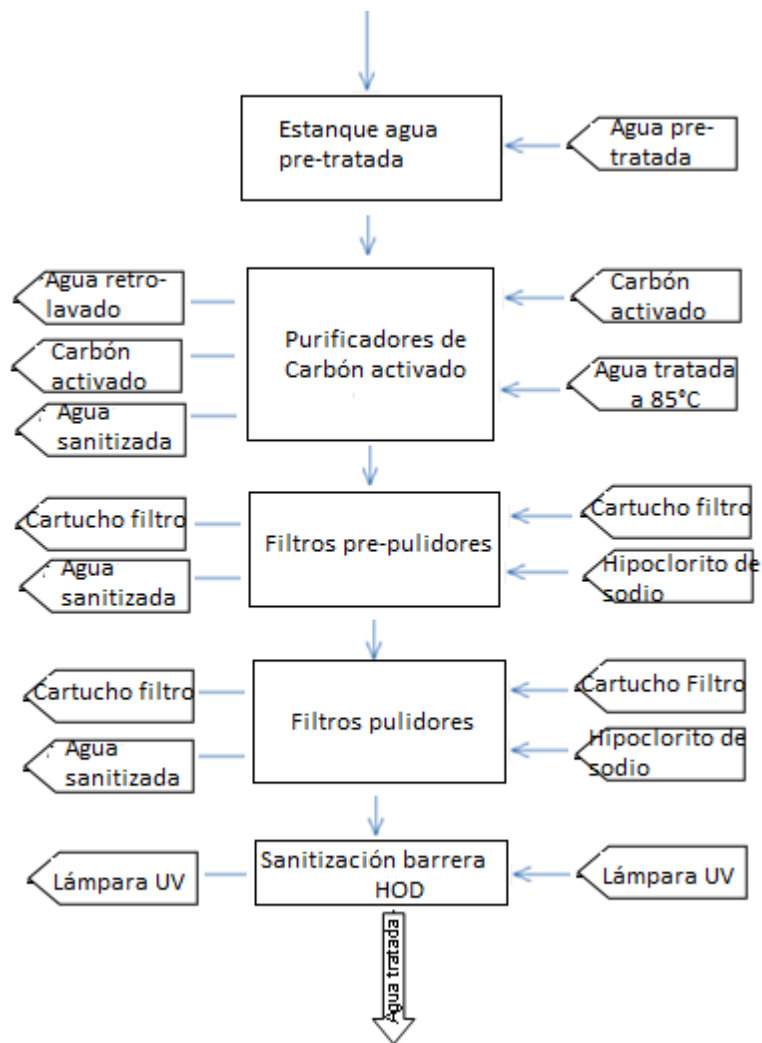


Figura 53 Continuación de diagrama de flujos planta de tratamiento de aguas.

Fuente: Coca Cola Embonor S.A

Para embotellar bebidas Carbonatadas bajo las normas y exigencias de Coca-Cola, se hace necesario someter el agua a usar, a una serie de Tratamientos tanto Físicos como Químicos de Barreras múltiples, a partir de suministro de agua desde pozos profundos:

Estanque de almacenamiento de agua de pozo: Los pozos de extracción alimentan un estanque de almacenamiento. Durante este proceso, el agua es clorada para obtener la primera barrera de destrucción microbiológica.

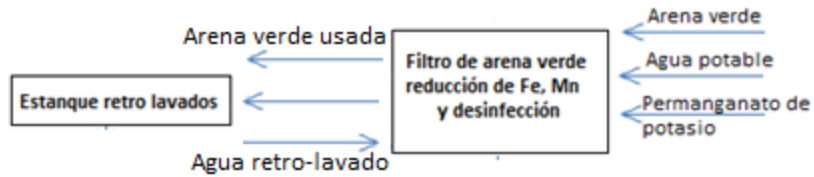


Figura 54 Estanque de almacenamiento de agua de pozo.

Fuente: Elaboración propia.

Filtro Arena Verde: El agua de pozo es rica en Hierro y Manganeso, por lo cual se hace necesario tener un tratamiento para la Reacción Redox de estos elementos, mediante resinas regeneradas por permanganato de Potasio.

Recuperación del agua de retro-lavado filtro de arena verde: El agua proveniente de los retro-lavados del filtro de arena verde, es almacenada, la cual se le agrega aditivo flocculante y es mezclada. Finalmente, pasa a los floco-decantadores, obteniendo un agua clarificada, con fracción de Fe y Mn por cuanto se reintegra al filtro de arena verde para la reducción de estos metales.

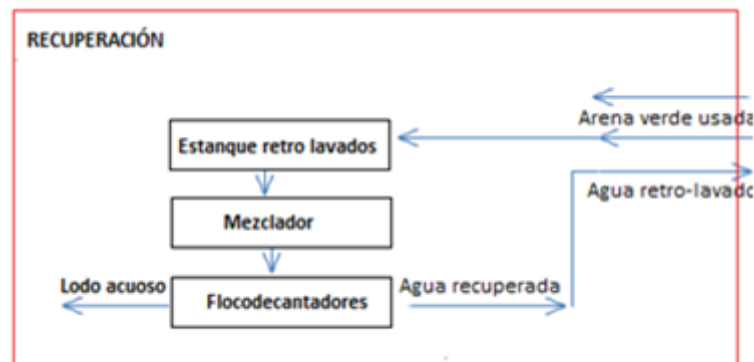


Figura 55 Recuperación del agua de retro-lavado filtro de arena verde

Fuente: Elaboración propia.

Estanque acumulación Agua Potable: En este estanque, el agua se somete a una nueva dosificación de cloro, siendo utilizada para agua potable. Surte a los servicios de la planta y como base para la preparación de aguas para embotellación y agua blanda.

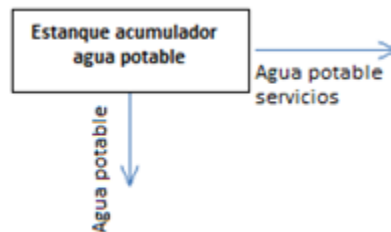


Figura 56 Estanque acumulación Agua Potable

Fuente: Elaboración propia.

Filtración por Floculación: Una fracción del agua potable, se somete a un proceso de floculación en el estanque de floculación, mediante la adición de sulfato de aluminio, este proceso permite la clarificación y retención de impurezas del agua.

Desalcalinización: Parte del agua filtrada, es sometida a un proceso de desalcalinización mediante intercambio iónico, para obtener agua según parámetros de Coca-Cola, los desalcalinizadores contienen resina catiónicas, la que es regenerada mediante ácido clorhídrico.

Adición de hipoclorito de sodio: parte del agua filtrada que no pasa por desalcalinización se le adiciona hipoclorito en línea.

Mezclador y almacenamiento agua pre-tratada: ambas aguas son mezcladas y almacenadas en el estanque de agua pre-tratada.

Purificadores de Carbón activado: el agua almacenada como agua pre-tratada para ser usada requiere la extracción del hipoclorito de sodio. Con este objeto, es pasada por filtros de carbón activado para la eliminación del hipoclorito de sodio, clarificación del agua, retención de olores etc.

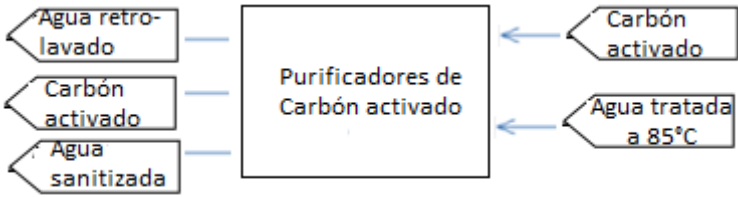


Figura 57 Purificadores de Carbón activado

Fuente: Elaboración propia.

Filtros pre-pulidores y pulidores: Esta batería de filtros, permite tener un agua libre de partículas de carbón activado y otras contenidas en el agua, la filtración final por filtros pulidores tiene una capacidad de retención de 5 micrones absolutos.



Figura 58 Filtros pre-pulidores y pulidores

Fuente: Elaboración propia.

Sanitización por Filtro HOD: El agua, finalmente, pasa por una última barrera microbiológica, la que permite el control microbiano por uso de luz ultravioleta y lentes que permiten entregar un mayor espectro de control.

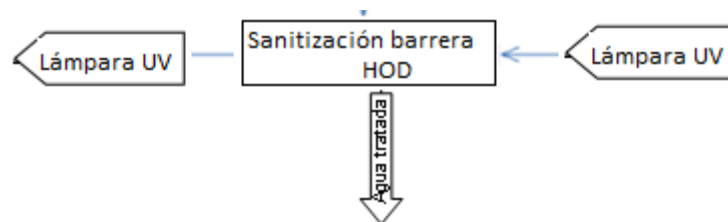


Figura 59 Sanitización por Filtro HOD

Fuente: Elaboración propia.

Estanque de agua blanda: el agua blanda obtenida, es sometida a una cloración y almacenada en el estanque.

5. Preparación de Jarabe simple

Para la elaboración de cada producto de la empresa, es necesaria la preparación del jarabe, la cual comienza como "jarabe simple" donde pasa el azúcar a granel por estanques hasta llegar al siguiente proceso.

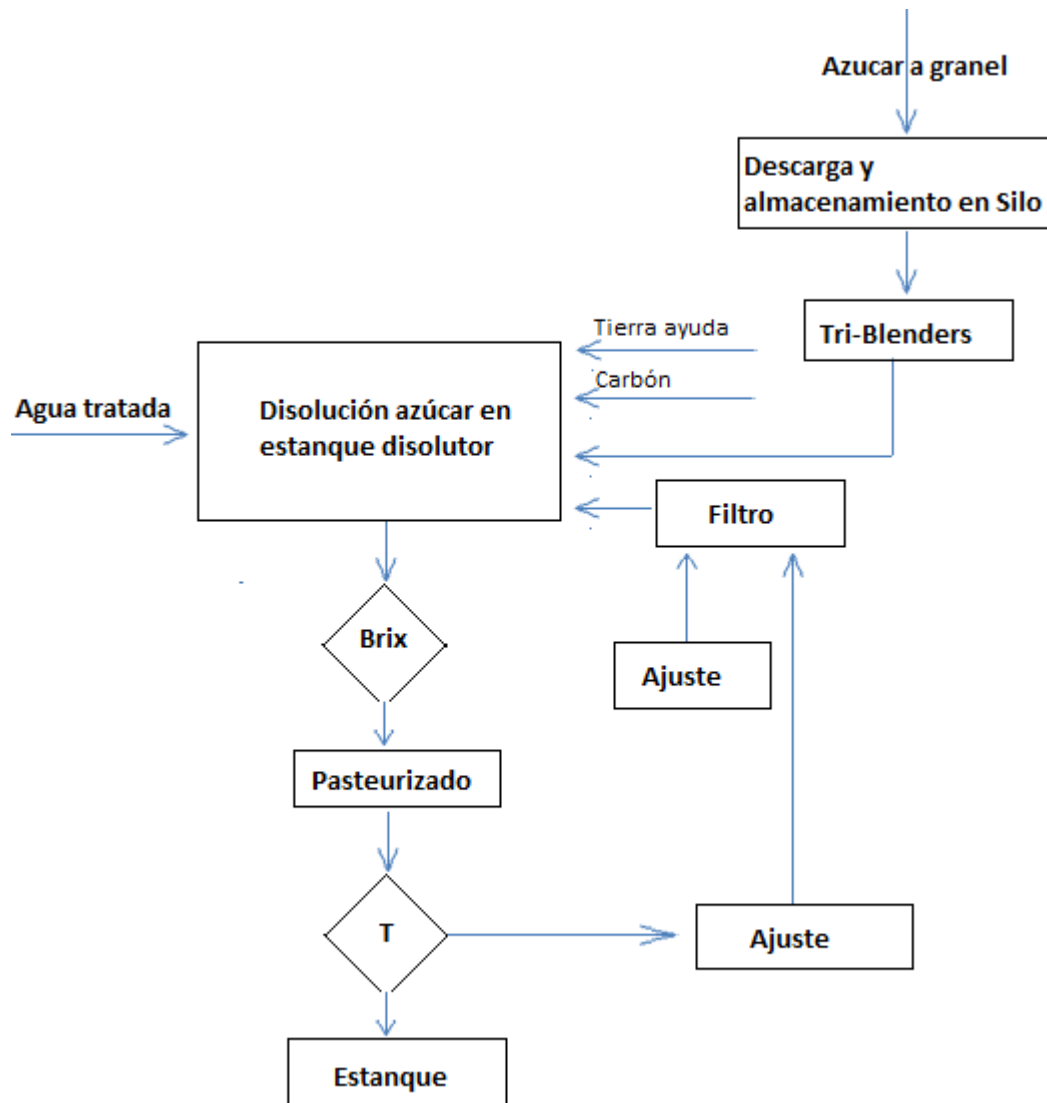


Figura 60 Diagrama de flujo para preparación de jarabe simple

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

Descarga y almacenamiento de azúcar a granel en silo: A través de un sistema neumático, el azúcar es transportada desde el camión al silo de almacenamiento.

Disolución de azúcar a granel: El azúcar, es dosificada desde el Silo de Almacenamiento por un tornillo sinfín, y transportada por bombas tri-blenders hasta el estanque disolutor, en donde se le adiciona la tierra que ayuda al filtro y el carbón activado.

Disolución de azúcar: El azúcar, con las ayudas de proceso, es disuelta con agua tratada hasta alcanzar el °brix deseado; en caso contrario, se realizan los ajustes necesarios en forma manual, recirculando por un filtro hasta obtener el valor deseado.

Pasteurizado: La mezcla se somete al proceso de pasteurizado, alcanzando una temperatura de 82°C +/- 2°C durante 20 segundos, para prolongar la vida útil de la azúcar. En caso de no lograr las temperaturas establecidas, se recircula hasta alcanzar la temperatura deseada. (No aplica en proceso en frío)

Estanque de reposo: El azúcar es almacenada en un estanque enchaquetado, por un periodo de 20 minutos, para completar el periodo de pasteurización (En contacto con carbón activado). Proceso en frío solo aplica reposo.

