

Determinación de la huella hídrica de la empresa TCC SAS, Regional Medellín.

Trabajo de grado para optar por título de Ingeniero(a) Ambiental.

Salomé Cabrales Quintero.

**Asesor
Álvaro de Jesús Arango Ruiz.
Doctor en Ingeniería**

**Unilasallista Corporación Universitaria
Facultad de Ingenierías.
ingeniería Ambiental.
Caldas-Antioquia
2024**

Contenido

Introducción.....	7
Objetivos.....	9
Objetivo general.....	9
Objetivos específicos.....	9
Generalidades de la empresa.....	10
Metodología.....	13
Resultados.....	14
Análisis de resultados.....	20
Conclusiones.....	21
Recomendaciones.....	22
Bibliografía.....	24

Lista De Tablas

Tabla 1. Jornada Laboral TCC, Regional Medellín.....	10
Tabla 2. Consumo mensual octubre 2022 a octubre 2023.....	14
Tabla 3. Consumo total mes a mes por unidad.....	14
Tabla 4. Consumo total anual por unidad.....	15
Tabla 5. Estimación de uso de agua por unidad.....	15
Tabla 6. Resultado HH Azul.....	16
Tabla 7. Distribución porcentual de la población.....	16
Tabla 8. Inventario unidades hidrosanitarias.....	17
Tabla 9. Volumen de efluente por uso de sanitarios y orinales.....	17
Tabla 10. Volumen de efluente por uso de Lavamanos.....	17
Tabla 11. Volumen de efluente por uso de Duchas.....	18
Tabla 12. Resultados concentración efluente.....	19
Tabla 13. Resultados efluente.....	19

Lista De Ilustraciones

Ilustración 1. Resultados HH Azul	16
Ilustración 2. Resultados efluente (m3)	19

Lista De Apéndices.

Se anexa de manera externa un archivo de Excel que contiene las memorias de cálculo para la obtención de resultados.

Resumen

El presente trabajo de grado tiene como objetivo el análisis y determinación de la huella hídrica de la empresa transportadora y logística Transportadora Comercial Colombia-TCC SAS, centrada en su regional Medellín.

Como metodología se fusionaron la calculadora elaborada por las estudiantes de la UCEVA, y la establecida en la Water Footprint Network (WFN) con el fin de obtener los resultados más acertados para la huella hídrica azul y gris de la empresa ya mencionada.

Cabe resaltar los esfuerzos ya realizados por el área de gestión ambiental de la empresa TCC, en la instalación de ahorradores y el funcionamiento óptimo de la planta de tratamiento ubicada en sus instalaciones.

Aunque en la HH Gris los resultados no fueron los esperados, se pudieron tener avances significativos en el cálculo de la Huella hídrica, teniendo como conclusión el consumo anual de la empresa, la huella hídrica azul de sus unidades administrativa y operativa, los grandes focos de consumo hídrico en sus actividades y algunas recomendaciones para la gestión oportuna del recurso hídrico, como lo son el aprovechamiento de aguas lluvias, la realización de campañas y foros con el fin de compartir la gestión interna del recurso hídrico y la importancia de su preservación, entre otras.

Palabras clave: Huella hídrica, Sector transporte y logística, Afluente, Efluente, contaminación.

Introducción

Actualmente y desde hace muchos años, por el crecimiento exponencial de la población y la obligación de suplir las necesidades básicas de los seres humanos, se ha estado haciendo un uso excesivo de los recursos naturales, aumentando su demanda. Es por eso, que, para los gobiernos, las personas y, sobre todo, para las empresas, se ha hecho necesario buscar el camino de la sostenibilidad, buscando operar de manera consciente y responsable, equilibrando la producción y la responsabilidad con el medio ambiente. En este sentido, el sector de transporte y logística surge como un área crítica para la evaluación y reducción de su huella ecológica, destacando la importancia de comprender y gestionar la huella hídrica como un indicador clave de sostenibilidad. Como para cualquier actividad, en una empresa, el agua es un recurso de gran importancia, tanto para su operación, como para el desarrollo de todas las actividades humanas de sus colaboradores. En la empresa TCC, el recurso agua es utilizado para consumo humano, mantenimiento locativo, baños (sanitarios, orinales, lavamanos y duchas) y para el lavado del parque automotor, es por esto por lo que su existencia y conservación es clave para su correcto funcionamiento.

