

## TITULO

# DETERMINACIÓN DE LAS CARGAS CONTAMINANTES DEL EFLUENTE Y CÁLCULO DE LA HUELLA HÍDRICA EN EL PROCESO DE LAVADO DE VEHÍCULOS: CASO DE TRES LAVADEROS EN PUCALLPA, UCAYALI, PERÚ

## RESUMEN

El proyecto de investigación propone el análisis de las cargas contaminantes del efluente y cálculo de la huella hídrica generada en el proceso de lavado de vehículos en la ciudad de Pucallpa, los objetivos son: (i) Describir la característica de la estructura, suministro de agua y flujo de procesos en tres lavaderos de vehículos. (ii) Evaluar si las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos superan los valores máximos admisibles, de acuerdo al Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda. (iii) Estimar la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos y (iv) Proponer estrategias para el uso sostenible del agua en tres lavaderos de vehículos. La investigación será de tipo exploratoria y descriptiva, ya que aún no se ha reportado estudios sobre cálculo de la huella hídrica en lavaderos de vehículos en la ciudad de Pucallpa. El tamaño de la muestra corresponde a tres lavaderos de vehículos seleccionados por muestreo no probabilístico, por conveniencia. Se realizará un análisis físico-químico del efluente y se comparará con los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado. Para el cálculo de huella hídrica se tomará en cuenta la metodología propuesta por Hoekstra (2011). Basados en los datos y análisis se planteará una propuesta de estrategias para el uso sostenible de agua en los tres lavaderos en estudio. Se espera que esta investigación genere un aporte importante para la gestión del recurso hídrico en el sector de la actividad económica seleccionada.

## Palabras claves

Agua residual, huella hídrica azul; huella hídrica gris, recurso hídrico, valores máximos admisibles

## Abstract

The research project proposes the analysis of effluent pollutant loads and calculation of the water footprint generated in the vehicle washing process in the city of Pucallpa, the objectives are: (i) Describe the characteristics of the structure, water supply and process flow in three vehicle washing facilities. (ii) Evaluate whether the pollutant loads of the effluent generated in the vehicle washing process exceed the maximum admissible values, according to Supreme Decree No. 010-2019-Vivienda (iii) Estimate the blue water footprint and gray water footprint generated in the vehicle washing process and (iv) Propose strategies for the sustainable use of water in three car washes. The research will be exploratory and descriptive, since no studies have yet been reported on the calculation of the water footprint in car washes in the city of Pucallpa. The sample size corresponds to three car washes selected by non-probabilistic sampling, by convenience. A physical-chemical analysis of the effluent will be carried out and compared with the maximum admissible values for discharges to the sewage system. The methodology proposed by Hoekstra (2011) will be used to calculate the water footprint. Based on the data and analysis, a proposal for strategies for sustainable water use in the three laundries under study will be made. It is expected that this research will generate an important contribution to water resource management in

the selected economic activity sector.

## Keywords

Wastewater, blue water footprint; gray water footprint, water resource, maximum allowable values

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El agua es un recurso fundamental para la supervivencia, por lo que su aprovechamiento debe ser racional, previniendo derroche, contaminación y degradación para evitar alteraciones significativas en la dinámica del ecosistema (Benítez & Segovia, 2020). Por otra parte, la realidad de los establecimientos de lavado en la ciudad de Pucallpa se asemeja al estudio que realizó Aguilar, (2019) donde presenta un panorama deficiente en lo que respecta al uso sostenible del recurso hídrico generando problemas ambientales al utilizar grandes cantidades y no realizar una adecuada disposición tal.

Teniendo en cuenta el estudio anterior, se observa en la ciudad de Pucallpa el aumento de los vehículos menores como son el motokar, moto lineal y el furgón que indudablemente requieren del servicio de lavado durante el ciclo de vida útil. Haciendo que este servicio sea una necesidad con el fin de mantenerse limpio y en un buen estado la movilidad. Dado que la demanda del uso de agua también depende de la frecuencia del lavado que el propietario desee, muy ligado a las condiciones climatológicas (lluvias) y los factores físicos (calles sin asfaltar).

Sin embargo, las condiciones que propician los establecimientos no se ajustan a los programas de uso eficiente o sostenible que promueve la Autoridad Nacional del Agua. Porque en el proceso de lavado se utiliza agua y detergente, y se desconoce la composición fisicoquímica y si se realiza el tratamiento a las aguas residuales, y generalmente sus descargas pueden ser caños naturales, alcantarillado pluviales y desagües. Existiendo grandes probabilidades presencia de aceites y grasas en el efluente, sin olvidar los compuestos químicos presentes en el detergente.

Por otra parte, en los últimos años el costo del servicio de lavado se elevó, pese que las condiciones del servicio continúan siendo las misma. Y, en cuanto a la calidad se desconoce si utilizan agua potable o agua subterránea al igual en lo que respecta a los permisos o autorizaciones correspondiente por las entidades competentes

De manera que, se desconoce el consumo directo de agua por día ( $m^3$ ) utilizada en los establecimientos de lavado de vehículos y si el efluente generado cumple con los valores máximos admisibles para descargas al sistema de alcantarillado según el Decreto supremo N° 010-2019 que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Con la presente investigación se abordarán ambos aspectos los cuales están directamente relacionados a la gestión de los recursos hídricos.

### Problema general

¿Cuáles son las cargas contaminantes del efluente y huella hídrica que se genera en el proceso de lavado de vehículos en tres lavaderos de la ciudad de Pucallpa?

### Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características de la estructura, suministro de agua y flujo de procesos en tres lavaderos de vehículos?

- ¿Las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículo, superará los valores máximos admisibles de acuerdo al Decreto Supremo N° 010-2019- Vivienda?
- ¿Cuánto es la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos?
- ¿Cuáles son las estrategias para uso sostenible del agua en tres lavaderos de vehículos?