Filtración de jarabe simple: En esta etapa, impulsada por una bomba, el azúcar se pasa a través de un filtro de mallas horizontales, donde previamente se ha preparado una pre-capa con tierra ayuda filtro para proceder al filtrado y lograr clarificar el jarabe simple según los parámetros de procesos. En caso de no lograr los niveles de NTU deseados (Turbiedad) la mezcla se recircula por el filtro hasta obtener los valores deseados.

6. Preparación de Jarabe terminado

Al proceso anterior de “jarabe simple” se le agrega el concentrado que está definido para cada formula, que es proporcionado por The Coca Cola Company.

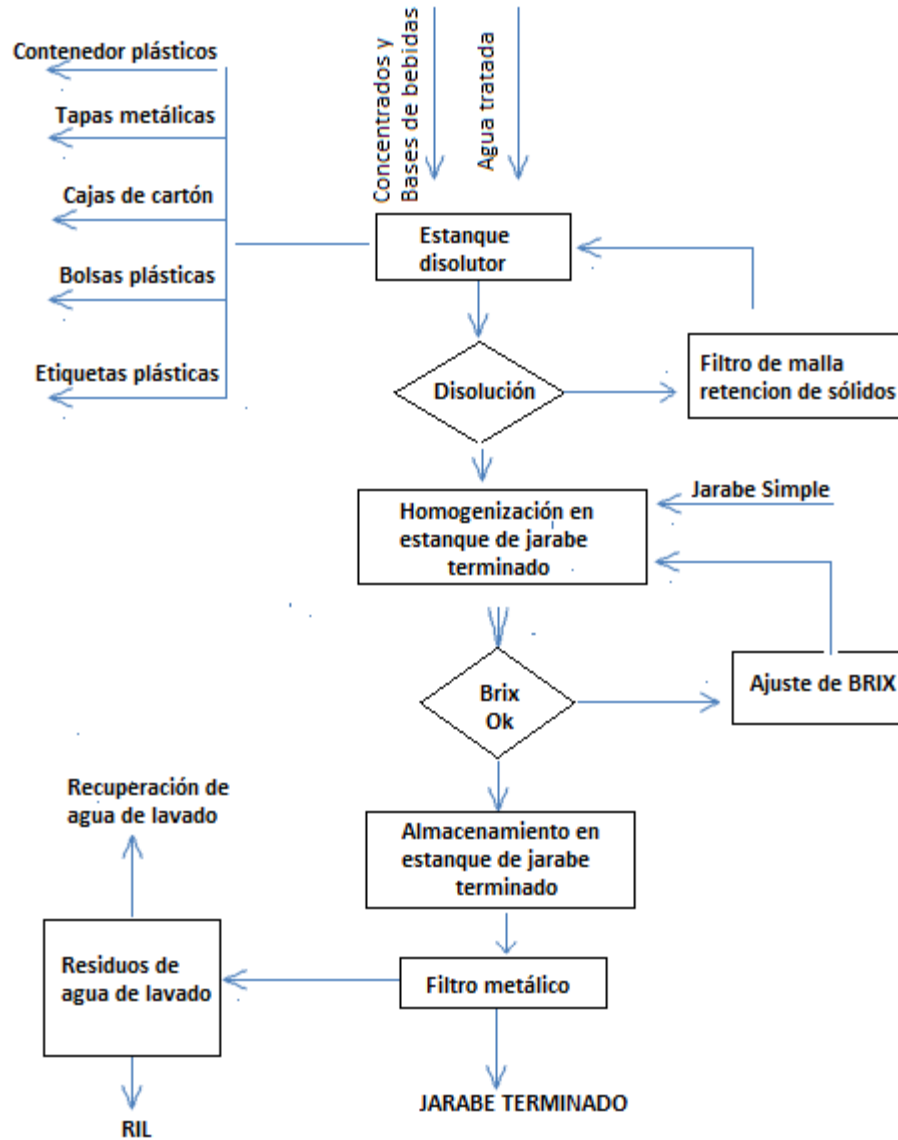


Figura 61 Diagrama de flujos para preparación de Jarabe terminado.

Fuente: Coca Cola Embonor S.A.

Estanque disolutor: Se agregan las partes de concentrados y base de bebidas, de acuerdo a las instrucciones maestras de mezclado, la cuales son disueltas con agua tratada y recirculación a través de un filtro de mallas para la retención de partículas sólidas.

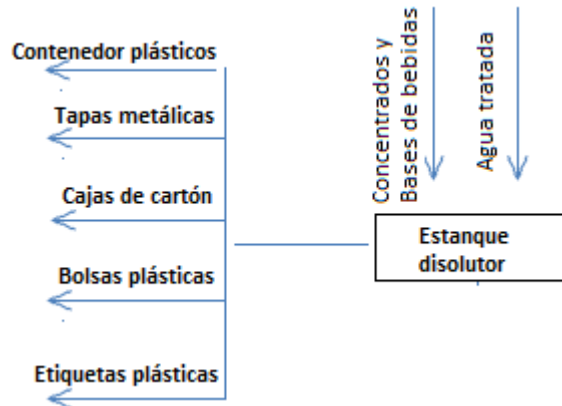


Figura 62 Estanque disolutor

Fuente: Elaboración propia

Medición de Jarabe Simple: Se bombea Jarabe simple al estanque de preparación de jarabe terminado, pasando por un medidor, donde se digita la cantidad de azúcar necesaria de acuerdo a la formulación. (Sólo para bebidas azucaradas)

Homogenización: En esta etapa, se mezcla el jarabe simple con las partes de bebidas disueltas, ajustando la mezcla, agregando agua tratada o azúcar, hasta ajustar la concentración los °brix deseados para obtener el jarabe terminado.

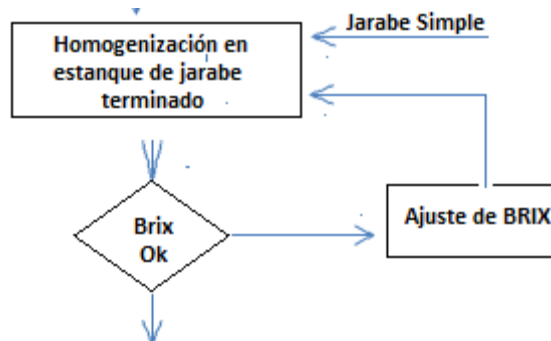


Figura 63 Homogenización

Fuente: Elaboración propia

Ajuste Brix: En esta etapa, se debe ajustar manualmente para alcanzar los grados brix de cada Instrucción Maestra de Mezclado para no superar desviación de +/- 0.2 °Brix.

Almacenamiento de jarabe terminado: El jarabe terminado debe mantener un tiempo de reposo en el estanque de preparación, a la espera para ser utilizado por embotellación.

Filtro metálico: Cuando el jarabe terminado es enviado a la sala de embotellación, éste pasa por un filtro de 40 mesh para la retención de cualquier partícula sólida.

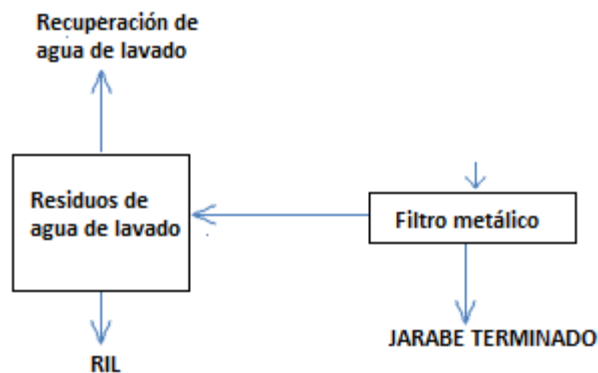


Figura 64 Filtro metálico

Fuente: Elaboración propia

Para mayor entendimiento a continuación se muestra tabla resumen de los procesos más importantes que consumen agua y/o generan efluentes en el interior de la empresa.

Tabla 13 Resumen de procesos que consumen agua y/o generan efluentes.

Áreas	Procesos
Línea Sidel (1) Línea Kronos (2)	Lavado de cajas
	Lavadora de Botellas
	Estanque de pre-lavado
	Proporcionado y Carbonatado
Línea Pet	Enjuagado en Rinser
	Proporcionado y Carbonatado
Planta de tratamiento de aguas	Estanque acumulador de agua de pozo
	Filtro de arena verde, reducción de Fe, Mn y desinfección
	Estanque acumulador de agua potable
	Ablandadores
	Estanque disolución de sal
	Floculación
	Desalcalinización
	Estanque acumulador de agua blanda
Preparación de Jarabe Simple	Disolución de azúcar en estanque disolutor
Preparación de Jarabe Terminado	Estanque disolutor
	Residuos de agua de lavado

5.2.1 Selección de las mejores tecnologías que existen para la reducción del consumo de agua.

Según la revisión bibliográfica realizada anteriormente sobre diversas estrategias, se muestran a continuación las siguientes tablas de comparación de cada uno, de las tecnologías en cuanto al % de ahorro y la comparación de precios que tienen cada una de ellas en cuanto a Huella Hídrica azul. Mientras, para la Huella Hídrica gris, la comparación se realizó según %de eficacia y concentraciones alcanzables de cada una de los contaminantes.

Tabla 14 Comparación de tecnologías para reducción de Huella Hídrica Azul

Tecnología	% de ahorro	Instalación	Mantenición
Llaves separadas con una salida de agua	Permite reducir el consumo en más de un 40%.	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Principalmente realizar limpieza para que no se genere cal en el grifo Limpie con mezcla de agua y jabón Realizar mantención de gomas una vez al año
Llave monoblock	Permite un ahorro de 50 a 60%	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Principalmente realizar limpieza para que no se genere cal en el grifo Limpie con mezcla de agua y jabón. Realizar mantención gomas una vez al año y revisar que la llave esté asegurada.

Monomando lavamanos/lavaplatos	50 a 60% ahorro agua	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Realizar limpieza para que no se genere cal en el monomando. Secar tras uso limpiar con mezcla de agua y jabón Realizar mantención una vez al año de todo lo que conlleva el monomando.
Llave temporizada	ahorra un 30 y un 40%	Instalación de técnico	Realizar limpieza para que no se genere cal en el termostático. Realizar Mantención con técnico para su buen funcionamiento.
Grifo electrónico	Aproximadamente un 70%	Instalación de técnico	Realizar Mantención con técnico una vez al año. Limpiar con mezcla de agua y jabón. Reemplazo de batería cada cierto tiempo
Perlizadores	Ahorro un 60%-75%	Instalación por los dueños con cierta dificultad	Limpiar con mezcla de agua y jabón. Realizar Mantención una vez año por los propios dueños.
Aireadores	Ahorro de 40 a 60%	Instalación por los dueños con cierta dificultad	No utilizar productos abrasivos de limpieza. Cambiar una vez al año el aireador por acumulación de sarro.

Limitador de caudal	45-65% de ahorro.	Fácil instalación no se necesita de un técnico.	Mantener la pieza seca y limpia, realizar mantenencias cada 3 años.
---------------------	-------------------	---	---

Tabla 15 Comparación de tecnologías en cuanto a precio para reducción de Huella Hídrica Azul.

Tecnologías	Precio (\$)	Fuente
Llaves separadas con una salida de agua	\$30.000-\$50.000	www.sodimac.cl https://www.nibsa.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Monomando de agua fría y caliente	\$30.000-\$65.000	www.sodimac.cl https://www.nibsa.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Monoblock	\$35.000-\$60.000	https://www.nibsa.cl www.sodimac.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Llave temporizada	\$ 30.000- \$60.000	www.nibsa.cl www.sodimac.c Consultado: 15 de Nov.2018
Grifo electrónico	\$80.000-\$500.000	www.nibsa.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Perlizadores	\$5.000-\$9.000	www.powershop.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Aireadores	\$2.000-\$6.000	www.nibsa.com www.sodimac.cl Consultado: 15 de Nov.2018
Limitador de caudal	\$8.000-\$12.000	www.latiendadelahorrodeagua.com Consultado: 15 de Nov.2018

Tabla 16 Comparación de técnicas de eliminación de principales contaminantes

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sólidos en suspensión				
	Sedimentación	Flotación por aire	Filtración	Microfiltración / Ultrafiltración
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	SST 60-90 Sólidos sedimentables 90- 95	SST 85-98 Sulfuros de MP: 95 Mayor estabilidad de tratamiento con fluctuaciones de alimentación.	Depende del medio y de los auxiliares de filtración. SST 50-99,99	SST cerca de 100
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	SST<10	SST 10-20 Aceite 2-10	SST<10 Aceite<5	-----
Técnicas de tratamiento para la remoción de Metales pesados				
	Precipitación / sedimentación o flotación por aire / iónico	Cristalización	filtración Intercambio	Nanofiltración / ósmosis inversa
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	-----	-----	80-99	Hg inorgánico >90 (NF) Hg orgánico >90 (NF) Compuestos de Cd >90 (NF) Cerca del 100 % con RO
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	Para metales pesados, depende mucho del proceso de producción que los origina.	Zn 1 Ni 1	0,1–10	Muy bajas (casi cero) con RO

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sales y/o ácidos inorgánicos				
	Evaporación	Intercambio iónico	Ósmosis inversa (RO)	Eliminación biológica de sulfatos
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	Eliminación completa de sales.	80-99	Cerca del 100 %	sulfatos: 94 zinc: 99,8 cadmio: >99
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	-----	0,1-10	Muy bajas (casi cero)	sulfatos: 75 zinc: 0,05-0,15 cadmio: <0,01

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sustancias biodegradables					
	Tratamiento biológico anaerobio	Lodo activado (mixto) / biorreactor con membrana	Filtro de goteo / percolación	Lecho expandido	Lecho fijo con biofiltro
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	DQO: 75-90 En combinación con t. aerobio DQO: 95-97 DBO: 99-99,8	DBO: 97-99,5 DQO: 76-96 90-96 (membrana) Índice fenólico: >99 total N inorg.: 82 (membrana) NH4-N: 96 (membrana)	BOD: 40-90	BOD: >98 DQO: 90	DQO refractaria: 26-68 Índice fenólico: 75-98 AOX: 55-98 total N.inorg.: 4-50
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	-----	SST: 10 (PTAR)	-----	-----	-----

Luego de conocer cada una de las tecnologías y sus porcentajes de ahorro de agua, costos, eficacia y concentración alcanzable, se observan en la siguiente tabla las tecnologías que serán implementadas y cuáles serán descartadas. Para esto, se tomará en consideración el porcentaje de ahorro que tienen las tecnologías, ya que el mayor cambio que se puede llegar a hacer, es para la Huella Hídrica azul por la cantidad de agua consumida en la empresa.