La huella hídrica, como lo indican (Chapagain y Hoekstra, 2004) es el “volumen total de agua utilizada para producir los bienes y servicios consumidos por un individuo, por un grupo de personas o por un país, respectivamente”. Este indicador es utilizado para calificar y cuantificar el impacto hídrico de las actividades humanas, y al medirlo en las empresas de bienes o servicios, es un instrumento para identificar las áreas críticas en cuanto a consumo de agua dentro de las organizaciones, evaluar el uso eficiente de este recurso y establecer acciones y metas organizacionales para la conservación y ahorro de este recurso vital.

Este trabajo de grado se enfocará en la determinación de la huella hídrica de la empresa TCC SAS, en su regional Medellín, con el propósito de analizar el impacto hídrico de sus operaciones de transporte y logística, siguiendo la metodología de Núñez y Ramírez (2020) teniendo como resultado el comprender el impacto al recurso hídrico de su parte operativa y

administrativa y hacer recomendaciones de estrategias efectivas para una gestión sostenible del mismo.

Para la empresa TCC SAS, la determinación de su huella hídrica, no solo significara un conocimiento teórico, si no que, aportara acciones y prácticas que contribuirán a sus pilares de sostenibilidad, reafirmando que en TCC se es ECOLOGISTICOS.

Objetivos.

Objetivo general.

Determinar la huella hídrica de la empresa TCC en la Regional Medellín.

Objetivos específicos.

- Analizar los procesos que generan mayor consumo de agua dentro de la empresa TCC.
- Realizar las recomendaciones de acciones y ajustes para disminuir la huella hídrica de la empresa TCC SAS.

Generalidades de la empresa.

TCC SAS es una empresa líder en transporte nacional e internacional de mercancía y soluciones logísticas, comprometidos a unir los sueños de las personas con un excelente servicio. En sus pilares fundamentales, tiene en cuenta la importancia del medio ambiente y la necesidad de implementar acciones para que su operación sea cada vez más sostenible.

Dentro de sus instalaciones ubicadas en el barrio caribe de Medellín, cuenta con un edificio administrativo, una plataforma de cargue y descargue, un taller de mantenimiento, un hotel para sus conductores, una zona de lavado de vehículos, una estación de servicio de combustible, un acopio de residuos y una planta de tratamiento de aguas residuales.

Su jornada laboral está distribuida de la siguiente manera:

Tabla 1. Jornada Laboral TCC, Regional Medellín.

UNIDAD	TURNO	HORARIO
Administrativo	Lunes a viernes	7:00 am – 6:00 pm
	Sábados (10% de los activos)	7:00 am – 6:00 pm
Operativo	Turno #1	6:00 am – 2:00 pm
	Turno #2	2:00 pm – 10:00 pm
	Turno #3	10:00 pm – 6:00 am
Conductores	Turno #1	6:00 am – 2:00 pm
	Turno #2	2:00 pm – 10:00 pm
Taller	Lunes a viernes	7:30 am – 5:30 pm
	Sábados	7:30 am – 12:00 pm

Fuente: Elaboración propia.

1. Sistema de abastecimiento de agua potable.

El abastecimiento de agua potable está a cargo de las empresas públicas de Medellín (EPM) desde sus plantas de tratamiento manantiales, la Ayurá y villa hermosa.

Dentro de las instalaciones TCC cuenta con dos tanques de almacenamiento con capacidad de 42,12 m³ cada uno de estos se bombea el agua a la red de distribución del edificio por medio de un sistema de bombeo y tuberías de alta presión en acero galvanizado.

Diariamente el recurso es utilizado para consumo humano, mantenimiento locativo, baños y lavado del parque automotor, las unidades de sanitarios, lavamanos, lava torso y duchas.