## II. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

La evaluación de las cargas contaminantes del efluente y el cálculo de la huella hídrica generada en el proceso de lavado de vehículos permitirá conocer y analizar datos que representan indicadores del uso sostenible del recurso hídrico por esta actividad. Esto es fundamental ya que se trata de uno de los recursos más apreciados para la existencia humana.

La investigación tiene como estrategia el estudio de caso, únicamente para tres lavaderos previamente identificados y seleccionados ya que estos cumplen con el criterio de autorización para realizar la actividad. Además, se seleccionó esta estrategia metodológica debido a que el cálculo de huella hídrica, requiere un análisis preliminar de aguas residuales por cada lavadero, cuyo costo será asumido por las tesis, por lo tanto, a fin de cumplir los objetivos, la viabilidad económica alcanzará para el análisis de los tres lavaderos antes mencionados.

Se conocerá si las cargas contaminantes del efluente en el proceso de lavado de vehículos superan o no los valores máximos admisibles del Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda, a partir de ello se tomarán acciones que garanticen la sostenibilidad de la actividad respecto a su impacto en las fuentes de agua. Por otro lado, se conocerá el volumen de consumo de agua superficial y/o subterránea y por último el volumen de agua fresca que se necesita para diluir la concentración de contaminantes de sus efluentes que son vertidos a un cuerpo receptor y que estas cumplan con la normativa ambiental peruana vigente tal como manifiesta (Aliaga, 2019)

Conociendo los datos se realizará una propuesta de buenas prácticas ambientales con el fin de reducir el consumo de agua, reutilizar las aguas residuales. Esto estará dirigido a los establecimientos que brindan servicio de lavado.

## III. HIPOTESIS

Las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado no excederán los Valores Máximos Admisibles del DS 010-2019-Vivienda, asimismo, el valor de la huella hídrica generada por tres lavaderos de vehículos es igual o mayor a 75.6 m<sup>3</sup>/mensuales (Tafur Garzón, 2017).

## IV. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General.

Determinar las cargas contaminantes del efluente y la huella hídrica en el proceso de lavado de vehículos en tres lavaderos de la ciudad de Pucallpa.

### 4.2. Objetivos Específicos.

- Describir las características de la estructura, suministro de agua y flujo en tres establecimientos de lavado de vehículos.

- Evaluar si las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos superan los valores máximos admisibles, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda.
- Estimar la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos en cada establecimiento.
- Proponer estrategias para el uso sostenible del agua en el proceso de lavado de vehículos.

## V. ANTECEDENTES

### Internacionales.

Niño (2020), en su trabajo desarrolló el cálculo de la Huella Hídrica de una lavandería industrial ubicada en un municipio del Área Metropolitana de Bucaramanga, Santander, Los resultados de este estudio indicaron que la Huella Hídrica obtenida corresponde a 145,518 m<sup>3</sup> /día para el año 2019, equivalente al consumo diario de 1.119 personas de la zona. Asimismo, la Huella Hídrica Azul representó cerca del 58,497% del valor de la huella hídrica total, seguido la Huella Hídrica Gris con un 28,465% y, por último, la Huella Hídrica Verde con 13,008%.

También Mancero, (2020) realizó la estimación de la huella hídrica e identificación de estrategias para la conservación del recurso hídrico, ubicada en el Valle de los Chillos realizado en el año 2019 en la ciudad de Quito- Ecuador. Se aplicó la metodología propuesta por Hoekstra en el 2011, teniendo como resultado la Huella Hídrica directa compuesta por los tres componentes: Huella Hídrica Azul que es de 1700.94 m<sup>3</sup> /año, Huella Hídrica Gris de 2912.58 m<sup>3</sup> /año y Huella Hídrica Verde que no fue calculada en el caso de estudio.

Por otro lado, Tafur (2017), en su investigación “Estrategias para disminuir el impacto ambiental de las aguas residuales industriales generadas en los lavaderos de carros”, aplicó la metodología que consistió determinar en cuáles etapas se compromete más el recurso hídrico. Además de esto, propuso un sistema de tratamiento para el efluente del lavadero de autos basándose en la caracterización de vertimientos; para ello investigó cuáles son las tecnologías más eficientes y rentables actualmente, de las cuales seleccionó las que más se ajustaban a los parámetros. Llegando a aplicar pretratamientos, tratamientos primarios y terciarios. Una vez que obtuvo el resultado del último equipo lo comparó con la resolución 0631 del 2015, para corroborar que se cumpliera con la normatividad de vertimientos de su país. En otro estudio se analizó el uso del agua en los lavaderos de automóviles de la ciudad de Pilar, con el fin de descubrir la fuente de origen, determinar el tratamiento y disposición final de efluentes, asimismo, el cumplimiento de normativas ambientales vigentes. Se trabajó con la población basada en el registro municipal, asumiendo una muestra aleatoria, empleando diversas técnicas de encuesta y observación, apoyadas en cuestionario y guía de observación. Principalmente, la fuente utilizada es de agua subterránea y en menor proporción, de la red de servicio sanitario (ESSAP). Por tal motivo, no se cumple con el sometimiento a Evaluación de Impacto Ambiental ni incorporación en el Registro Nacional de Uso y Aprovechamiento de Recursos Hídricos. Es así que, el tratamiento de efluentes es insuficiente y su disposición se realiza en alcantarillados pluviales, domésticos y en cursos naturales de agua, logrando evidenciar el uso consuntivo del agua en esta actividad, por lo que se devuelve en condiciones distintas a las extraídas y se pierde, sin opción de reutilizar (Beñítez & Antola, 2020).