Tabla 17 Tecnologías a implementar o descartar según porcentaje de ahorro.

Tecnología	% de ahorro	Aceptación/Rechazo
Llaves separadas con una salida de agua	Permite reducir el consumo en más de un 40%.	Rechazo por tener menos del 50% de ahorro.
Llave monoblock	Permite un ahorro de 50 a 60%	Rechazo por tener % de ahorro menor a otras tecnologías.
Monomando lavamanos/lavaplatos	50 a 60% ahorro agua	Rechazo por tener % de ahorro menor a otras tecnologías.
Llave temporizada	ahorra un 30 y un 40%	Rechazo por tener % de ahorro menor al 50%.
Grifo electrónico	Aproximadamente un 70%	Aceptado por tener mayor del 50% de ahorro.
Perlizadores	Ahorro un 60%-75%	Aceptado por tener más del 50% de ahorro
Lavadora industrial	Ahorro de un 30%	Aceptado por ser maquinaria capaz de procesar entre 20.000 y 135.000 botellas por hora, con un 30% de ahorro.

Aireadores	Ahorro de 40 a 60%	Rechazado por poco % de ahorro.
Limitador de caudal	45-65% de ahorro.	Rechazado por poco % de ahorro.

Una vez identificadas las tecnologías a implementar, se realizó el cronograma de implementación de éstas, que se puede observar a continuación en la Tabla N°18.

Tabla 18 Cronograma de instalación de tecnologías

Año 2019	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre			
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4	S 1	S 2	S 3	S 4
Compra de grifos electrónicos																																				
Compra de perlizadores																																				
Compra de Lavadora industrial																																				
Elección de técnico																																				
Instalación de elementos																																				
Mantenimiento																																				
Entrega de trabajo listo																																				

Para mayor entendimiento se utilizarán los siguientes colores:

Tabla 19 Actividad con respectivo color

Compra de grifos electrónicos	Gray
Compra de perlizadores	Yellow
Compra de lavadora	Brown
Elección de técnico	Green
Instalación de elementos	Orange
Mantenimiento	Blue
Entrega de trabajo listo	Red

En cuanto a la sensibilización sobre el tema hídrico al personal de Planta, es necesaria la capacitación, en la cual se realice una charla sobre el cuidado del recurso hídrico y se entregue información tangible, esto a través de un Brochure que hable de los temas importantes y cómo actuar correctamente. (Ver **Anexo 4**).

5.3 Manual para la reducción de la Huella Hídrica en empresa Coca Cola Embonor S.A.

El manual, permite a la empresa realizar el cálculo de la huella Hídrica y entregar distintos tipos de tecnologías que favorezcan la reducción de la huella hídrica en el interior de la empresa. Este manual, está dirigido al personal técnico de la empresa designado por el Ingeniero ambiental de Coca cola Embonor S.A., de acuerdo a lo establecido en *The Water Footprint Assessment Manual* y la Norma chilena ISO 14.046.

El manual describe los lineamientos a seguir para la evaluación de la Huella Hídrica directa Azul y Gris, siguiendo los 4 pasos para la evaluación descritas en la figura N°65 y las metodologías de cálculo para cada una de las huellas. Cabe destacar que el propósito, alcance, responsables y documentos relacionados en este manual, se utilizan para todas las huellas, en cuanto a los procedimientos se dividen en: Procedimiento N°1 para la Huella Hídrica azul y Procedimiento N°2 dirigido a la Huella Hídrica gris. Finalmente, a continuación, se observa el Manual orientado a la empresa.

Cabe destacar que el formato utilizado para la creación del manual, es el que la empresa ocupa para todos los procedimientos operacionales.

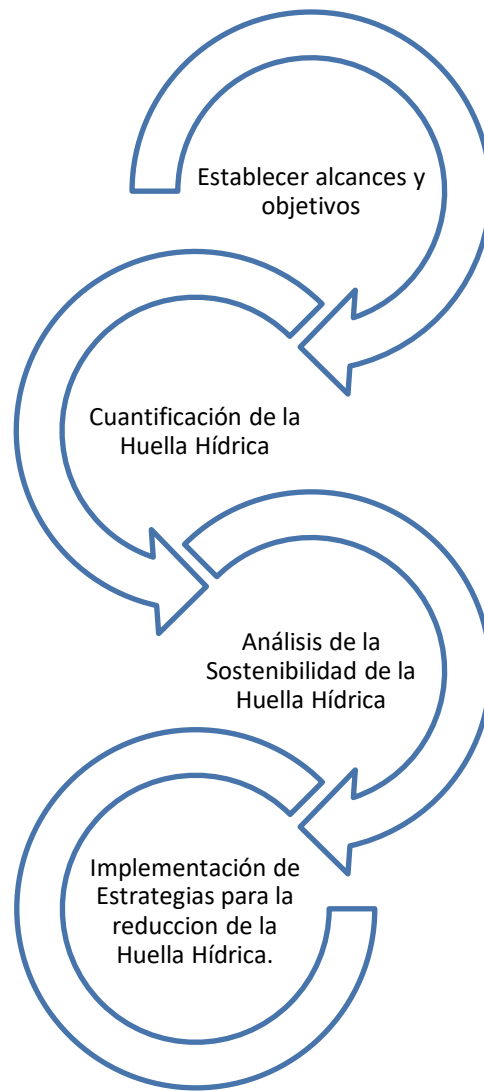



Figura 65 Procesos para la evaluación de la Huella Hídrica.

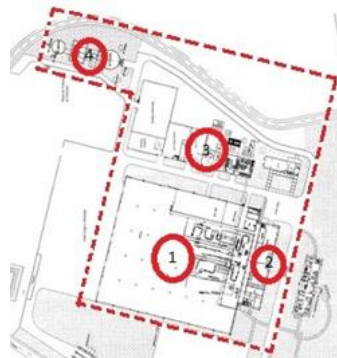
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

1. Propósito


El propósito de este manual, es calcular la Huella Hídrica total para los principales procesos que utilizan agua en el interior de la empresa, correspondiente a líneas de producción, sala de jarabe, casino y tratamientos de agua potable y aguas servidas.

2. Alcance y limites

El Manual aplica a todos los procesos definidos por la empresa e incluso la definición del alcance del Sistema. La huella hídrica resultante, representará a las actividades que Coca Cola Embonor S.A. tenga bajo su control. Además, el límite de la evaluación corresponderá a las líneas de producción, sala de jarabe, casino y tratamientos de aguas servida y potable. Para cada una de estas se medirán tanto la HH azul como la HH gris.



Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 1	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

3. Programas y otros documentos relacionados

Para el cálculo de la Huella Hídrica, tanto azul como gris, es necesario distintos documentos, los cuales se observan en la siguiente tabla a continuación:

Documentos	Descripción
Balance de consumos de agua	Documento con el balance de agua en cuanto a entradas al sistema desde pozos (2) y (3), como los consumos de cada uno de las áreas.
Descarga de Riles	Concentración de sustancias químicas que salen de la planta de tratamiento.
Efluente de Riles	Metros cúbicos de aguas que salen desde la planta de tratamiento.
Decreto Supremo 609	Normativa para límites máximos permitidos en descargas de efluentes, que se efectúan a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 2	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

4. Responsabilidades

Gerente de Producción: Es responsable de la implementación de este manual en todas las áreas productivas de la planta con utilización de agua.


Jefe de Área: Es responsable de asegurar el cumplimiento por parte de todo el personal de las buenas prácticas del manual.

Encargado del Sistema de Gestión: Responsable de realizar las auditorías pertinentes verificando el cumplimiento del manual.

5. Programas y otros documentos relacionados

Para el cálculo de la Huella Hídrica tanto azul como gris, **son** necesarios distintos documentos los cuales se observan en la siguiente tabla a continuación:

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 3	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


Documentos	Descripción
Balance de consumos de agua	Documento con el balance de agua en cuanto a entras al sistema desde pozos (2) y (3), como los consumos de cada uno de las áreas.
Descarga de Riles	Concentración de sustancias químicas que salen de la planta de tratamiento.
Efluente de Riles	Metros cúbicos de aguas que salen desde la planta de tratamiento.
Decreto Supremo 609	Normativa para límites máximos permitidos en descargas de efluentes que se efectúan a redes de alcantarillado que cuenten con plantas de tratamiento de aguas servidas.

6. Definiciones

Huella Hídrica: El volumen total de agua dulce que se utiliza para producir bienes y servicios de un individuo, de una comunidad o de una empresa".

Huella Hídrica Azul: Volumen de agua consumida por incorporación o evaporación en un proceso evaluado.

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 4	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Huella Hídrica Gris: Volumen de agua necesaria para llevar la contaminación producida por un efluente, a estándares de calidad ambiental establecidas por la norma.

Huella Hídrica Verde: Volumen de agua de lluvia que se incorpora en la capa de vegetación.

Afluente: Volumen de agua que se usa para las actividades evaluadas.

Efluente: Volumen de agua contaminada y descargada al alcantarillado público o ríos, después de ser usada en actividades evaluadas.

Cef: Concentración de los parámetros escogidos para la cuantificación de la HH Gris en el efluente.


Cobj: Concentración máxima en el cuerpo receptor, del parámetro escogido para la cuantificación de la HH Gris, establecido por la ley.

Cnat: Concentración natural, sin alteraciones antropogénicas, que se utiliza para la cuantificación de la HH Gris.

Agua Azul incorporada: Mide la cantidad de agua superficial o subterránea disponible que es consumida en un determinado período y que es ingresado al proceso

Agua Azul evaporada: Corresponde a toda el agua azul almacenada, transportada, procesada, colectada y depositada que pueda sufrir evaporación.

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 5	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Agua Azul de retorno: Se refiere a la parte del flujo que no está disponible para su reutilización dentro de la misma cuenca y del mismo período de retiro, ya sea porque se devuelve a otra cuenca (o se descarga en el mar) o porque se devuelve en otro periodo de tiempo

7. Procedimientos


➤ EVALUACIÓN DE HUELLA HÍDRICA AZUL

La Huella hídrica azul es un indicador de uso consuntivo de agua fresca, proveniente de fuentes superficiales o subterráneas.

El agua que está en los ríos y acuíferos se puede utilizar para riego o para fines industriales o domésticos, pero este consumo está limitado por la disponibilidad del recurso en un cierto periodo de tiempo. Por esto, la huella hídrica azul mide la cantidad de agua disponible que se consume en un tiempo dado, en otras palabras, que no se devuelve dentro de la misma cuenca de captación. Para el cálculo de ésta, se utiliza la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 HHAzul = & \textit{Agua azul evaporada} + \textit{Agua azul incorporada} \\
 & + \textit{agua azul de retorno} \left(\frac{\textit{Volumen}}{\textit{Tiempo}} \right)
 \end{aligned}$$

<p>Escrito por: Carolina Silva</p> <p>Emitido: 15/11/2018</p>	<p>Documento Confidencial</p> <p>Página 6</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Aprobado:</p>
---	---	---------------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Dónde:

- Agua Azul incorporada: mide la cantidad de agua superficial o subterránea disponible que es consumida en un determinado período y que es ingresado al proceso
- Agua azul evaporada: corresponde a toda el agua azul almacenada, transportada, procesada, colectada y depositada que pueda sufrir evaporación.
- Agua azul de retorno, que se refiere a la parte del flujo que no está disponible para su reutilización dentro de la misma cuenca.

Para la obtención de los datos de “Agua incorporada” y “Agua de retorno”, se debe solicitar el consolidado de “Balance de agua” al Jefe de Producción, Gustavo López Rivera. Con respecto al “Agua evaporada”, este dato se obtiene accediendo a la estación meteorológica más cercana a la planta, conociendo así la evapotranspiración del sector.

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 7	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


➤ **EVALUACIÓN DE HUELLA HÍDRICA VERDE**

La Huella Hídrica Verde, consiste en el volumen total de agua que proviene de las precipitaciones y que cae directamente sobre plantas y suelo, para posteriormente evapotranspirarse; más el agua en forma de lluvia que está incorporada en el cultivo o madera cosechada. Para que esta huella sea considerada en la evaluación, es necesario que las plantas donde ocurre la evapotranspiración del agua, sean parte de los insumos o procesos necesarios para la producción del bien estudiado. La Huella Hídrica verde se cuantifica a través de la siguiente fórmula:

$$HH \text{ verde} = \text{Agua verde evaporada} + \text{Agua verde incorporada} \left(\frac{\text{Volumen}}{\text{Tiempo}} \right)$$

Como se dijo anteriormente, para que el agua que se evapotranspira contribuya al proceso en estudio, es necesario que las plantas, de donde es evapotranspirada el agua, sean parte de los insumos o procesos necesarios para la producción del bien estudiado o servicio entregado.

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 8	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

➤ **EVALUACIÓN DE HUELLA HÍDRICA GRIS**

La Huella Hídrica gris de un proceso, es un indicador del grado de contaminación del agua dulce, que pueden estar asociadas con el proceso realizado. Es decir, el volumen de agua dulce que se requiere para asimilar la carga de contaminantes, basados en las concentraciones naturales ambientales existente y las normas de calidad del agua. El tamaño de la contaminación del agua, puede ser expresado en términos del volumen de agua que se requiere para diluir contaminantes.