La utilización del agua genera diariamente una cantidad de aguas residuales que son dispuestas las domesticas (consumo humano, mantenimiento locativo y baños) al alcantarillado de EPM, y para las aguas residuales del lavado del parque automotor se cuenta con una Planta de Tratamiento de aguas residuales, la cual funciona a manera de ciclo cerrado debido a que el agua se recircula completamente porque no está permitido realizar vertimientos.

2. PTAR de la empresa.

El sistema se encuentra ubicado en las cercanías del parque automotor, el agua procedente del lavado se filtra por canales, llega a una caja de inspección que se comunica por tuberías de 4" – 3", el agua pasa entonces a una trampa de grasas-desarenadora, posee tres compartimientos y una geometría trapezoidal, continua el tratamiento con un tanque de bombeo de donde se lleva el agua a 3 tanques reactores fisicoquímicos en fibra de vidrio de 5 m³, en ellos con ayuda de productos químicos como policloruro de aluminio y poliácridamida aniónica de alta se realiza el proceso de coagulación-floculación-sedimentación, para luego filtrarse en filtros con carbón activado, arena y antracita. El agua tratada se almacena en un tanque de 10 m³

donde se aplica cloro para su desinfección y los lodos resultantes del tratamiento se almacenan en un tanque de 500 L.

La dosificación correcta de químicos se realiza a través de la metodología test de jarras, previamente a cada tratamiento.

Metodología.

Aunque para la medición de la huella hídrica existen diversas metodologías como lo son la norma ISO 14046 que se basa en el análisis del ciclo de vida, la EPA water sense, la water risk monetizer de Ecolab, la water footprint network (WFN), entre otras.

Para cumplir los objetivos anteriormente mencionados de este trabajo. La metodología que más se ajusta al sector transporte y logística, es la planteada por las estudiantes de UCEVA, Núñez, Y., Ramírez, N. (2020), las cuales, con base a la metodología Water Footprint Network elaboraron una calculadora en Excel para uso pedagógico de quien le sea útil. Para el cálculo de la huella hídrica de un producto o servicio, se debe realizar el análisis y cuantificación de la Huella Hídrica Azul y la Huella Hídrica Gris. Dado que la Huella Hídrica Verde esta más enfocada en el sector agrícola y/o ganadero.

En este trabajo de grado se realizó la recopilación de datos de consumo mediante una actividad con apoyo del operario ambiental de la empresa TCC, realizando la lectura de los medidores ubicados dentro de la empresa de manera diaria, de lunes a viernes, durante un periodo de un año. Luego, con estos datos ya recopilados en hojas de Excel y las facturas de la empresa prestadora de servicios mes a mes, se procedieron a realizar los cálculos estipulados por las autoras anteriormente mencionadas, para seguir el paso a paso de la calculadora de huella hídrica, basándonos en la metodología WFN.

La huella hídrica se calculó para el último año desde el mes de octubre de 2022 hasta octubre de 2023.

Resultados.

La recolección de los datos de consumo se realizó de manera diaria, con la lectura de los medidores ubicados dentro de las instalaciones de TCC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2. Consumo mensual octubre 2022 a octubre 2023.

2022					
MES	Portería	Vanes	Lavadero	PTAR	Logística
Octubre	612	0	59	53	89
Noviembre	572	0	50	101	61
Diciembre	630	0	55	79	76
2023					
MES	portería	Vanes	Lavadero	PTAR	Logística
Enero	615	0	56	105	61
Febrero	600	0	68	94	67
Marzo	727	0	89	55	77
Abril	707	0	108	10	164
Mayo	856	0	114	16	62
Junio	715	0	80	35	58
Julio	666	0	46	95	80
Agosto	684	0	42	67	77
Septiembre	771	0	16	95	100
Octubre	756	0	34	72	83

Fuente: Elaboración propia.

Para segregar el consumo de la parte administrativa y la parte operativa se realizó la siguiente operación:

Ecuación 1. Consumo administrativo.

$$\text{Consumo administrativo} = \text{Lectura portería} - (\text{Vanes} + \text{Lavadero} + \text{Logística})$$

*No se tiene en cuenta la lectura PTAR en la fórmula ya que esta agua es recirculada.