Además, Gómez (2021), publicó acerca de la creación y utilización de una aplicación y un sistema de monitoreo y medición del consumo de agua para el cálculo de la Huella

Hídrica, enfocado a dispositivos y equipos que funcionan suministrando agua. El sistema empleado permite la automatización y visualización de los consumos realizados a través del dispositivo al cual se conecte un sensor de flujo, partiendo con las mediciones obtenidas durante un lapso de tiempo fijo a 2 apartamentos, cada uno con 2 duchas, 2 lavamanos, 2 cisternas, 1 lavaplatos, 1 lavadora, como aspectos básicos de consumo de agua uno ubicado en Bogotá y otro en Bucaramanga. Ante este conocimiento, se pretende que el usuario, pueda incorporar los diferentes dispositivos desde una aplicación móvil, y esto permite con la ayuda de la aplicación, el seguimiento, monitoreo y la medición del flujo del agua, conociendo de esta manera los consumos que se presentan en el dispositivo al cual se acopla.

La huella hídrica se define, de manera simplificada, como un indicador de consumo y contaminación de agua dulce. La huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014, se estimó para cuatro sectores: doméstico, industrial, agrícola y residuos sólidos. Para ello, se siguió la metodología propuesta por Hoekstra, ya que facilita la evaluación del uso y del consumo de agua en ciudades. Se concluyó que la huella hídrica total de los sectores evaluados se estimó en 9.489,58 millones de m<sup>3</sup>, siendo representada por el sector agrícola el de mayor huella con 4.555,14 millones de m<sup>3</sup>, seguidamente de los sectores doméstico, de residuos e industrial (Castillo, Castro, Gutiérrez, & Aldana, 2018).

## Nacionales

Son pocos los sectores a nivel nacional quienes han estimado la huella hídrica de su producción, por ejemplo:

La huella hídrica para la producción de un litro de leche en sistemas de producción ganadera ubicados en el distrito de Florida, Amazonas". Se estimó seleccionando treinta fincas lecheras con base en el área de finca, sistema de pastoreo, número de vacas en producción y producción de leche, consiguiendo tres estratos de diez fincas cada uno. Para el procesamiento de datos se utilizó el software R v. 4.0.4. Los resultados mostraron que la huella hídrica para la producción de un litro de leche es de 1823,38 litros de agua en el estrato I (extensivo), 736,80 litros en el estrato II (estaca) y 937,61 litros en el estrato III (cerco eléctrico o controlado). El estudio aportó con la producción de datos que aún no son suficientes sobre el uso y consumo del agua en el sistema de producción de la leche, además, insista a proponer alternativas para el aprovechamiento y reutilización del recurso hídrico (Yalta et al., 2021).

Otiniano (2019), en su investigación denominada "Huella hídrica generada por el sector doméstico, comercial, industrial y estatal", se basó en presentar los aspectos generales de la Huella Hídrica, sus componentes y la metodología por la cual se calcula este instrumento de gestión. Por lo que menciona que, la huella hídrica es un indicador que mide el volumen del agua que está siendo consumida y contaminada. Y, en este caso los cuatro sectores que tomó en cuenta son los sectores domésticos, industrial, comercial y estatal. A partir de estos sectores, pudo hallar los componentes de la huella hídrica verde, azul y gris, mediante sus respectivas formulas propuestas en el Manual Estandarizada Water Footprint Network. Lo resultados luego de calcular la huella hídrica tuvo como fin plantear estrategias que mejoren la política del agua, para realizar un desarrollo sostenible entre la sociedad y el recurso hídrico, ya que en países como España, Colombia, la India y México se comienza a evidenciar estudios que realizan los cálculos de la huella hídrica a las actividades antrópicas para determinar qué medidas se pueden emplear ahorrar el consumo del agua. De igual modo, en Perú los municipios y organizaciones tomaron mayor preocupación por el tema del agua, ya que es una problemática la escasez hídrica, y dieron inicio a añadir a sus políticas de gestión medidas para conservar y mitigar el agua, de manera que se realice el uso eficiente de este recurso.



## VI. MARCO TEÓRICO

### Huella hídrica

La huella hídrica es un indicador del uso de agua dulce que no se centra únicamente en el uso directo del agua por parte del consumidor o de un productor, sino que, se centra también en su uso indirecto, la huella hídrica puede considerarse un indicador integral de los recursos hídricos (Hoekstra , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Es decir, se trata de un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo por origen y los volúmenes de contaminación por tipo de contaminación (Hoekstra , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011)

La huella hídrica es una herramienta que calcula el volumen de agua que se consume para realizar las actividades antrópicas que vienen a ser actividades domésticas, comerciales, industriales, estatales y agrónomas; y también mide el volumen que estas actividades contaminan a la fuente hídrica que las abastece (Antonelli & Greco, 2015).

Según (IICA, 2017) se clasifica en:

**La huella hídrica azul**, que se refiere al consumo de aguas superficiales (como por ejemplo ríos, lagos) y aguas subterráneas (Agua Azul).

**La huella hídrica verde**, que se refiere al consumo de agua almacenada en el suelo como humedad proveniente de la precipitación (Agua Verde), que se evapora, usualmente en la agricultura.

**La huella hídrica gris**, se refiere a un “volumen” hipotético para reducir la concentración de la carga de contaminantes hasta que el agua alcance una calidad consistente con la norma de calidad ambiental, entendiendo que esta regulación garantiza que la disponibilidad por calidad del agua no se vea afectada.

### Gestión de los recursos hídricos

Debido a las altas demandas del agua que la población exige, los gobiernos buscan satisfacer las necesidades de los usuarios de agua incrementando los suministros de esta, sin considerar medidas de ahorro de este recurso, de esta manera se satisface las necesidades de los usuarios sin objetar el volumen que está siendo utilizado para cumplir las demandas del agua (Hoekstra , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Dependiendo que perspectiva que se toma ya sea geográfica o de un proceso, consumidor o producto se debe examinar la sostenibilidad agregada de un área determinada. El alcance de la sostenibilidad hídrica depende principalmente de la perspectiva elegida (Hoekstra , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011).