La Huella Hídrica gris se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Huella\ Hídrica\ Gris = \frac{(Vol\ ef * Cef) - (Vol\ ef - Cobj)}{Cobj - Cnat}$$

Dónde:

- Volef: Volumen del efluente
- Cef: Concentración en el efluente
- Cobj: Concentración máxima del parámetro medido en el cuerpo receptor según la normativa ambiental
- Cnat: Concentración natural libre de impactos antropogénicos

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 9	Aprobado por: Aprobado:
--	--	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Se describe a continuación los pasos para obtener cada uno de los valores para el cálculo de la HH gris:

- **Volumen y concentración en el efluente**


Diariamente es medido el caudal que sale desde la planta de tratamiento de aguas servidas, esta información se obtiene en el departamento de producción por medio del Ingeniero Ambiental.

Para conocer la concentración a la salida de la planta de tratamiento, es necesario solicitar al Ingeniero Ambiental el “Informe de Ensayo” el cual da los resultados por cada uno de los análisis realizados.

- **Concentración objetivo y Concentración natural**

En cuanto a las concentraciones objetivas y naturales, serán adquiridas por medio del Decreto supremo 609/1998, donde se identifican los límites máximos permitidos para las descargas de residuos industriales líquidos a las redes de alcantarillado de los servicios públicos de recolección de aguas servidas:

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 10	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Dónde: Concentración objetivo, será evaluada por cada “límite máximo permitido” por cada parámetro medido.

Concentración natural, se considera el máximo límite permitido entre todos los parámetros.


PARÁMETROS	UNIDAD	EXPRESIÓN	LIMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	150
Aluminio	mg/L	Al	10
Arsénico	mg/L	As	0.5
Boro	mg/L	B	4
Cadmio	mg/L	Cd	0,5
Cianuro	mg/L	CN	1
Cobre	mg/L	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/L	Cr ⁺⁶	0,5
Cromo total	mg/L	Cr	10
Hidrocarburos totales	mg/L	HC	20
Manganeso	mg/L	Mn	4
Mercurio	mg/L	Hg	0,02

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 11	Aprobado:

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Níquel	mg/L	Ni	4
Ph	Unidad	PH	5,5-9,0
Plomo	mg/L	Pb	1
Poder espumógeno	mg/L	PE	7
Sólidos Sedimentables	mg/L 1 h	S.D.	20
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/L	S ⁻²	5
Temperatura	°C	T °	35
Zinc	mg/L	Zn	5
DBO5	mg/L	DBO5	300
Fósforo	mg/L	P	10-15
Nitrógeno amoniacal	mg/L	NH ⁴⁺	80
Sólidos suspendidos totales	mg/L	S.S.	300

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 12	Aprobado:

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

8. Registros

❖ REGISTROS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA HIDRICA AZUL

Los registros generados para el cálculo de la Huella Hídrica azul, según cada componente de la ecuación:

I. AGUA AZUL INCORPORADA


Metros cúbicos mensuales pozos año 2017	
Mes	m ³
Enero	
Febrero	
Marzo	
Abril	
Mayo	

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 13	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Junio	
Julio	
Agosto	
Septiembre	
Octubre	
Noviembre	
Diciembre	
Total	

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 14	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

II. AGUA AZUL DE RETORNO

Balance de agua 2017			
Mes	Pozo m ³	TT. Consumo	Diferencia
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 15	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
Total			

III. AGUA AZUL EVAPORADA

EVAPOTRANSPIRACIÓN		
FECHA	EVAPOTRANSPIRACIÓN	UNIDAD

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 16	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------


<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

❖ **REGISTROS PARA EL CÁLCULO DE LA HUELLA HIDRICA GRIS.**

Una vez obtenido cada valor de la ecuación, se realiza el registro por cada uno de los compuestos del efluente, y así se identifica cuál de ellos cuenta con la mayor Huella Hídrica.

Los registros generados para el cálculo de la Huella Hídrica gris, según cada componente de la ecuación son los siguientes:

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 17	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


a. ACEITES Y GRASAS

Huella Hídrica Gris de Aceite y Grasas (A y G)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de A y G descargado	mg/L										
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris A y G	m ³ /mes										
Total aportado HH gris A y G	m ³ /año										

b. FÓSFORO

Huella Hídrica Gris de Fósforo (P)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de P descargado	mg/L										

<p>Escrito por: Carolina Silva</p> <p>Emitido: 15/11/2018</p>	<p>Documento Confidencial</p> <p>Página 18</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Aprobado:</p>
---	--	---------------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris P	m ³ /mes										
Total aportado HH gris P	m ³ /año										

c. HIDROCARBUROS TOTALES

Huella Hídrica Gris de Hidrocarburos Totales(HT)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de HT descargado	mg/L										
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris HT	m ³ /mes										
Total aportado HH gris HT	m ³ /año										

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 19	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


d. PODER ESPUMOGENO

Huella Hídrica Gris de Poder Espumógeno (PE)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de PE descargado	Mm										
Concentración de descarga según norma DS 609	Mm										
Caudal aportado HH gris PE	m ³ /mes										
Total aportado HH gris PE	m ³ /año										

e. SÓLIDOS SEDIMENTALES

Huella Hídrica Gris de Sólidos Sedimentables (SD)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de SD descargado	mg/L										

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 20	Aprobado:

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris SD	m ³ /mes										
Total aportado HH gris De SD	m ³ /año										

f. SULFUROS

Huella Hídrica Gris de Sulfuros S ⁻²											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de S ⁻² descargado	mg/L										
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris S ⁻²	m ³ /mes										
Total aportado HH gris de S ⁻²	m ³ /año										

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 21	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


g. NITRÓGENO AMONICAL

Huella Hídrica Gris de Nitrógeno Amoniacal NH ⁴⁺											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de NH ⁴⁺ descargado	mg/L										
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris NH ⁴⁺	m ³ /mes										
Total aportado HH gris NH ⁴⁺	m3/año										

h. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Huella Hídrica Gris de Sólidos suspendidos totales (SS)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de SS descargado	mg/L										

<p>Escrito por: Carolina Silva</p> <p>Emitido: 15/11/2018</p>	<p>Documento Confidencial</p> <p>Página 22</p>	<p>Aprobado por:</p> <p>Aprobado:</p>
---	--	---------------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L											
Caudal aportado HH gris SS	m ³ /mes											
Total aportado HH gris SS	m ³ /año											

i. DBO5

Huella Hídrica Gris de DBO5											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³										
Concentración de DBO5 descargado	mg/L										
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L										
Caudal aportado HH gris DBO5	m ³ /mes										
Total aportado HH gris DBO5	m ³ /año										

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 23	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Una vez obtenido cada resultado, se procede a la suma de la HH Azul más la HH Gris, en este caso, no se toma en cuenta la HH verde por no ser parte directo del proceso, por lo que se considera cero "0".

$$\text{Huella Hídrica Total} = \text{HHazul} + \text{HHverde} + \text{HHgris}$$

9. Entrenamientos


El entrenamiento se realiza cuando:

- ❖ Se desarrollen nuevos procesos que utilicen grandes cantidades de agua.
- ❖ Se modifique el procedimiento para incorporar los nuevos procesos
- ❖ Se asigne personal nuevo para la realización del manual.
- ❖ El personal necesite refrescar los conocimientos, por haber estado más de un año fuera del proceso o por ser personal con bajas habilidades en el área.
- ❖ Ingrese hombre nuevo, capacitar, ya sea de alguna empresa externa o interna.

10. Acciones correctivas

Una vez obtenido el resultado final de la sostenibilidad de la Huella Hídrica, y se verifica que es mayor a 1 el resultado, se deben realizar las acciones correctivas para minimizar la Huella. Para ello, se proporcionan a continuación dos maneras claves para la reducción de esta:

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 24	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

➤ **Actualización de tecnologías**

En la siguiente tabla, se identifican mecanismos de ahorro de agua que puede adoptar la empresa, comparando claramente sus principales características, porcentajes de eficiencia y costos:

Tecnología	% de ahorro	Instalación	Mantenimiento	Precio (\$)
llaves separadas con una salida de agua	Permite reducir el consumo en más de un 40%.	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Principalmente realizar limpieza para que no se genere cal en el grifo. Limpie con mezcla de agua y jabón Realizar mantenimiento de gomas una vez al año	\$30.000- \$50.000

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 25	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Monoblock	Permite un ahorro de 50 a 60%	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Principalmente realizar limpieza para que no se genere cal en el grifo Limpie con mezcla de agua y jabón. Realizar mantención gomas una vez al año y revisar que la llave esté asegurada.	\$30.000- \$65.000
Monomando lavamanos/lavaplatos	50 a 60% ahorro agua	Fácil de instalar, ya sea por los dueños o por técnicos	Realizar limpieza para no se genere cal en el monomando, secar tras uso. Limpiar con mezcla de agua y jabón Realizar mantención una vez al año de todo lo que conlleva el monomando.	\$35.000- \$60.000

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 26	Aprobado:

<i>Coca-Cola Embonor</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


<u>Llave temporizada</u>	ahorra un 30 y un 40%	Instalación de técnico	Realizar limpieza para que no se genere cal en el termostático. Realizar Mantenimiento con técnico para su buen funcionamiento.	\$ 30.000- \$60.000
Grifo electrónico	Aproximadamente un 70%	Instalación de técnico	Realizar Mantenimiento con técnico una vez al año. Limpiar con mezcla de agua y jabón. Reemplazo de batería cada cierto tiempo	\$80.000- \$500.000

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 27	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

<i>Coca-Cola Embonori</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


Perlizadores	Ahorro un 60%-75%	instalación por los dueños con cierta dificultad	Limpiar con mezcla de agua y jabón. Realizar Mantención una vez año por los propios dueños.	\$5.000- \$9.000
Aireadores	Ahorro de 40 a 60%	instalación por los dueños con cierta dificultad	No utilizar productos abrasivos de limpieza. Cambiar una vez al año el aireador por acumulación de sarro.	\$2.000- \$6.000
Limitador de caudal	45-65% de ahorro	Fácil instalación no se necesita de un técnico.	Mantener la pieza seca y limpia, realizar mantenciones cada 3 años.	\$8.000- \$12.000

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 28	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


Técnicas de tratamiento para la remoción de Sólidos en suspensión				
	Sedimentación	Flotación por aire	Filtración	Microfiltración / Ultrafiltración
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	SST 60-90 Sólidos sedimentables 90- 95	SST 85-98 Sulfuros de MP: 95 Mayor estabilidad de tratamiento con fluctuaciones de alimentación.	Depende del medio y de los auxiliares de filtración. SST 50-99,99	SST cerca de 100
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	SST<10	SST 10-20 Aceite 2-10	SST<10 Aceite<5	-----

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 29	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


Técnicas de tratamiento para la remoción de Metales pesados				
	Precipitación / sedimentación o flotación por aire / iónico	Cristalización	filtración Intercambio	Nanofiltración / ósmosis inversa
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	-----	-----	80-99	Hg inorgánico >90 (NF) Hg orgánico >90 (NF) Compuestos de Cd >90 (NF) Cerca del 100 % con RO
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	Para metales pesados, depende mucho del proceso de producción que los origina.	Zn 1 Ni 1	0,1-10	Muy bajas (casi cero) con RO

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 30	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sales y/o ácidos inorgánicos				
	Evaporación	Intercambio iónico	Osmosis inversa (RO)	Eliminación biológica de sulfatos
Eficacia alcanzable [% eliminación de contaminantes]	Eliminación completa de sales.	80-99	Cerca del 100 %	sulfatos: 94 zinc: 99,8 cadmio: >99
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	-----	0,1-10	Muy bajas (casi cero)	sulfatos: 75 zinc: 0,05-0,15 cadmio: <0,01

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 31	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

Técnicas de tratamiento para la remoción de Sustancias biodegradables					
	Tratamiento biológico anaerobio	Lodo activado (mixto) / biorreactor con membrana	Filtro de goteo / percolación	Lecho expandido	Lecho fijo con biofiltro
Concentraciones alcanzables [mg/l] SST	DQO: 75-90 En combinación con t. aerobio DQO: 95-97 DBO: 99-99,8	DBO: 97-99,5 DQO: 76-96 90-96 (membrana) Índice fenólico: >99 total N inorg.: 82 (membrana) NH4-N: 96 (membrana)	BOD: 40-90	BOD: >98 DQO: 90	DQO refractaria: 26- 68 Índice fenólico: 75- 98 AOX: 55-98 total N.inorg.: 4-50

Escrito por: Carolina Silva Emitido: 15/11/2018	Documento Confidencial Página 32	Aprobado por: Aprobado:
--	---	--------------------------------

<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE

➤ **Sensibilización al personal de la Planta:**


EL BUEN USO Y CUIDADOS DEL AGUA

- Cierra bien todos los grifos
- Cierra el grifo durante el lavado de dientes.
- Tira la cadena solo cuando sea necesario
- No arrojes al inodoro papeles, colillas o algún tipo de desecho.

¡NO ES BASURERO!



YO AHORRO AGUA



¿Y TU?



Coca-Cola Embonor S.A.

!Cuidemos el Agua!

El agua es una fuente de vida insustituible y fundamental para el desarrollo de la sociedad.

Además de ser esencial, el agua es un recurso agotable y cada vez más escaso a escala mundial.


!Cuidar el agua es responsabilidad de todos!

Te invitamos a que sigas las siguientes recomendaciones para un mejor uso y aprovechamiento del agua!

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 33	Aprobado:

<i>Coca-Cola Embonor S.A.</i>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	01 Edición
	MANUAL PARA EL CALCULO DE LA HUELLA HÍDRICA	18POE


¿SABÍAS QUE?



- Un grifo abierto gasta de 5 a 10 litros por minuto...
- ...Si utilizas la ducha en lugar del baño puedes ahorrar al mes 4.500 litros.
- Un grifo que gotea puede gastar hasta 1.500 litros al mes...