Y se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 3. Consumo total mes a mes por unidad.

TOTAL		
MES	Administrativo (m ³)	Operativo (m ³)

Octubre	464	148
Noviembre	461	111
Diciembre	499	131
TOTAL		
MES	Administrativo (m³)	Operativo (m³)
Enero	498	117
Febrero	465	135
Marzo	561	166
Abril	435	272
Mayo	680	176
Junio	577	138
Julio	540	126
Agosto	565	119
Septiembre	655	116
Octubre	639	117

Fuente: Elaboración propia.

Para obtener el consumo total por unidad anual se realiza la sumatoria de todos los meses.

Tabla 4. Consumo total anual por unidad.

	Administrativo	Operativo
Total (m ³ /año) =	7039	1872

Fuente: Elaboración propia.

Para la estimación de la huella hídrica azul, con base a la calculadora se realizan los siguientes cálculos, teniendo en cuenta:

Número de empleados de cada una de las unidades.

Volumen de agua facturado per cápita (empleado*m³/ año).

Volumen de agua facturado teórico (m³/año).

Porcentaje de distribución de agua potable.

Tabla 5. Estimación de uso de agua por unidad.

Estimación de uso de agua por unidad				
Unidad	# de empleados	Volumen de agua facturada per cápita (empleado*m ³ /año)	Volumen de Agua Facturado Teórico (m ³ /año)	Porcentaje de distribución de agua potable

Administrativa	618	11,39	7039	78,99%
Operativa	272	6,88	1872	21,01%
Total=	890		8911	

Fuente: Elaboración propia.

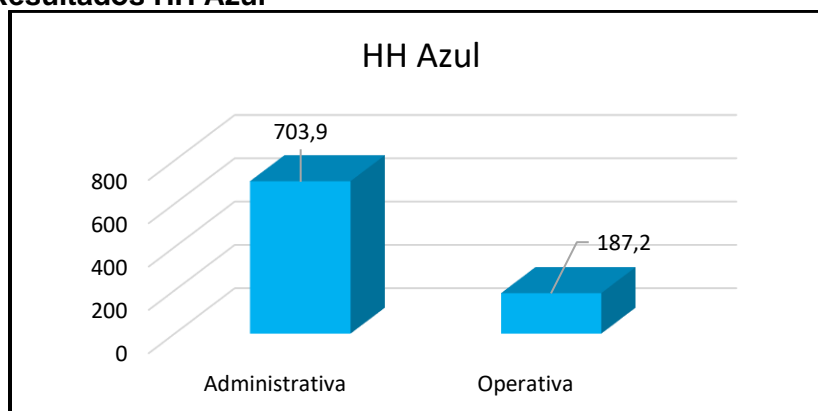
Y se obtienen como resultados para la Huella Hídrica Azul (HH Azul):

Tabla 6. Resultado HH Azul

Unidad	HH Azul	
Administrativa	703,9	m ³
Operativa	187,2	m ³

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 1. Resultados HH Azul



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Distribución porcentual de la población.

Distribución poblacional		
Unidad	# de empleados	% distribución de población
Administrativa	618	69%
Operativa	272	31%
Total	890	

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la HH Gris, es necesario realizar una estimación experimental del tiempo de uso de cada una de las unidades hidrosanitarias (duchas, lavamanos, sanitarios) y tener en cuenta el inventario realizado de la cantidad de estas unidades para totalizar la cantidad de efluente.

Tabla 8. Inventario unidades hidrosanitarias.

Equipo	Cantidad	
	Administrativa	Operativa
Sanitarios	35	11
Lavamanos	58	44
Orinales	16	18
Duchas	0	17

Fuente: Elaboración propia.

Se realiza el uso de fórmulas para calcular la concentración del efluente, así:

Tabla 9. Volumen de efluente por uso de sanitarios y orinales.

SANITARIOS Y ORINALES					
Unidad	FINOpd	VoID	N° de empleados	Dmes	TOTAL
Administrativa	4	0,008	618	24	474,624
Operativa	3	0,008	272	30	195,84

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

FINOpd = Frecuencia promedio de uso de inodoros u orinales por funcionario día (veces funcionario/día)

VoID = Volumen promedio de descarga del tanque del inodoro (m³/descarga). Este dato es tomado de la ficha técnica.