Por otra parte, el Estado Peruano promueve el análisis de la huella hídrica como instrumento de gestión que permita identificar el consumo de agua directo o indirecto en la producción de bienes y servicios, a fin de lograr el uso eficiente del recurso hídrico y la implementación de mecanismos de responsabilidad compartida en las cuencas hidrográficas y que promueve la certificación azul (R J. N° 023-2020-ANA, 2020)

### Certificado azul

Es el acto administrativo que otorga la Autoridad Nacional del agua como reconocimiento al aprovechamiento eficiente de los recursos hídricos de las personas jurídicas usuarios de agua que participan voluntariamente en el programa de la huella hídrica y que logran ejecutar con éxito, los compromisos asumidos en el marco de la presente resolución (R J. N° 023-2020-ANA, 2020)

### Principios de la certificación

- Valoración del agua: el estado, empresas y comunidades consideran el agua como recursos vitales.
- Gestión eficiente del agua: estimula aprovecha sosteniblemente recursos hídricos en usos productivos y de servicios, directos e indirectos.
- Institucionalidad, participación y confianza: contribuye a que la institucionalidad hídrica del estado consolide procesos alineados en la toma de decisiones de usuarios, planificadores, y funcionarios, inspirando confianza dentro del sector privado, fortaleciendo la gestión conjunta y corporativa del agua
- Inversión e innovación: permite que la inversión privada emprenda procesos de cierre de brechas del sector hídrico, en cantidad y calidad, mediante la promoción y énfasis de iniciativas creativas e innovadoras, y sostenibles.
- Proceso voluntario y de incentivo: como instrumento de gestión del agua, posibilita un clima facilitador de procesos de integración voluntaria de organizaciones privadas, con diferentes sectores competentes del estado.
- Gestión del agua por cuencas hidrográficas: Fomentará que, emprendimientos institucionales, promovidos por el estado-empresa -comunidad consoliden enfoques de gestión integrada de recursos hídricos.
- Educación y cultura de agua: por su naturaleza, impulsa programas educativos, difusión, sensibilización e investigación de cultura, y sistemas ecológicos, medios que generan conciencia, ética y actitudes correctas al accesos, uso, aprovechamiento y gestión del agua.
- Transferencia en gestión de la información: Estimula accesibilidad y transparencia en generación de información en recursos hídricos, para evidenciar evaluaciones de la situación actual de inversiones y metas alcanzadas por proyectos realizados.

### **Valores Máximos Admisibles**

Con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda se aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario generado por alguna actividad económica comercial e industrial. Asimismo, la definición del reglamento indica que un Usuario No Doméstico (UND) es una persona natural o jurídica que realiza descargas de aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario. Es decir, el servicio de lavado de vehículos reúne las características de un USD.

D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, (2019) en el artículo 2 menciona que la finalidad del reglamento es preservar las instalaciones, la infraestructura sanitaria, maquinarias, equipos de los servicios de alcantarillado sanitario e incentivar el tratamiento de las aguas residuales para disposición o reúso, garantizando la sostenibilidad de los sistemas de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales.

Para determinar los VMA de un efluente, la toma de muestra se realiza en la caja de registro o dispositivo similar de la conexión domiciliar de alcantarillado sanitario, ubicada fuera del predio. A continuación, se detallan las descargas permitidas según el artículo 13

#### **Descargas permitidas**

Está permitida la descarga directa de aguas residuales no domésticas realizadas por el UND en el sistema de alcantarillado sanitario, siempre que estas no excedan los VMA. Estas descargas no demandan el pago adicional o la suspensión temporal del servicio de agua potable y alcantarillado sanitario. Sin embargo, los UND cuyas descargas sobrepasen los VMA contenidos en el Anexo N° 1 del presente Reglamento, efectúan el pago adicional por exceso de concentración, conforme a las disposiciones establecidas por la SUNASS.

#### **Descargas prohibidas**

Los UND están prohibidos de descargar aguas residuales no domésticas al sistema de alcantarillado sanitario que sobrepasen los VMA establecidos en el Anexo N° 2 del presente Reglamento.

Está prohibido descargar, verter, arrojar o introducir, directa o indirectamente, al sistema de alcantarillado sanitario:

- Residuos sólidos, líquidos, gases o vapores, o la mezcla de estos.
- Sustancias inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas y/o venenosas.
- Gases procedentes de escapes de motores de cualquier tipo.
- Disolventes orgánicos y pinturas, cualquiera sea su proporción y cantidad.

#### ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO <sub>5</sub>	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

#### ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr <sup>6</sup>	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	1000
Sulfuros	mg/l	S <sup>-2</sup>	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH <sup>+4</sup>	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

#### Evaluación de la huella hídrica



365 Es una herramienta que ayuda a comprender como las actividades y los productos se  
366 relaciona con la escasez y la contaminación del agua y con los impactos derivados de la  
367 misma (Arjen Y. Hoekstra et al., 2021). La evaluación consiste en 4 fases:

#### 368 Definición de objetivos y alcance

369 Los estudios de la huella hídrica pueden tener varios objetivos y ser utilizados en contex-  
370 tos diferentes y se puede evaluar la huella hídrica de diferentes entidades, por ejemplo:

- 371 - Etapa de un proceso
- 372 - Un producto
- 373 - Un consumidor
- 374 - De un grupo de consumidores
- 375 - De una empresa
- 376 - Dentro de un área geográfica

377

#### 378 Contabilidad de la huella hídrica

379 Se debe ser explícitos sobre los límites del inventario. Es decir, incluir y excluir de las  
380 cuentas y es donde debe preguntarte los siguiente:

- 381 - ¿Será huella hídrico azul, verde o gris?
- 382 - ¿En qué periodo de datos?
- 383 - ¿Considerar la huella directa o indirecta?