CS

RECUERDA NO DESPERDICIA NI UNA GOTA DE AGUA!



Ten presente que :

Si encuentras o sabes de cualquier fuga en grifos o cisternas, comunícalo de inmediato al Responsable ambiental de la Planta.

CS

Coca-Cola Embonor S.A.

Y recuerda que el agua continúa haciendo su camino, por lo tanto no utilices el inodoro, como papelera.

!NO ARROJES NINGÚN RESIDUO QUE PUEDA CONTAMINAR EL AGUA!

Coca-Cola Embonor S.A.

Escrito por: Carolina Silva	Documento Confidencial	Aprobado por:
Emitido: 15/11/2018	Página 34	Aprobado:

5.4 Aplicabilidad del manual para la reducción de la Huella Hídrica y recomendar la incorporación de nuevas tecnologías para su reducción.

Se aplicó el manual a la empresa Coca Cola Embonor S.A, la cual consta de un Sistema de Gestión Integrado. Se realiza el cálculo de la Huella Hídrica, asociada al funcionamiento de los procesos con mayor consumo de agua dentro de la empresa. Coca-Cola Embonor S.A Planta Viña del mar se encuentra ubicada en Camino internacional #13255 Concón.

La aplicabilidad del manual, se realizó para el año 2017 de enero a diciembre. Cabe destacar, que cuando se aplique el manual por parte del responsable a cargo, sea de manera mensual, debido a las fluctuaciones que experimenta la empresa durante el año.

Los principales procesos que utilizan agua y que sean evaluados durante el manual serán:

- Líneas de producción (Sidel, Krones y PET)
- Planta de tratamiento de agua potable
- Planta de tratamiento de aguas servidas
- Sala de jarabe
- Casino

- **HUELLA HÍDRICA AZUL**

Como se mencionó anteriormente, Coca Cola Embonor S.A. utiliza aguas subterráneas para la elaboración de sus distintos productos y abastecimiento del establecimiento. Para conocer el agua incorporada que ingresa a los procesos de la Planta, se solicitó información directa al personal encargado, obteniendo los siguientes resultados del año 2017.

Tabla 20 Metros cúbicos mensuales en pozos año 2017.

Metros cúbicos mensuales pozos año 2017	
Mes	m ³
Enero	33.981
Febrero	34.571
Marzo	31.393
Abril	22.436
Mayo	27.786
Junio	21.741
Julio	25.459
Agosto	26.097
Septiembre	24.639
Octubre	24.645
Noviembre	31.527
Diciembre	35.329
Total	339.604

Para la obtención de la evaporación, se adquirieron datos de la Estación meteorológica “El Maqui” (Ver **Anexo 2**), arrojando los siguientes resultados alcanzados a través de la ecuación de Penman-Monteith (mm):

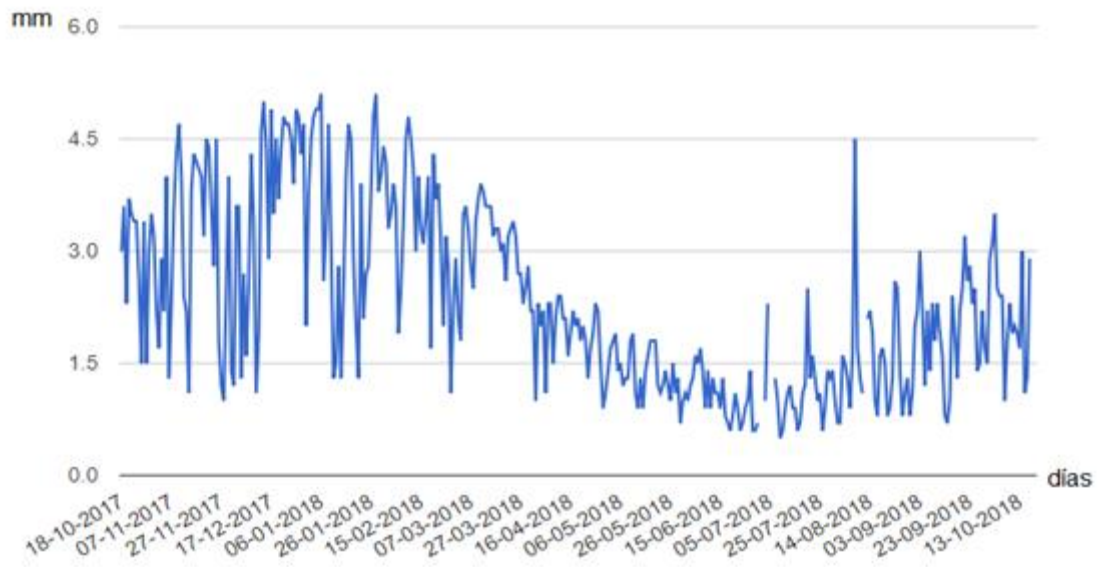


Figura 66 Gráfico de evapotranspiración El Maqui

El valor de evapotranspiración, finalmente, se obtuvo a través del área bajo la curva del año 2017, dando como resultado 242,3 mm/año.

Con el propósito de mejorar la gestión del recurso hídrico, la empresa realiza reutilización de sus aguas en algunos de sus procesos, principalmente en la “Sala de jarabes”, donde el agua es devuelta a la planta de tratamiento de agua potable, para ser tratada obligatoriamente y volver a utilizarla en sus procesos. En la tabla N°21, se puede observar el balance de agua del año 2017, dónde la diferencia entre los metros cúbicos totales de los pozos y el total de consumo de agua es designada como “agua azul de retorno”

Tabla 21 Balance de consumo de agua año 2017.

Balance de agua 2017			
Mes	Pozo m³	TT. Consumo	Diferencia
Enero	33.981	30.181	3.800
Febrero	34.571	32.198	2.373
Marzo	31.393	28.434	2.959
Abril	22.436	19.818	2.618
Mayo	27.786	24.770	3.016
Junio	21.741	17.336	4.405
Julio	25.459	22.090	3.369
Agosto	26.097	25.900	197
Septiembre	24.639	23.475	1.164
Octubre	24.645	24.122	523
Noviembre	31.527	25.604	5.923
Diciembre	35.329	30.115	5.214
Total	339.604	304.043	35.561

Una vez que se obtuvo cada valor, se efectuaron los cálculos para la Huella Hídrica Azul:

$$HH_{Azul} = 0,2423 + 35.561 + 339.604 \left(\frac{m^3}{año} \right)$$

$$HHAzul = 375.165,242 \left(\frac{m^3}{año} \right)$$

- **Huella Hídrica Gris**

En las Tablas, desde la N°22 a la 30, se muestran los cálculos de Huella Hídrica Gris para los nueve compuestos descargados desde la planta de tratamiento de aguas servidas.

Tabla 22 Huella Hídrica Gris para Aceite y Grasas.

Huella Hídrica Gris de Aceite y Grasas (A y G)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de A y G descargado	mg/L	8	8	<1	9	4	3	2	4	<1	1
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Caudal aportado HH gris A y G	m ³ /mes	2554,7	2491,01	2677	1686,2	2374,5	2650	2361	2557	-	-
Total aportado HH gris A y G	m ³ /año	19.351,41									

Tabla 23 Huella Hídrica Gris para Fósforo.

Huella Hídrica Gris de Fósforo (P)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de P descargado	mg/L	3,02	1	8,87	2,52	1,36	1,33	1	1,18	<0,06	1,92
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Caudal aportado HH gris P	m ³ /mes	107,82	135,555	17,42	76,802	120,65	134,2	123,27	132,6	-	-
Total aportado HH gris P	m ³ /año	848,317									

Tabla 24 Huella Hídrica Gris para Hidrocarburos Totales.

Huella Hídrica Gris de Hidrocarburos Totales(HT)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de HT descargado	mg/L	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Caudal aportado HH gris HT	m ³ /mes	298,04	290,612	297,4	198,11	269,43	298,6	264,28	290,1	-	-
Total aportado HH gris HT	m ³ /año	2.206,572									

Tabla 25 Huella Hídrica Gris para Poder Espumógeno.

Huella Hídrica Gris de Poder Espumógeno (PE)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de PE descargado	Mm	1	2	0,8	5	0,8	0,8	0,8	0,8	1	3,3
Concentración de descarga según norma DS 609	Mm	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Caudal aportado HH gris PE	m ³ /mes	92,399	75,0806	95,28	20,473	86,313	95,67	84,665	92,93	-	-
Total aportado HH gris PE	m ³ /año	642,8106									

Tabla 26 Huella Hídrica Gris para Sólidos Sedimentables.

Huella Hídrica Gris de Sólidos Sedimentables (SD)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de SD descargado	mg/L	0,8	2	0,2	0,2	0,5	1	0,2	0,2	0,2	2
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Caudal aportado HH gris SD	m ³ /mes	299,6	273,876	308,3	205,37	275,07	297,1	273,97	300,7	-	-
Total aportado HH gris De SD	m ³ /año	2.233,986									

Tabla 27 Huella Hídrica Gris para Sulfuros.

Huella Hídrica Gris de Sulfuros S⁻²											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de S ⁻² descargado	mg/L	0,2	0,32	0,03	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Caudal aportado HH gris S ⁻²	m ³ /mes	73,77	70,1342	76,22	50,365	69,051	76,54	67,732	74,35	-	-
Total aportado HH gris de S ⁻²	m ³ /año	558,1622									

Tabla 28 Huella Hídrica Gris para Nitrógeno Amoniacal.

Huella Hídrica Gris de Nitrógeno Amoniacal NH⁴⁺											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de NH ⁴⁺ descargado	mg/L	3,23	0,22	0,21	0,13	0,02	0,72	0,5	0,27	0,02	0,02
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Caudal aportado HH gris NH ⁴⁺	m ³ /mes	1276,1	1293,04	1323	882,48	1201,8	1320	1171,8	1290	-	-
Total aportado HH gris NH ⁴⁺	m ³ /año	9.758,22									

Tabla 29 Huella Hídrica Gris para Sólidos Suspendidos Totales.

Huella Hídrica Gris de Sólidos suspendidos totales (SS)											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de SS descargado	mg/L	102	260	9	108	61	78	16	19	25	104
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Caudal aportado HH gris SS	m ³ /mes	4325,5	852,057	6344	2788,1	4719,9	4860	5501,5	5975	-	-
Total aportado HH gris SS	m ³ /año	35.366,057									

Tabla 30 Huella Hídrica Gris para DBO5.

Huella Hídrica Gris de DBO5											
	Unidad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Noviembre	Diciembre
Descarga de efluente	m ³	15.292	14.911	15.260	10.165	13.824	15.323	13.560	14.884	-	-
Concentración de DBO5 descargado	mg/L	86	144	17	72	19	23	16	20	12	70
Concentración de descarga según norma DS 609	mg/L	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Caudal aportado HH gris DBO5	m ³ /mes	4675	3323,02	6169	3310,9	5549,3	6064	5501,5	5954	-	-
Total aportado HH gris DBO5	m ³ /año	40.546,72									

Según la ecuación de cálculo de la Huella hídrica gris, descrita anteriormente, se pudo obtener el aporte total de cada uno de los contaminantes al año, siendo el aporte mayor el de DBO₅, con 40.546,72 m³ /año. Este valor será utilizado para el siguiente cálculo de la Huella Hídrica Global. Finalmente para conocer la Huella Hídrica Global del proceso, es necesario conocer cada valor de la ecuación de la huella hídrica global:

- 1) Huella Hídrica Azul= 375.165,242 m³ /año
- 2) Huella Hídrica Gris= 40.546,72 m³ /año
- 3) Huella Hídrica verde= 0

$$\begin{aligned} \text{Huella Hídrica Global} &= 375.165,242 + 40.546,72 + 0 \\ &= 415.711,962 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \end{aligned}$$

Para determinar la sostenibilidad de la Huella Hídrica azul, se realizaron los siguientes cálculos: el primero basado en la disponibilidad de agua en los pozos que cuenta Coca Cola Embonor S.A, segundo basado en la disponibilidad de la cuenca del Aconcagua y por último, se debe tener en consideración que la Huella Hídrica Azul de un año se dividió en partes iguales para conocer la sostenibilidad por mes.

Tabla 31 Resultados de la Sostenibilidad de la HH Azul

Mes	Disponibilidad de agua en pozos	HH Azul	Índice de escasez
Enero	33.981	31263,7	0,92003473
Febrero	34.571	31263,7	0,90433311
Marzo	31.393	31263,7	0,99588125
Abril	22.436	31263,7	1,3934614
Mayo	27.786	31263,7	1,12516015
Junio	21.741	31263,7	1,43800653
Julio	25.459	31263,7	1,22800189
Agosto	26.097	31263,7	1,19798061
Septiembre	24.639	31263,7	1,26887049
Octubre	24.645	31263,7	1,26856157
Noviembre	31.527	31263,7	0,99164843
Diciembre	35.329	31263,7	0,88493023

Sostenibilidad de la HH	Nivel de impacto
Mayor a 4	Alto
Mayor a 2	Medio
Mayor a 1,5	Moderado
Mayor a 1	Significativo

Como se puede observar en los resultados obtenidos en la Tabla 31, la escasez de agua durante el año sobrepasa los caudales naturales entre los meses de Abril a Octubre, por lo que el nivel de impacto es significativo. En los meses restantes, el índice de escasez es cercano a 1, pero no es significativo según los rangos de nivel de impacto.

A continuación se puede observar de manera gráfica cómo la extracción de agua es mayor en algunos casos a la disponibilidad de agua existente en los pozos.