N° de empleados

Dmes = Días hábiles (trabajados) durante el mes

Total = FINOpd * VoID * N° de empleados * Dmes

Tabla 10. Volumen de efluente por uso de Lavamanos.

LAVAMANOS						
Unidad	FLMpd	TLMpv	FLM	N° de empleados	Dmes	TOTAL
Administrativa	5	3	0,0057	618	24	1268,136

Operativa	5	5	0,0057	272	30	1162,8
-----------	---	---	--------	-----	----	--------

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

FLMpd= Frecuencia promedio de uso de uso de lavamanos por funcionario día (veces * funcionario/día)

TLMpv = Tiempo promedio de uso de lavamanos por funcionario vez (min*funcionario/vez)

FLM = Flujo de agua (caudal) promedio del grifo (m³/min). Este dato es tomado de la ficha técnica.

N° de empleados

Dmes = Días hábiles (trabajados) durante el mes

Total = FLMpd* TLMpv* FLM* N° de empleados* Dmes

Tabla 11. Volumen de efluente por uso de duchas.

DUCHAS						
Unidad	FLMpd	TLMpv	FLM	N° de empleados	Dmes	TOTAL
Administrativa	0	0	0	618	24	0
Operativa	1	5	0,0073	272	30	297,84

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

FLMpd= Frecuencia promedio de uso de uso de lavamanos por funcionario día (veces * funcionario/día)

TLMpv = Tiempo promedio de uso de lavamanos por funcionario vez (min*funcionario/vez)

FLM = Flujo de agua (caudal) promedio del grifo (m³/min). Este dato es tomado de la ficha técnica.

N° de empleados.

Dmes = Días hábiles (trabajados) durante el mes.

Total= FLMpd* TLMpv* FLM* N° de empleados* Dmes.

Tabla 12. Resultados concentración efluente.

	Administrativa	Operativa
Sanitarios y orinales	474,624	195,84
Lavamanos	1268,136	1162,8
Duchas	0	297,84
Total=	1742,76	1656,48

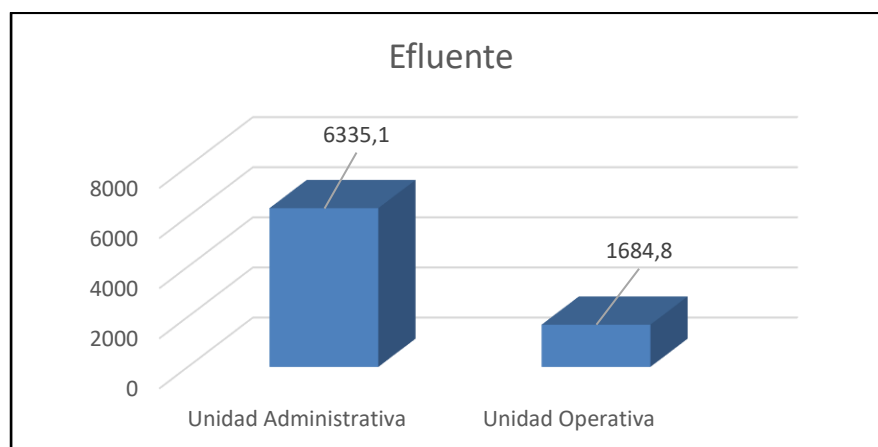
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Resultados efluente.

Descripción	Unidad Administrativa	Unidad Operativa
Afluente (m ³)	7039	1872
Efluente (Afluente-HH azul) (m ³)	6335,1	1684,8
Concefl=Vollavamanos + Volinodoros + Volduchas (m ³)	1742,76	1656,48

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 2. Resultados efluente (m3)



Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resultados.

Anualmente y según la investigación realizada de octubre de 2022 a octubre de 2023, la empresa TCC SAS tiene un consumo de agua de 7039 m³ desde la parte administrativa, la cual tiene 618 empleados y un consumo de 1872 m³ desde la parte operativa la cual tiene 272 empleados.