384

#### 385 Análisis de sostenibilidad de huella hídrica

386 Dependiendo que perspectiva que se toma ya sea geográfica o de un proceso, consumi-  
387 dor o producto se debe examinar la sostenibilidad agregada de un área determinada, una  
388 zona de captación o una cuenta hidrográfica completo, ya que se trata de una unidad  
389 natural en la que se puede comparar fácilmente la huella y la disponibilidad hídricas de  
390 donde tiene la asignación de los recursos hídricos y los posibles conflictos. El alcance de  
391 la sostenibilidad hídrica depende principalmente de la perspectiva elegida.

#### 392 Contaminación por detergentes

393 El uso de los compuestos tensoactivos en el agua, al ser arrojados a los lagos y ríos  
394 provocan la disminución de la solubilidad del oxígeno disuelto en el agua con lo cual se  
395 dificulta la vida acuática, el poder contaminante de los detergentes se manifiesta en los  
396 vegetales acuáticos inhibiendo el proceso de la fotosíntesis originando la muerte de la  
397 flora y la fauna acuáticas. A los peces les produce lesiones en las branquias, dificultán-  
398 doles la respiración y provocándoles la muerte. La eutrofización es un proceso natural de  
399 envejecimiento de agua estancada o de corriente lenta con exceso de nutrientes y que  
400 acumula en el fondo materia vegetal en descomposición. Las plantas se apoderan del  
401 lago hasta convertirlo en pantano y luego se seca. Los problemas se inician cuando el  
402 hombre contamina lagos y ríos con exceso de nutrientes que generan la aceleración del  
403 proceso de eutrofización, que ocasiona el crecimiento acelerado de algas, la muerte de  
404 peces y demás flora y fauna acuática, generando condiciones anaeróbicas (Fondo para  
405 la comunicación y la educación ambiental, 2007).

#### 406 Definición de términos básicos

407 **Sostenibilidad:** La sostenibilidad es una característica del desarrollo que permite la con-  
408 tinuidad de la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales, sin menos-  
409 cabar la capacidad de que las generaciones futuras satisfagan sus propias necesidades  
410 (Munier, 2005).

411 **Lavadero:** Lugar utilizado habitualmente para lavar, sitio especialmente dispuesto para  
412 realizar lavado de acuerdo a la necesidad o actividad que realiza (Real Academia  
413 Española, 2022).

**Detergente:** Los detergentes son productos que se usan para la limpieza y están formados básicamente por un agente tensoactivo que actúa modificando la tensión superficial disminuyendo la fuerza de adhesión de las partículas (mugre) a una superficie; por fosfatos que tienen un efecto ablandador del agua y floculan y emulsionan a las partículas de mugre (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2007).

**Detergentes duros y blandos:** La mayoría de los detergentes sintéticos son contaminantes persistentes debido a que no son descompuestos fácilmente por la acción bacteriana. A los detergentes que no son biodegradables se les llama detergentes duros y a los degradables, detergentes blandos (Fondo para la comunicación y la educación ambiental, 2007).

**Tensoactivos o surfactantes:** Los tensoactivos son constituyentes esenciales de los productos de limpieza, ya que aportan las propiedades mojantes, espumantes, detergentes, dispersantes, solubilizantes y antiespumantes en función de su estructura. (ECOKIMIA, s.f.)

**Agua residual no doméstica:** Descarga de líquidos producidos por alguna actividad económica comercial e industrial, distinta a la generada por los usuarios domésticos, quienes descargan aguas residuales domésticas como producto de la preparación de alimentos, del aseo personal y de desechos fisiológicos. (D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, 2019)

**Muestra puntual:** Muestra original tomada al azar de la descarga de agua residual no doméstica del UND, que se utiliza para evaluar todos los parámetros contenidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento (D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, 2019)

**Valores Máximos Admisibles (VMA):** Es la concentración de los parámetros, establecidos en el Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas a descargar en los sistemas de alcantarillado sanitario y que puede influenciar negativamente en los procesos de tratamiento de las aguas residuales, al exceder dichos valores (D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, 2019)

**Balance hídrico:** Equilibrio del recurso hídrico entre lo que ingresa (afluente) y sale (efluente) en las instalaciones del UND, representado por un esquema general del recurso hídrico empleado en el proceso productivo o actividad económica, en un intervalo de tiempo determinado. (D. S. N° 010-2019-VIVIENDA, 2019)

## VII. METODOLOGÍA.

La investigación será de tipo exploratoria y descriptiva, ya que aún no se ha reportado estudios sobre la carga de contaminantes del efluente y cálculo de la huella hídrica en el proceso de lavado de vehículos en la ciudad de Pucallpa, y a través de la investigación se dará a conocer algunas de las características de lavaderos de vehículos, quienes hacen uso directo del recurso hídrico, pero no se conoce su impacto en la gestión sostenible del mismo.

**Enfoque:** el enfoque del estudio será de tipo cualitativo y cuantitativo ya que se identificará el tipo de infraestructura, suministro, materiales e insumos de los lavaderos de vehículos y cuantitativo porque se calculará la huella hídrica azul y huella hídrica gris a través de fórmulas matemáticas.

### 7.1. Lugar de estudio.

El área de estudio corresponde a los distritos de Callería y Manantay, en la ciudad de Pucallpa, donde se ubican diversos establecimientos que ofrecen el servicio de lavado de vehículos.

## 7.2. Población y tamaño de muestra

### Población.

De acuerdo con la información provista por las respectivas municipalidades de los distritos antes mencionados, el número de lavaderos son 54 y 20 en los distritos de Callería y Manantay, respectivamente. Por lo que, la población total corresponde a 74 lavaderos de vehículos.