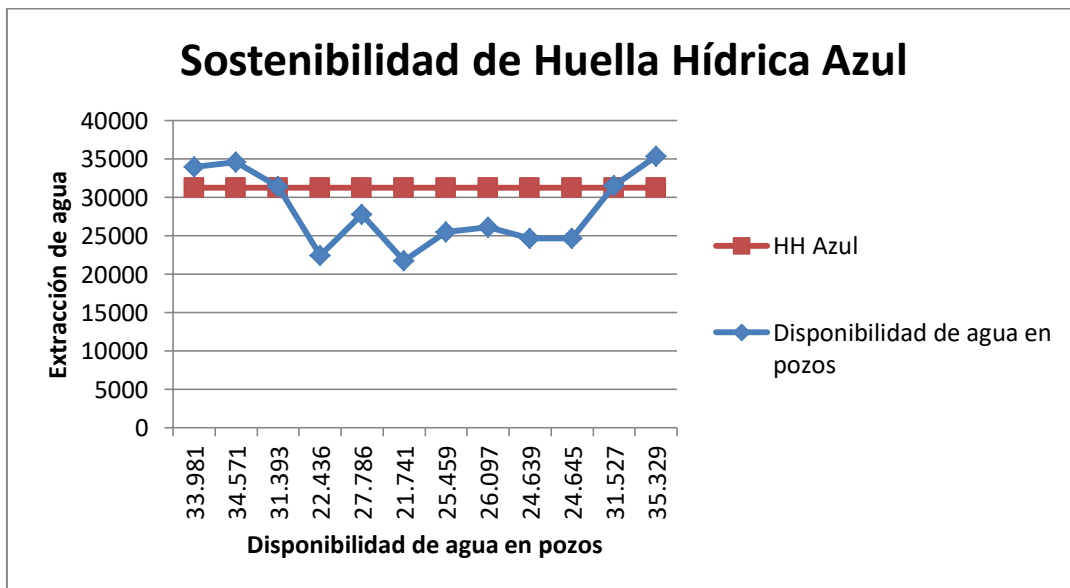


Figura 67 Sostenibilidad de la HH Azul.

Según el informe “DIAGNOSTICO Y CLASIFICACION DE LOS CURSOS Y CUERPOS DE AGUA SEGUN OBJETIVOS DE CALIDAD”, Diciembre 2004, el Escurrimiento natural y el

Requerimiento ambiental de la cuenca del Aconcagua es respectivamente $3.810.240 \frac{m^3}{mes}$ y $648.000 \frac{m^3}{mes}$. Por lo tanto, la obtención de la disponibilidad real de la cuenca se calcula a continuación:

Disponibilidad real de la cuenca

$$\begin{aligned} &= \text{Escurrimiento natural} - \text{Requerimiento ambiental de la cuenca} \\ &= 3.810.240 - 648.000 \frac{m^3}{mes} = 3.162.240 \frac{m^3}{mes} \end{aligned}$$

Se sabe que La HH Azul es $31263,7 \frac{m^3}{mes}$, por lo tanto el índice de escasez se calcula:

$$\frac{31263,7}{3.162.240} = 0.009886$$

Se concluye que a nivel de cuenca, el índice de escasez es insignificante.

El cálculo de la sostenibilidad de la huella hídrica gris, no se puede realizar, ya que el alcance del manual es solo la planta Coca cola Embonor, y esta empresa envía sus residuos a ESVAL través del alcantarillado. Como la sostenibilidad de la HH Gris, se cuantifica con el volumen de agua en el cauce natural, el índice de contaminación es cero.

Para realizar una mejora al sistema y que suceda una disminución en la Huella Hídrica Global de la empresa, se deben realizar distintas acciones que se detallan a continuación en el Programa de Gestión Ambiental:

Tabla 32 Programa de Gestión Ambiental

Programa de Gestión							
Unidad	Proceso	Objetivo	Meta	Mitigación	Costos	Responsable	Plazos
Línea Sidel (1)	Lavadora de Botellas	Reducir el consumo de agua en lavado de botellas	Reducir el consumo de agua en un 30%	Instalación de nueva lavadora industrial de botellas	————	Jefe de mantenciones	12 meses
Línea Krones (2)	Lavadora de Botellas	Reducir el consumo de agua en lavado de botellas	Reducir el consumo de agua en un 30%	Instalación de nueva lavadora industrial de botellas	————	Jefe de mantenciones	12 meses
Casino	Lavado de utensilios de cocina	Reducir el consumo de agua en el lavado de utensilios de cocina	Reducir el consumo de agua en un 50%	Instalación de grifería electrónica	\$80.000- \$500.000	Jefe de mantenciones	4 meses
				Sensibilización sobre ahorro de agua a personal de cocina	100.000\$	Ingeniero Ambiental	Cada vez que ingrese personal de cocina a la empresa

Nota: Se repite la información para el proceso de lavadoras industriales, ya que ambas líneas de producción constan de lavado de botellas en su sistema.

Una vez realizado el Programa de Gestión Ambiental, se espera una mejora en cuanto a la reducción del consumo de agua en las 3 áreas de la empresa que serán intervenidas, para ello se calculó una estimación de la disminución de estos consumos.

En cuanto al casino de la empresa, se estima un 50% de ahorro, ya que es porcentaje máximo de ahorro según las tecnologías antes mencionadas, mientras que para las lavadoras se espera un 30% de ahorro con las nuevas tecnologías, por lo que afectaría de forma directa a la Huella Hídrica azul.

Tabla 33 Consumo de agua total con % de ahorro.

Mes	Pozos m ³	Casino	Total Consumo	TT. Consumo	Diferencia
ENE	23.787	211	1.744	28.307	4.520
FEB	24.200	174,5	1.510	30.548	6.348
MAR	21.975	179,5	1.711	26.601	4.626
ABR	15.705	125,5	1.417	18.586	2.881
MAY	19.450	156,5	1.673	23.393	3.943
JUN	15.219	140	1.465	16.209	990
JUL	17.821	127,5	1.454	20.553	2.732
AGO	18.268	183	1.703	24.317	6.049
SEP	17.247	134,5	2.048	21.996	4.749
OCT	17.252	155	1.687	23.251	5.999
NOV	22.069	136	2.208	24.650	2.581
DIC	24.730	136,5	2.028	29.045	4.315
TOTALES	237.723	1.860	20.645	287.455	49.733

Al necesitar menos cantidad de agua para estos procesos importantes de la empresa, se espera que los m³ de los pozos disminuyan en aproximadamente un 30%.

$$\text{Huella Hídrica azul} = 0,2423 + 237.723 + 49.733 = 287.456 \left(\frac{m^3}{\text{año}}\right)$$

$$\text{HH Global} = 287.456 + 40.546,72 + 0 = 328.002,72 \left(\frac{m^3}{\text{año}}\right)$$

6. DISCUSIÓN

6.1 Metodología para la evaluación de la Huella Hídrica.

En cuanto a la metodología y aspectos para el cálculo de la Huella Hídrica, se utilizó la norma ISO 14.046, que es la primera norma internacional sobre ésta Huella, pero que sólo establece principios y requisitos para realizar una evaluación, por lo cual, la información entregada por esta norma, no es lo más completa posible en cuanto a información de cálculos de la Huella Hídrica. Por esa razón, se recurrió a WFP (Water Footprint Manual), donde se obtuvo mayor información para completar esta evaluación.

La disponibilidad de información es una limitación importante, no existiendo bases de datos que incluyan toda la información necesaria. Lo anterior obliga a utilizar información de multitud de fuentes, con grados de incertidumbre y error diferentes, como son los datos de disponibilidad de agua en la cuenca del Aconcagua y su caudal ecológico.

En cuanto a la normativa, se utilizó el Decreto Supremo 609. Si bien está compuesta por una cantidad de parámetros, estos tienen un límite máximo permitido bastante amplio, por lo que en una evaluación a la Huella hídrica Gris, afecta directamente.

El límite y alcance medido en este estudio, es muy acotado y sólo se tomaron en consideración los principales procesos que utilizan mayor cantidad de agua en el interior de la Planta, sin considerar las áreas verdes de la empresa. Por lo tanto, la evaluación no representa precisamente a toda la empresa Coca Cola Embonor.

El hecho de sólo haber evaluado la Huella Hídrica directa de la empresa, hace que la representación de ésta evaluación sea menos precisa. No se evaluó la Huella Hídrica indirecta, que considera todo el volumen utilizado y contaminado en toda la cadena de producción de las bebidas, es decir toda el agua involucrada en las materias primas,

transportes, energía entre otros, que llegan a la Planta de Viña del mar para la elaboración de los diferentes productos.

El indicador de la Huella Hídrica se centra exclusivamente sobre los recursos hídricos, por lo que otorga una visión bastante acotada de la sostenibilidad. Es imprescindible su evaluación junto con otros criterios ambientales y socio-económicos.

Con respecto a las tecnologías investigadas, precisamente en lavadoras industriales de botella, no hubo mayor información en cuanto a precios por parte de la empresa vendedora. Se pudo tomar como implementación, a pesar de tener un porcentaje de ahorro del 30%, lo que de igual manera ayudaría a la empresa a disminuir su consumo de agua.

En cuanto a costo-beneficio de las tecnologías, la maquinaria de lavado de botellas se sabe que tiene un valor de alto costo y entrega un 30% de ahorro. Su beneficio se podrá observar en un periodo largo de uso. En cambio, las tecnologías de ahorro de agua de grifería, tienen un valor razonable para la empresa Coca Cola, y su porcentaje de ahorro es mayor a la dicha anteriormente estando sobre el 50%, por lo que su beneficio es mayor e inmediato.

6.2 Manual de evaluación de la Huella Hídrica

Como se dijo anteriormente, el alcance de este estudio es bastante acotado. Es por eso, que el manual sólo está descrito para la Huella Hídrica Azul y Gris de la empresa, dejando de lado el cálculo de la HH verde, por no ser parte directa de la elaboración de los productos.

En cuanto a los registros de la Huella Hídrica gris, está compuesta sólo por parámetros medidos según la normativa DS 609 /1998. Otros parámetros medidos por la empresa, no fueron considerados por no poseer los límites máximos permitidos.

Si bien, siguiendo los pasos correctamente presentes en el manual, se puede llegar a calcular de manera correcta la Huella Hídrica directa de la empresa, si no se tiene el personal adecuado, podría perjudicar el cálculo global de la Huella. Es por esta razón que la persona

encargada de manipular y realizar el manual, debe ser previamente capacitado y que tenga las competencias necesarias para identificar cada uno de los componentes de las Huellas.

La evaluación de la Huella Hídrica gris, se realiza para cada uno de los componentes, obteniendo resultados del mayor de ellos; sin embargo, para conocer la sostenibilidad de esta huella, no es posible obtener resultados ya que por una parte no está dentro de los límites de estudio, y por otra, Coca Cola Embonor recepciona sus aguas residuales al alcantarillado llegando a plantas de tratamientos de otra empresa, que por último, desemboca en el mar. Como se sabe, la huella hídrica gris toma en consideración el volumen de agua de una cuenca hidrográfica necesaria para diluir los contaminantes. En este caso la HH gris no es posible medir su sostenibilidad.

6.3 Aplicabilidad del manual del cálculo de la Huella Hídrica

Para la aplicabilidad del manual en cuanto a consumos de agua de los distintos procesos y el agua de retorno, no hubo mayor complejidad, ya que la información fue entregada por la encargada SIG y medio ambiente de la empresa. Sin embargo, para la obtención del agua azul evaporada, se supusieron valores de la estación meteorológica más cercana a la empresa, lo que no son datos reales de la evapotranspiración del lugar a pesar de ser valores actualizados. Con respecto a la sostenibilidad de la Huella Hídrica azul, al no contar con datos actualizados sobre la disponibilidad de agua en la cuenca del Aconcagua, el caudal ecológico de ésta como también el cauce superficial, se da a entender que el valor obtenido no es real.

En cuanto a la evaluación de la Huella Hídrica gris, no hubo mayores inconvenientes, ya que se encontraban registrados los valores de los distintos análisis para conocer los componentes de los RILES y el volumen del efluente para cada día del año aplicado. Respecto a su sostenibilidad, como se dijo anteriormente, no fue medida, ya que la empresa no retira sus aguas residuales a Cuencas hidrográficas cercanas, sino que lo hace a través de alcantarillado.

7. CONCLUSIÓN

La Huella Hídrica ha dejado de ser un simple indicador, transformándose en una herramienta de gestión, la cual simplifica y contextualiza los problemas existentes con el uso del agua, buscando soluciones estratégicas para la gestión de este recurso. Es por ello que se llevó a cabo la realización y el cálculo del manual de la Huella Hídrica en la empresa Coca cola Embonor S.A., el cual se logró de manera exitosa tomando en cuenta que solo se involucraron algunas áreas de las que consumen mayor cantidad de agua.

Con la ayuda de la Norma ISO 14.046:2015 y la Water Footprint Network se llevó a cabo la identificación de los requerimientos para la creación de este manual. Se corroboraron las cuatro fases importantes para la evaluación de la Huella Hídrica, obteniendo como conclusión, solo realizar la evaluación de la Huella Hídrica directa de la empresa, sin tomar en cuenta el volumen de agua consumido para producir las materias primas que ingresan a la Planta de producción.

Para determinar qué procesos iban a ser evaluados en el interior de la empresa, se llevó a cabo un análisis del ciclo de vida de los principales procesos para la elaboración de bebidas. De un total de 31 áreas de producción, sólo se tomaron en cuenta las más significativas en cuanto al consumo de agua en el interior de la empresa, entre ellas las líneas de producción, plantas de tratamientos y casino.

Las propuestas de mejoras en el uso del recurso hídrico que se analizaron según diferentes tecnologías, benefician principalmente en el ahorro de agua, donde las mejores son las griferías de tipo electrónico que ayuda con aproximadamente un 50% de ahorro en el consumo de agua. Esta información favoreció para dar soluciones en la reducción de la Huella Hídrica Global de la empresa Coca Cola Embonor S.A.