Con la implementación de la Planta de Tratamiento de aguas residuales, utilizada para recirculación del agua de lavado de los vehículos, y teniendo en cuenta los déficits en su funcionamiento, anualmente se “ahorran” 877 m³ de consumo de agua potable utilizada para el lavado del parque automotor.

Para el consumo de agua que tiene la empresa, en el desarrollo de todas sus actividades, se obtuvo como resultado una Huella Hídrica Azul, que como indica (Hoekstra, 2011, p.51), en el manual de evaluación de la huella hídrica es: “El uso consuntivo del agua”. TCC tiene una huella hídrica azul total de 891,1 m³.

Conclusiones.

Dentro de sus actividades los colaboradores de la unidad administrativa generan un mayor consumo de agua dentro de la empresa, aun teniendo en cuenta que en esta unidad son mayor número de empleados.

La unidad hidrosanitaria que mas consumo genera dentro de las instalaciones de TCC son los lavamanos, tanto en la parte administrativa, como en la operativa.

No fue posible el cálculo de huella hídrica gris, debido a que se requería un análisis de laboratorio para obtener la concentración de ciertos contaminantes en el efluente de aguas negras, y en los documentos de la empresa se cuenta únicamente con estudios para el efluente de la PTAR.

El consumo de la empresa TCC SAS es variable y directamente relacionado con el volumen de personas que asistan a la sede por teletrabajo, y al volumen de trabajo que se tenga según las diferentes temporadas del año. Centrando su gran foco de consumo en el área administrativa. Aun así, este puede ser disminuido siguiendo las recomendaciones que se hacen en el presente trabajo escrito.

Recomendaciones.

Para terminar la cuantificación de la huella hídrica de la empresa TCC SAS, y con el fin de mejorar y gestionar la huella hídrica se recomienda:

Para complementar el estudio realizado en este trabajo, realizar los análisis de laboratorio requeridos con el fin de tener las concentraciones de contaminantes de afluente y efluentes (tanto de la PTAR como de las aguas residuales de las redes hidrosanitarias), con el fin de culminar el cálculo de la Huella hídrica Gris y obtener resultados más acertados.

Dentro de las instalaciones de TCC SAS, se puede realizar el aprovechamiento de aguas lluvias, almacenándolas y utilizándolas en actividades como limpiezas y lavados, para los sanitarios y orinales, y actividades que no estén relacionadas con el consumo humano con el fin de no tener afectaciones negativas en los colaboradores.

Realizar la instalación total de equipos ahorradores, sobre todo en lavamanos y duchas, con el fin de disminuir los altos consumos.

Realizar campañas, actividades, foros de conocimiento, comunicados, etc. Que resalten la importancia de la conciencia con el recurso hídrico, su posibilidad de escasez e importancia, tanto en la parte administrativa como en la operativa, con el fin de generar conciencia entre los colaboradores.

Darle importancia a la optimización de procesos, sobre todo en la zona del lavado del parque automotor, gestionando el suministro de agua y vigilando el NO desperdicio de esta, generando conciencia y enfatizando en la educación de estos terceros.

Continuar con las actividades que se realizan actualmente como lo son: la lectura de medidores, el análisis de desviaciones, seguimiento de fugas y daños y el funcionamiento óptimo

de la PTAR, ya que gracias a estas iniciativas se puede tener el control de los picos de consumo, y gestionar oportunamente los mismos.

Bibliografía.

Chapagain, A. K., & Hoekstra, A. Y. (2004). *Water footprints of nations*. (Value of Water Research Report Series; No. 16). UNESCO-IHE Institute for Water Education.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., Makonnen, M.M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard*. Recuperado de: https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf

Núñez, Y., Ramírez, N. (2020). *Análisis A La Huella Hídrica En Las Empresas Del Sector Transporte Del Municipio De Tuluá Bajo El Desarrollo Sostenible*. UCEVA.

SharePoint. *SISTEMA DE GESTIÓN AMBIENTAL*. Empresa TCC SAS.