### Muestra

Para la determinación de la muestra se consideró un muestreo no probabilístico, de tipo por conveniencia, esto debido a que la investigación es exploratoria, existe un tiempo y presupuesto limitado para desarrollar la investigación, ya que para cumplir los objetivos propuestos será necesario realizar análisis de agua residual de cuatro (4) parámetros en cada punto de muestreo seleccionado.

En este contexto se decidió que el número de muestra corresponderá a tres (3) lavaderos de vehículos, debidamente registrados, con licencia de funcionamiento y quienes autoricen la aplicación de las diferentes técnicas de recolección de datos.

## 7.3. Descripción detallada de los métodos, uso de materiales, equipos o insumos.

### a). Diseño de muestreo.

**Diseño:** el diseño del estudio será no experimental, se realizarán análisis de laboratorio de las cargas de contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos y se aplicará la metodología de “The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard”, para el cálculo de la huella hídrica, propuesta por Hoekstra en el año 2011. Que consta en 4 fases:

- La determinación de objetivo y alcance
- Cálculo de la Huella Hídrica
- Evaluación de la sostenibilidad en bases a “ The wáter footprint”
- Formulación de la respuesta.

### b). Materiales, Equipos, Insumos y Registro o formatos.

- 02 tableros
- 02 baldes
- Frascos para guardar la muestra
- Cámara fotográfica
- Cronómetro
- Termómetro
- Moto (para movilizarse en los tres establecimientos)
- Laptop
- Preservantes
- Formato de cuestionario (Anexo 1).
- Ficha de observación (Anexo 2).

### c). Descripción de variables a ser analizados en el objetivo específico

Objetivos	Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumentos
Describir la característica la estructura, suministro de agua y flujo de procesos en tres lavaderos de vehículos.	Lavaderos de vehículos	Infraestructura	-Área en m <sup>2</sup>	Fichade observación/ cuestionario
		Suministro de agua	-Pozo/ Potable	
		Flujo de proceso	-Un flujograma	
		Tipo de vehículo	-Motokar, moto lineal y furgón	
Evaluar si las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos superan los valores máximos admisibles, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda	Cargas contaminantes	Parámetros físico-químicos	DBO DQO SST AyG	Monitoreo de efluente-Análisis de laboratorio
Estimar la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada por tres lavaderos de vehículos.	Huella hídrica	Cálculo de la huella azul	M3	Determinación de caudal y tiempo por etapa de cada proceso
		Cálculo de la huella gris	M3	
		Composición físico-química del afluente y agua residual	Aceites y grasas y sustancias químicas	Análisis de laboratorio

### d). Aplicación de prueba estadística inferencial.

Se realizará la prueba estadística de T-Student para comparar los valores de huella hídrica de uso directo generado en el proceso de lavado de vehículos, respecto al trabajo de Tafur 2017. Para definir si existe diferencia estadística significativa en los valores estimados respecto a los valores de otra investigación en la misma actividad.

### 7.4. Tabla de recolección de datos por objetivos específicos.

- (i) Para describir la característica de la estructura, suministro de agua y flujo de procesos en tres lavaderos de vehículos se utilizará el **ANEXO N° 01** y **ANEXO N° 02**.

### ANEXO 1. FORMATO DE ENTREVISTA PERSONAL

- ¿Cuántos años se dedica a ofrecer este servicio?
- ¿Cuáles son los principales cambios que ha notado en los últimos cinco años?
- ¿El local es propio o alquilado?
- ¿Qué tipo de suministro de agua utiliza?
- ¿Cuántos días a la semana se ofrece el servicio de lavado de vehículos menores?
- ¿Cuántas horas al día está disponible del servicio de lavado?
- ¿Cuáles son los vehículos que requieren el servicio de lavado con mayor frecuencia?
- ¿Cuáles son los vehículos que requieren mayor tiempo para completar el servicio de lavado?

9. ¿Cómo funciona el drenaje?
10. ¿Qué tipo de detergente utiliza para el lavado de los vehículos?
11. ¿Ofrece algún servicio adicional al lavado de los vehículos?
12. ¿Alguna vez ha utilizado o pensado usar el agua de lluvia para el servicio de lavado?
13. ¿Alguna vez ha usado algún filtro o dispositivo que permita el ahorro de agua durante el servicio de lavado?
14. ¿Ha escuchado sobre alguna estrategia para reducir el consumo de agua?
15. ¿Estaría dispuesto a aplicar técnicas o métodos que le permitan ahorrar el consumo de agua y reducir la contaminación hacia el subsuelo o fuentes de agua?

## ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTA

Ficha de observación del proceso de lavado de vehículos menores. (Esto servirá para conocer o estimar el uso directo del recurso hídrico.
I. Datos generales
1.1. Fecha de la observación
1.2. Hora de la observación
1.3 Objeto de observación
II. Aspectos
¿Cuáles son las características del objeto observado?
¿Cuáles son los aspectos positivos o negativos del objeto de observación?
Evidencia fotográfica y/o dibujo de lo observado

(ii) Para evaluar si las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos superan los valores máximos admisibles, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda se realizará la toma de muestra de los efluentes de cada establecimiento y se enviará a un laboratorio acreditado por INACAL para ser analizados.

La muestra será compuesta. Es decir, la colección de muestras instantáneas individuales obtenidas a intervalos regulares, en intervalos de tiempo ( ej: cada 2 hrs. durante las horas de atención). Cada muestra instantánea individual se combina con las otras muestras y se promedian los resultados. Se cumplirá lo dispuesto en la Norma Técnica Peruana NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES, protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado. Luego, se guardará en frascos debidamente tapados, rotulados y preservados para evitar alteraciones de las características de la muestra.