La aplicación del manual se realizó para la empresa Coca Cola Embonor S.A. en el año 2017, donde la empresa obtuvo una Huella Hídrica Global de $415.711,969 \frac{m^3}{año}$, siendo su mayor aporte la Huella Hídrica azul, y una vez que se actualicen las tecnologías a través de la ejecución del programa de gestión ambiental, la Huella Hídrica de la empresa se verá disminuida hasta aproximadamente $328.002,72 \frac{m^3}{año}$, ayudando así tanto a Coca Cola Embonor, como al cuidado del recurso hídrico de la zona en cuestión.

Es necesario que la empresa Coca Cola Embonor S.A., siga realizando estudios sobre éste tema y ampliar el manual de cálculo de la huella hídrica a un alcance indirecto, con el fin de obtener un indicador global y representativo de todas las funciones que son propiedad de la empresa y de aquellas que son realizadas por entes externos, ya que la huella hídrica indirecta es significativa para el cálculo y dará un mayor aporte a la huella hídrica global de la empresa, el cual debe ser analizado posteriormente.

8. REFERENCIA

- Acueducto y Alcantarillado de Popayán. *Campaña de Sensibilización para “El Uso Responsable del Agua y la Gestión del Riesgo”* (2012). Recuperado de: http://www.acueductopopayan.com.co/wp-content/uploads/2013/05/Campa%C3%B1a_de_Sensibilizacion.pdf
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, *Usando el Agua Eficientemente: Ideas para la Industria.* (2018). Recuperado de: www.epa.gov/owm/water-efficiency/index.htm
- Aguasistec. *Planta de Tratamiento de Agua Potable – PTAP.* (2018). Recuperado de: <http://www.aguasistec.com/planta-de-tratamiento-de-agua-potable.php>
- Aldaya, Ercin, & Hoekstra. (2011). The Water Footprint of Soy Milk and Soy Burger and Equivalent Animal Products.
- Aldaya, M. *Introducción al cálculo de la huella hídrica según Water Footprint Network.*(2015).Recuperadode:www.fundacionbotin.org/o%20NACIONALES/13huella%20hidrica/Maite_Aldaya_Seminario_OA.pdf
- Avellaneda, R., Peñataro, P., & Martín, M. (2011). *El agua es vida cuidado y gestión sostenible de las fuentes tradicionales de agua en comunidades rurales amazónicas* (1st ed.). Perú.
- BROWN & SALDIVIA. Informe Nacional Sobre la Gestión del Agua en Chile, 2000
- Caselli, M. (1992). *La contaminación atmosférica* (6th ed., pp. 38-40). México D.F: Siglo Veintiuno Editores, s.a de C.V.
- Centro de Análisis de Ciclo de Vida y Diseño Sustentable CADIS, Embajada de Suiza en Colombia, Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo COSUDE. Martínez A., Chargoy J., Puerto M., Suppen N., Rojas D. Autores contribuyentes: Alfaro S, Ayes D., Barrantes L., Carrasco L., Castro J., Charlón V., Civit B., Conza A., Díaz C., Díaz L., Farell C., Francke I., García A., Gmünder S.,

González M., Grisales C., Laura R., Lloret P., Monteiro R., Naranjo C., Papi S., Peña C., Petrocelli N., Revilla V., Rodríguez L., Rosa E., Sacayón E., Toro C., Vera A., Victoria J., Villarraga J. (2016) *Huella de Agua (ISO 14046) en América Latina, análisis y recomendaciones para una coherencia regional.*

CEPYME. (2007). Guía Práctica Sobre Ahorro de Agua.

Consejo para el Desarrollo y la Sostenibilidad Hídrica de la Región de Valparaíso (2018) *Lineamientos estratégicos gobierno regional región de Valparaíso gobierno de Chile intendencia región de Valparaíso de la región de Valparaíso para el desarrollo y sostenibilidad hídrica de política pública e iniciativa.* Recuperado de:

www.gorevalparaiso.cl/archivos/archivoDocumento/2018/otros/Libro_Hidrica.pdf

Corominas J. (2011) Estimación de la huella hídrica y ciclo hidrológico de las cuencas andaluzas: Fundación botín.

DGA. (1987). *Balance Hídrico de Chile. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas. Santiago, Chile.*

Diseños Baño. (2018). Llave Para Lavamanos: Tipos, Diseño, Material, Tamaño Y Coste. Recuperado de: <https://utensiliospara.com/hogar/bano/llave-para-lavamanos/>

Ecodes. (2008). Catálogo de Tecnologías Ahorradoras: Documento técnico de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y edificios de uso público.

ERCIN, A.E., Aldaya, M.M. and Hoekstra, A.Y. The water footprint of soy milk and soy burger and equivalent animal products, Value of Water Research Report Series No.49, UNESCO-IHE. 2011.

Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025. [En línea]. Recuperado en: http://www.mop.cl/documents/enrh_2013_ok.pdf Consultado el: 25 de Mayo 2018

FALCÓN, Francisca. Estudio Diagnóstico de la situación de los recursos hídricos, Chile Sustentable, 2002.

Fernández, V., Lastra, X., & Tolón, A. (2013). HUELLA HÍDRICA Y SOSTENIBILIDAD DEL USO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS. Aplicación al Poniente Almeriense. Estudios previos y medidas de eficiencia. *Revista Electrónica De Medioambiente UCM*, 14(1).

Fundacion Chile. *Guía para a evaluación de la Huella Hídrica productiva a nivel cuenca en Chile*. (2016).

Fundación Chile. Medición de la huella del agua. [En línea]. Santiago, Chile. Recuperado en: <http://www.fundacionchile.com/archivos/Concha_Toro.docx>.

Consultado el: 15 de Abril 2018

García, Á. (2013). *La huella hídrica como indicador de presiones: aplicación a la cuenca del Duero y al sector porcino español*.

Geohidrología consultores Ltda. *Impacto aplicación caudal ecológico mínimo retroactivo en cuencas de la iv, v y vi región*. (2016). Recuperado de: <http://documentos.dga.cl/ECO5707.pdf>

Gómez, S., Galleguillos, M., Pérez, P., Arenas, W., Gómez, M., Saldías, B., Dintrans, L. and Gómez A., S. (2017). *PLADECO Concón 2018-2022*. Concón, pp.22-37.

Guerrero, M., & Schifter, I. (2011). *La huella del agua*. México: FCE E, SEP, CONACYT.

Gutiérrez Roa, J., Trejo López, O., Camacho Navarrete, S., Castillo Gutiérrez, R., Cruz Ruiz, S., & Castañeda Gutiérrez, J. (1998). *Distrito federal/ Federal District: Educacion Ambiental* (5th ed., p. 44). México, D.F.: Limusa, S.A de C.V. GRUPO NORIEGA EDITORES.

Henríquez B., M. J. (2009). Grifería para lavamanos/ Informador de consumo de Agua.

Hoekstra, A.Y. 2003. Virtual Water Trade. Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No. 12. 246.

Huella del agua| ISO 14046. (2018). Recuperado de:

<http://optima-consultores.es/consultoria/ambiental/huella-de-agua-iso-14046/>

Huella Hídrica en México en el contexto de Norteamérica. (2012). Recuperado de:
<http://www.huellahidrica.org/Reports/AgroDer,%202012.%20Huella%20h%C3%ADdrica%20en%20M%C3%A9xico.pdf>

Idealista, D. *Triptico Cuidado Del Agua.* (2015) Recuperado de:
<https://www.scribd.com/document/252039616/Triptico-Cuidado-Del-Agua>

International Organization of Standardization ISO. Environmental management - Water footprint - Principles, requirements and guidelines.

Larraín Ruiz-Tagle, S. and Schaeffer, C. (2010). *Conflictos por el agua en Chile.* [Santiago de Chile]: Programa Chile Sustentable.

LARRAÍN, S. M., AEDO & BRAVO, P. Agua: ¿A dónde está y de quién es? Para entender lo que ocurre con las aguas en Chile, 2004.

Madrid Salud. *Ahorra agua es de todos.* (2018) recuperado de:
http://madridsalud.es/gestion_ambiental/pdfs/consumo_agua.pdf

Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. *Mejores Técnicas Disponibles de referencia europea Sistemas de Gestión y Tratamiento de Aguas y Gases Residuales en el Sector Químico.* (2009). Madrid, España.


MMA. (2018). Recuperado de: <http://portal.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2017/12/Aconcagua.pdf>

MOP& DGA. *Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad.* (2004): Cade- Idepe.

- MOP&DGA *Determinación de la Disponibilidad de Aguas Subterráneas en el Valle del Río Aconcagua*. (2015). Recuperado de:
http://www.dga.cl/estudiospublicaciones/Series%20documentales/InformeFinal_Aconcagua_SD T372.pdf
- Morales, C. (2016). *Manual para la reducción de la Huella Hídrica en Planta de Tratamiento de aguas servidas para aguas y riles S.A.* Universidad de Valparaíso.
- Nuevo León, *Consejos prácticos para el cuidado del agua* (2018). Recuperación de:
<http://www.nl.gob.mx/servicios/consejos-practicos-para-el-cuidado-del-agua>
- Organización de las Naciones Unidas, *Objetivos de Desarrollo Sostenible.2015.Perú*. Recuperado en:
<http://onu.org.pe/ods/> Consultado el: 15 de Abril2018
- Pnuma.org (2003). *Indicadores Ambientales*. [En línea]. Recuperado en:
<http://www.pnuma.org/forodeministros/14-panama/pan11nfeIndicadoresAmbientales>.
Consultado el: 18 de Mayo 2018.
- Quintana, Y. (2011). *Diseño metodológico de un sistema de indicadores para el seguimiento ambiental en zonas portuarias: estudio de caso*.
- Red de Ciudades y Pueblos por la Sostenibilidad. *El ahorro de agua doméstica*. (2010): Diputación de Barcelona.
- Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015). *Contaminación*. Recuperado de: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/ciencias/contaminacion>
- Wackernagel, Mathis, & Rees, William. *Nuestra Huella Ecológica, reduciendo el impacto humano sobre la tierra*. Canada, New society Publishers. 1996.

9. ANEXOS

ANEXO1: DISEÑO DE PROCEDIMIENTO EMPRESA COCA COLA EMBONOR S.A.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Edición

1. PROPOSITO:

2. ALCANCE:

3. PROGRAMAS Y OTROS DOCUMENTOS RELACIONADOS:

4. RESPONSABILIDADES:

5. DEFINICIONES:

6. PROCEDIMIENTO:

7. REGISTROS:

8. ENTRENAMIENTO:

9. ACCIONES CORRECTIVAS:

Figura 68 Diseño de procedimiento empresa Coca Cola Embonor S.A.

ANEXO 2: CONSUMOS DE AGUA SEGÚN PROCESO PRODUCTIVO

PROCESO PRODUCTIVO	CONSUMOS DE AGUA		UNIDAD	ÁREA RESPONSABLE	MES
	PROMEDIO POR DIA	MENSUAL			
CASINO	16,2	422	m ³	Jefe casino	Enero
	14,5	349	m ³	Jefe casino	Febrero
	13,8	359	m ³	Jefe casino	Marzo
	10,9	251	m ³	Jefe casino	Abril
	12,0	313	m ³	Jefe casino	Mayo
	11,2	280	m ³	Jefe casino	Junio
	9,8	255	m ³	Jefe casino	Julio
	14,1	366	m ³	jefe casino	Agosto
	10,8	269	m ³	Jefe casino	Septiembre
	12,9	310	m ³	Jefe casino	Octubre
	10,9	272	m ³	Jefe casino	Noviembre
	10,9	273	m ³	Jefe casino	Diciembre
LINEA SIDEL	91,6	2.381	m ³	Supervisor	Enero
	95,7	2.297	m ³	Supervisor	Febrero
	95,4	2.480	m ³	Supervisor	Marzo
	75,0	1.725	m ³	Supervisor	Abril
	77,3	2.010	m ³	Supervisor	Mayo
	61,2	1.529	m ³	Supervisor	Junio
	84,3	2.191	m ³	Supervisor	Julio

	57,9	1.505	m ³	Supervisor	Agosto
	67,6	1.691	m ³	Supervisor	Septiembre
	68,4	1.642	m ³	Supervisor	Octubre
	67,5	1.688	m ³	Supervisor	Noviembre
	81,7	2.043	m ³	Supervisor	Diciembre
LINEA KRONES (VIDRIO)	121,7	3.164	m ³	Supervisor	Enero
	109,4	2.625	m ³	Supervisor	Febrero
	116,7	3.035	m ³	Supervisor	Marzo
	85,3	1.963	m ³	Supervisor	Abril
	79,3	2.061	m ³	Supervisor	Mayo
	70,4	1.761	m ³	Supervisor	Junio
	96,5	2.510	m ³	Supervisor	Julio
	121,7	3.165	m ³	Supervisor	Agosto
	111,6	2.791	m ³	Supervisor	Septiembre
	31,0	743	m ³	Supervisor	Octubre
	41,6	1.039	m ³	Supervisor	Noviembre
	42,6	1.066	m ³	Supervisor	Diciembre
LINEA OW 3	8,5	222	m ³	Supervisor	Enero
	11,4	274	m ³	Supervisor	Febrero
	1,8	46	m ³	Supervisor	Marzo
	4,1	95	m ³	Supervisor	Abril
	7,8	202	m ³	Supervisor	Mayo
	3,0	74	m ³	Supervisor	Junio
	1,5	38	m ³	Supervisor	Julio
	2,9	75	m ³	Supervisor	Agosto
	2,8	69	m ³	Supervisor	Septiembre
	3,6	87	m ³	Supervisor	Octubre
	2,6	65	m ³	Supervisor	Noviembre
	4,3	108	m ³	Supervisor	Diciembre

TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE		1.955	m ³	Supervisor	Enero
	75,2	1.684	m ³	Supervisor	Febrero
	70,2	1.890	m ³	Supervisor	Marzo
	72,7	1.542	m ³	Supervisor	Abril
	67,0	1.829	m ³	Supervisor	Mayo
	70,3	1.605	m ³	Supervisor	Junio
	64,2	1.581	m ³	Supervisor	Julio
	60,8	1.886	m ³	Supervisor	Agosto
	72,5	2.182	m ³	Supervisor	Septiembre
	87,3	1.842	m ³	Supervisor	Octubre
	76,8	2.344	m ³	Supervisor	Noviembre
	93,8	2.164	m ³	Supervisor	Diciembre