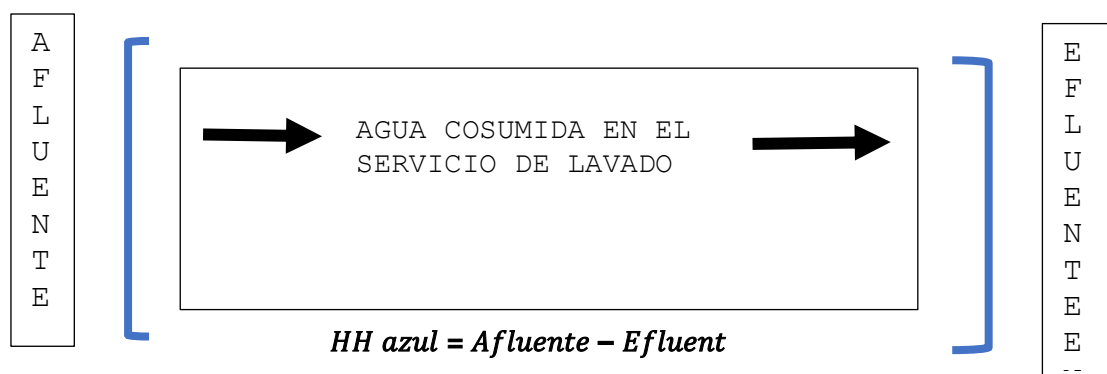


Una vez obtenido los resultados emitidos por el laboratorio acreditado ante INACAL, se conocerá la concentración de cada parámetro y se comparará con los Valores máximos admisibles (VMA) del D.S N° 010-2019-Vivienda.

- (iii) Para estimar la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos, se deberá conocer el sistema de bombeo (potencia del equipo), un registro de la cantidad de vehículos que realizan el lavado en el establecimiento en un día, luego calcular el consumo de agua que necesita para lavar un Motokar, moto lineal, furgón, auto, camioneta u otros. Utilizando el método volumétrico.

Luego se aplicará la fórmula siguiente:

**Cálculo de la huella hídrica azul:** Para la HH azul se estableció un balance hídrico de agua de usos directo que utiliza en el proceso de lavado de vehículos, a partir de este se aplicará la ecuación en base al manual de WFP (Hoekstra , Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, (2011); Mancero Chicaiza, (2020)).



Donde:

Afluente = Ingreso de agua que ha sido utilizado por la institución

Efluente = Salida de agua que ha sido utilizada por la institución Cálculo de la huella hídrica gris:

**Para la estimación de la huella gris:** Se realizará toma de muestras del afluente para conocer la concentración de los parámetros y se utilizará la metodología propuesta (Hoekstra et al., 2011), donde empleó la ecuación siguiente.

$$HH\ Gris = \frac{(V_{efluente} \times C_{efluente}) - (V_{afluente} \times C_{afluente})}{C_{m\acute{a}x} - C_{nat}}$$

Donde:

V fluente = Volumen de agua en el efluente

C efluente = Concentración del parámetro en el efluente

V afluente = Volumen de agua en el afluente

C afluente = Concentración del parámetro en el afluente

604 C máx. = Concentración máxima del parámetro según la legislación ambiental  
605 vigente.

606 C nat = Concentración natural del cuerpo de agua receptor sin la presencia de  
607 disturbios antropogénicos (En el estudio se considerarán las concentraciones  
608 del Río Pita).

609 (iv) Para proponer estrategias para el uso sostenible del agua en tres lavaderos de  
610 vehículos, se tendrá en cuenta los resultados de los objetivos anteriores a partir de  
611 los cuales se propondrán las estrategias pertinentes.

612

613

614

615

616

## VIII. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	MESES					
	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6
01.- Diseño y Elaboración del plan de tesis	x					
- Elaboración de matriz		X				
- Recopilación de datos		X				
- Elaboración de instrumentos de investigación		X				
02.- Presentación de plan de tesis			X			
03.- Aprobación del plan de tesis			X			
04.- Aplicación de instrumentos de investigación y toma de muestras			X	X		
05.- Procedimiento y análisis de Datos				X	X	
06.- Redacción del Informe Final					X	
07.- Revisión y Reajuste del Informe Final					X	
08.- Presentación del Informe Final						X
09.- Aprobación del Informe Final y sustentación de Tesis						X

617

618

## IX. PRESUPUESTO

CONCEPTO	UNIDAD	CANTI- DAD	PRECIO	SUBTOTAL S/
<b>MATERIALES</b>				<b>36</b>
Libreta de campo	Unidad	2	3	6
Papel Bond A4	Millar	0.5	15	15
Tablero	Unidad	1	5	5
Micas	Docena	1	10	10
<b>EQUIPOS E INSTRUMENTO</b>				<b>275</b>
Alquiler GPS Garmin 62	Día	1	25	25
Alquiler de Cámara fotográfica	Día	10	25	250
<b>RECURSO HUMANO</b>				<b>6,000</b>
2 tesisistas	Mes	6	1000	6,000

<b>SERVICIOS</b>				<b>4,250</b>
Análisis de muestras afluente	Unidad	3	350	1,050
Análisis de muestra efluente	Unidad	3	300	900
Servicio de transporte para enviar la muestra a Lima	Unidad	1	100	100
Movilidad de los tesisistas	Unidad	10	40	400
Asesora especializada	Unidad	1	1000	1,000
Alimentación	Día	10	40	400
Servicio de impresión	Unidad	2	200	400
<b>SUBTOTAL</b>				<b>10,561.00</b>
<b>IMPREVISTOS (10% del subtotal)</b>				<b>1,056.10</b>
<b>TOTAL</b>				<b>11,617.10</b>