Tabla 34 Consumos de agua en los principales procesos de Coca Cola Embonor S.A. año 2018

**ANEXO 3: EVAPOTRANSPIRACIÓN DE ESTACION METEOROLOGICA “EL MAQUI” AÑO
2017-2018.**

	FECHA	El Maqui
1	18-10-2017	3
2	19-10-2017	3,6
3	20-10-2017	2,3
4	21-10-2017	3,7
5	22-10-2017	3,5
6	23-10-2017	3,4
7	24-10-2017	3,4
8	25-10-2017	2,6
9	26-10-2017	1,5
10	27-10-2017	3,4
11	28-10-2017	1,5
12	29-10-2017	3
13	30-10-2017	3,5
14	31-10-2017	3,2
15	01-11-2017	2,2
16	02-11-2017	1,7
17	03-11-2017	2,9
18	04-11-2017	2,2
19	05-11-2017	4
20	06-11-2017	1,3
21	07-11-2017	2,3
22	08-11-2017	3,6
23	09-11-2017	4,3
24	10-11-2017	4,7

25	11-11-2017	4
26	12-11-2017	2,4
27	13-11-2017	2,2
28	14-11-2017	1,1
29	15-11-2017	3,8
30	16-11-2017	4,3
31	17-11-2017	4,2
32	18-11-2017	4,1
33	19-11-2017	4
34	20-11-2017	3,2
35	21-11-2017	4,5
36	22-11-2017	4,4
37	23-11-2017	3,6
38	24-11-2017	2,8
39	25-11-2017	4,5
40	26-11-2017	1,8
41	27-11-2017	1,2
42	28-11-2017	1
43	29-11-2017	2,5
44	30-11-2017	4
45	01-12-2017	1,4
46	02-12-2017	1,2
47	03-12-2017	3,6
48	04-12-2017	3,6
49	05-12-2017	1,3
50	06-12-2017	2,7
51	07-12-2017	1,6
52	08-12-2017	2,6

53	09-12-2017	4,3
54	10-12-2017	3,4
55	11-12-2017	1,1
56	12-12-2017	1,9
57	13-12-2017	4,6
58	14-12-2017	5
59	15-12-2017	4,4
60	16-12-2017	2,9
61	17-12-2017	4,9
62	18-12-2017	3,5
63	19-12-2017	4,5
64	20-12-2017	3,7
65	21-12-2017	4,4
66	22-12-2017	4,8
67	23-12-2017	4,7
68	24-12-2017	4,7
69	25-12-2017	4,5
70	26-12-2017	3,9
71	27-12-2017	4,9
72	28-12-2017	4,8
73	29-12-2017	4,3
74	30-12-2017	4,7
75	31-12-2017	2
76	01-01-2018	3,8
77	02-01-2018	4,5
78	03-01-2018	4,8
79	04-01-2018	4,9
80	05-01-2018	4,9

81	06-01-2018	5,1
82	07-01-2018	2,6
83	08-01-2018	3,3
84	09-01-2018	4,7
85	10-01-2018	3,1
86	11-01-2018	1,3
87	12-01-2018	1,5
88	13-01-2018	2,8
89	14-01-2018	1,3
90	15-01-2018	2,5
91	16-01-2018	4
92	17-01-2018	4,7
93	18-01-2018	4,5
94	19-01-2018	2,9
95	20-01-2018	2
96	21-01-2018	1,3
97	22-01-2018	3,9
98	23-01-2018	2,1
99	24-01-2018	2,7
100	25-01-2018	2,8
101	26-01-2018	3,8
102	27-01-2018	4,8
103	28-01-2018	5,1
104	29-01-2018	3,8
105	30-01-2018	4
106	31-01-2018	4,4
107	01-02-2018	4,2
108	02-02-2018	3,3

109	03-02-2018	3,5
110	04-02-2018	3,9
111	05-02-2018	3,6
112	06-02-2018	1,9
113	07-02-2018	2,5
114	08-02-2018	3,4
115	09-02-2018	4,5
116	10-02-2018	4,8
117	11-02-2018	4,5
118	12-02-2018	4,1
119	13-02-2018	3
120	14-02-2018	4
121	15-02-2018	3,3
122	16-02-2018	3,1
123	17-02-2018	3,5
124	18-02-2018	4
125	19-02-2018	1,7
126	20-02-2018	4,3
127	21-02-2018	3,7
128	22-02-2018	3,9
129	23-02-2018	3,1
130	24-02-2018	2
131	25-02-2018	3,2
132	26-02-2018	2,8
133	27-02-2018	1,1
134	28-02-2018	2,3
135	01-03-2018	2,9
136	02-03-2018	2,1

137	03-03-2018	1,8
138	04-03-2018	3,5
139	05-03-2018	3,6
140	06-03-2018	3,3
141	07-03-2018	2,8
142	08-03-2018	2,5
143	09-03-2018	3,4
144	10-03-2018	3,7
145	11-03-2018	3,9
146	12-03-2018	3,8
147	13-03-2018	3,6
148	14-03-2018	3,6
149	15-03-2018	3,6
150	16-03-2018	3,2
151	17-03-2018	3,3
152	18-03-2018	3,3
153	19-03-2018	3
154	20-03-2018	3,1
155	21-03-2018	2,6
156	22-03-2018	3,2
157	23-03-2018	3,3
158	24-03-2018	3,4
159	25-03-2018	3,2
160	26-03-2018	2,7
161	27-03-2018	2,7
162	28-03-2018	2,3
163	29-03-2018	2,5
164	30-03-2018	2,8

165	31-03-2018	2,2
166	01-04-2018	2,2
167	02-04-2018	1
168	03-04-2018	2,3
169	04-04-2018	2
170	05-04-2018	2,2
171	06-04-2018	1,1
172	07-04-2018	2,3
173	08-04-2018	2,3
174	09-04-2018	1,5
175	10-04-2018	2,1
176	11-04-2018	2,4
177	12-04-2018	2,4
178	13-04-2018	2,1
179	14-04-2018	2,1
180	15-04-2018	1,6
181	16-04-2018	1,9
182	17-04-2018	2,2
183	18-04-2018	2
184	19-04-2018	2,1
185	20-04-2018	1,8
186	21-04-2018	2
187	22-04-2018	1,8
188	23-04-2018	1,3
189	24-04-2018	1,7
190	25-04-2018	1,9
191	26-04-2018	2,3
192	27-04-2018	2,2

193	28-04-2018	1,5
194	29-04-2018	0,9
195	30-04-2018	1,1
196	01-05-2018	1,4
197	02-05-2018	1,7
198	03-05-2018	1,8
199	04-05-2018	1,9
200	05-05-2018	1,4
201	06-05-2018	1,5
202	07-05-2018	1,2
203	08-05-2018	1,3
204	09-05-2018	1,3
205	10-05-2018	1,8
206	11-05-2018	1,9
207	12-05-2018	1,1
208	13-05-2018	0,9
209	14-05-2018	1,3
210	15-05-2018	0,9
211	16-05-2018	1,4
212	17-05-2018	1,6
213	18-05-2018	1,8
214	19-05-2018	1,8
215	20-05-2018	1,8
216	21-05-2018	1,2
217	22-05-2018	1,1
218	23-05-2018	1,2
219	24-05-2018	1,4
220	25-05-2018	1,2

221	26-05-2018	1
222	27-05-2018	1,5
223	28-05-2018	1,1
224	29-05-2018	1,3
225	30-05-2018	0,7
226	31-05-2018	1
227	01-06-2018	1,1
228	02-06-2018	1
229	03-06-2018	1,2
230	04-06-2018	1,3
231	05-06-2018	1,6
232	06-06-2018	1,5
233	07-06-2018	1,7
234	08-06-2018	1,4
235	09-06-2018	0,9
236	10-06-2018	1,4
237	11-06-2018	0,9
238	12-06-2018	1,3
239	13-06-2018	1,1
240	14-06-2018	1,1
241	15-06-2018	0,9
242	16-06-2018	1,3
243	17-06-2018	0,8
244	18-06-2018	0,7
245	19-06-2018	0,6
246	20-06-2018	0,8
247	21-06-2018	1,1
248	22-06-2018	0,9

249	23-06-2018	0,6
250	24-06-2018	0,7
251	25-06-2018	0,9
252	26-06-2018	1
253	27-06-2018	1,4
254	28-06-2018	0,6
255	29-06-2018	0,6
256	30-06-2018	0,7
257	01-07-2018	-
258	02-07-2018	-
259	03-07-2018	1
260	04-07-2018	2,3
261	05-07-2018	-
262	06-07-2018	-
263	07-07-2018	1,3
264	08-07-2018	1
265	09-07-2018	0,5
266	10-07-2018	0,6
267	11-07-2018	0,9
268	12-07-2018	1,1
269	13-07-2018	1,2
270	14-07-2018	0,9
271	15-07-2018	0,9
272	16-07-2018	0,6
273	17-07-2018	0,7
274	18-07-2018	1,1
275	19-07-2018	1,2
276	20-07-2018	2,5

277	21-07-2018	1,3
278	22-07-2018	1,6
279	23-07-2018	1,3
280	24-07-2018	1
281	25-07-2018	1,1
282	26-07-2018	0,6
283	27-07-2018	0,9
284	28-07-2018	1,4
285	29-07-2018	1,3
286	30-07-2018	1,4
287	31-07-2018	1
288	01-08-2018	0,7
289	02-08-2018	0,7
290	03-08-2018	1,6
291	04-08-2018	1,5
292	05-08-2018	1,3
293	06-08-2018	0,9
294	07-08-2018	1,6
295	08-08-2018	4,5
296	09-08-2018	1,7
297	10-08-2018	1,3
298	11-08-2018	1,1
299	12-08-2018	-
300	13-08-2018	2,1
301	14-08-2018	2,2
302	15-08-2018	1,9
303	16-08-2018	1
304	17-08-2018	0,8

305	18-08-2018	1,6
306	19-08-2018	1,7
307	20-08-2018	1,5
308	21-08-2018	0,8
309	22-08-2018	0,9
310	23-08-2018	1,3
311	24-08-2018	2,6
312	25-08-2018	2,5
313	26-08-2018	1,4
314	27-08-2018	0,8
315	28-08-2018	1,1
316	29-08-2018	1,3
317	30-08-2018	0,8
318	31-08-2018	1,1
319	01-09-2018	2
320	02-09-2018	2,2
321	03-09-2018	3
322	04-09-2018	2,2
323	05-09-2018	1,2
324	06-09-2018	2,2
325	07-09-2018	1,4
326	08-09-2018	2,3
327	09-09-2018	1,8
328	10-09-2018	2,3
329	11-09-2018	1,9
330	12-09-2018	1,6
331	13-09-2018	0,8
332	14-09-2018	0,7

333	15-09-2018	1
334	16-09-2018	2,4
335	17-09-2018	1,9
336	18-09-2018	1,3
337	19-09-2018	2,2
338	20-09-2018	2,5
339	21-09-2018	3,2
340	22-09-2018	2,6
341	23-09-2018	2,8
342	24-09-2018	2,3
343	25-09-2018	2,5
344	26-09-2018	1,4
345	27-09-2018	1,5
346	28-09-2018	2,2
347	29-09-2018	1,7
348	30-09-2018	1,5
349	01-10-2018	2,9
350	02-10-2018	3,1
351	03-10-2018	3,5
352	04-10-2018	2,5
353	05-10-2018	2,4
354	06-10-2018	2,4
355	07-10-2018	1
356	08-10-2018	1,8
357	09-10-2018	2,3
358	10-10-2018	1,9
359	11-10-2018	2
360	12-10-2018	1,9

361	13-10-2018	1,7
362	14-10-2018	3
363	15-10-2018	1,1
364	16-10-2018	1,3
365	17-10-2018	2,9
366	18-10-2018	-
367	19-10-2018	-

Tabla 35 Valores de Evapotranspiración de estación "El Maqui".

ANEXO 4: BROCHURE DE SENSIBILIZACION PARA TRABAJADORES DE LA EMPRESA

EL BUEN USO Y CUIDADOS DEL AGUA

- Cierra bien todos los grifos
- Cierra el grifo durante el lavado de dientes.
- Tira la cadena solo cuando sea necesario
- No arrojes al inodoro papeles, colillas o algún tipo de desecho.

!NO ES BASURERO!



YO AHORRO AGUA



¿Y TU?

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en
Medio Ambiente
Carrera de Ingeniería Ambiental



Universidad de Valparaíso
CHILE

 *Coca-Cola Embotelladora S.A.*

!Cuidemos el Agua!

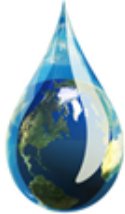
El agua es una fuente de vida insustituible y fundamental para el desarrollo de la sociedad.

Además de ser esencial, el agua es un recurso agotable y cada vez más escaso a escala mundial.

!Cuidar el agua es responsabilidad de todos!

Te invitamos a que sigas las siguientes recomendaciones para un mejor uso y aprovechamiento del agua!

¿SABÍAS QUE?



- Un grifo abierto gasta de 5 a 10 litros por minuto...
- ...Si utilizas la ducha en lugar del baño puedes ahorrar al mes 4.500 litros.
- Un grifo que gotea puede gastar hasta 1.500 litros al mes...

CS

RECUERDA NO
DESPERDICAR NI
UNA GOTA DE
AGUA!



Ten presente que :

Si encuentras o sabes de cualquier fuga en grifos o cisternas, comunícalo de inmediato al Responsable ambiental de la Planta.

CS



Y recuerda que el agua continúa haciendo su camino, por lo tanto no utilices el inodoro, como papelera.

!NO ARROJES NINGÚN RESIDUO QUE PUEDA CONTAMINAR EL AGUA!