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar , K. (2019). *Diseño de un sistema de tratamiento de agua residuales provenientes del proceso de lavado de vehiculos de Car Wash*. Guatemala: Universidad San Carlo de Guatemala.
- Aliaga, E. (2019). *Evaluacion de la huella hidrica directa del distrito de chorrillos como una herramienta fe gestion de recursos hidricos*. Lima : Repositorio de la Universidad Nacional FEdrico Villarreal.
- Antonelli, M., & Greco, F. (2015). *The water we eat: Combining virtual water and water footprints*. Springer.
- Benítez, I., & Segovia, N. (2020). Uso consuntivo del agua. El caso de los lavaderos de automóviles en la ciudad de Pilar, Paraguay. *Ciencia Latina*, 1.
- Beñítez, I., & Antola, N. (2020). Uso consuntivo del agua. El caso de los lavaderos de automóviles en la ciudad de Pilar, Paraguay. *Revista Multidisciplinar*, 4(2).
- Castillo, A., Castro, M., Gutiérrez, Á., & Aldana, C. (2018). Estimación sectorial de la huella hídrica de la ciudad de Bogotá generada en el año 2014. *Revista UIS Ingenierías*, 17(2), 19-32.
- D. S. N° 010-2019-VIVIENDA. (2019). Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. *DECRETO SUPREMO N° 010-2019-VIVIENDA*. Pucallpa.



- 642 ECOKIMIA. (s.f.). *Ecokimia*. Recuperado el Once de Marzo de 2022, de ¿QUE SON LOS  
643 TENSOACTIVOS?: <https://ecokimia.es/blog/que-son-los-tensoactivos/>
- 644 Fondo para la comunicación y la educación ambiental. (8 de Noviembre de 2007).  
645 *Agua.org.mx*. Obtenido de Contaminación del agua por detergentes (eutrofización):  
646 <https://agua.org.mx/biblioteca/contaminacion-del-agua-por-detergentes-eutrofizacion/>
- 647 Gómez, L. (2021). Gestión de la huella hídrica de dispositivos consumidores de agua  
648 utilizando aplicaciones móviles y hardware libre. *Latitude Multidisciplinary Research*  
649 *Journal*, 1(14), 6-28.
- 650 Hoekstra , A., Chapagain, A., Aldaya, M., & Mekonnen, M. (2011). *Manual de evaluación de*  
651 *la huella hídrica, establecimiento del estándar mundial*. Madrid: AENOR Internacional,  
652 S.A.U.
- 653 IICA. (2017). *Guía metodológica para la evaluación de la huella hídrica en una cuenca*  
654 *hidrográfica*. Costa Rica: IICA.
- 655 Mancero Chicaiza, E. (2020). *Estimación de la huella hídrica e identificación de estrategia para*  
656 *la conservación del recurso hídrico, para la cooperativa de ahorro y crédito Luz del Valle*  
657 *Ubicada en el Valle de los Chillos*. Quito.
- 658 Munier, N. (2005). *Introducción a la sostenibilidad-camino a un futuro mejor*. Países bajos:  
659 Springer.
- 660 Niño Meza, N. (2020). *Cálculo de la huella hídrica de una lavandería industrial ubicada en el*  
661 *Área Metropolitana de Bucaramanga, Santander*. Bucaramanga: Universidad Santo  
662 Tomás, Bucaramanga.
- 663 Otiniano, D. (2019). *Huella hídrica generada por el sector doméstico, comercial, industrial y*  
664 *estatal*. Lima: Universidad Científica Del Sur.
- 665 R J. N° 023-2020-ANA. (2020). "Norma que Promueve la Medición y Reducción Voluntaria de  
666 la Huella Hídrica y el Valor Compartido en las Cuencas Hidrográficas". *Resolución*  
667 *Jefatural N° 023-2020-ANA*. Peru.
- 668 Real Academia Española. (2022). *Asociación de Academias de la Lengua Española*.  
669 Obtenido de <https://dle.rae.es/lavadero?m=form>
- 670 Tafur Garzón, J. L. (2017). *Estrategias para disminuir el impacto ambiental de las aguas*  
671 *residuales industriales generadas en los lavaderos de carros*. Bogotá D.C: Fundación  
672 Universidad de Amércia.



673 Yalta, J., Ríos, N., Valqui, L., Bobadilla, L., Vigo, C., & Vásquez, H. (2021). Huella hídrica de  
674 la producción lechera en la cuenca ganadera Pomacochas, Perú. *Livestock Research*  
675 *For Rural Development*, 33(10).

676



677  
678

## XI. ANEXO

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DISEÑO	METODO Y TECNICA	POBLACION Y MUESTRA
<p><b>General</b></p> <p>¿Cuáles son las cargas contaminantes del efluente y huella hídrica que se genera en el proceso de lavado de vehículos en tres lavaderos de la ciudad de Pucallpa?</p>	<p><b>General</b></p> <p>Determinar las cargas contaminantes del efluente y la huella hídrica en el proceso de lavado de vehículos en tres lavaderos de la ciudad de Pucallpa.</p>	<p><b>General</b></p> <p>Las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado no excederán los Valores Máximos Admisibles del DS 010-2019-Vivienda, asimismo, el valor de la huella hídrica generada por tres lavaderos de vehículos es igual o mayor a 75.6 m3/mensuales (Tafur Garzón, 2017).</p>	<p><b>Independiente X:</b></p> <p>Proceso de lavado de vehículo</p> <p><b>Dimensión.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Infraestructura</li> <li>-Suministro de agua.</li> <li>- Flujo del proceso de lavado.</li> <li>- Tipo de vehículo</li> </ul> <p><b>Dependiente Y:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cargas contaminantes</li> </ul> <p>La huella hídrica de uso directo.</p> <p><b>Dimensión</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Composición fisicoquímica del agua residual</li> <li>-Huella hídrica azul</li> <li>-Huella hídrica gris</li> </ul>	<p><b>Tipo</b></p> <p>Aplicada</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>No Experimental Cuantitativo y cualitativo</p>	<p><b>1. METODO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Muestreo de agua (afluente y los efluentes)</li> <li>- Cálculo de la huella hídrica azul y cálculo de la huella hídrica gris</li> <li>- Cálculo del caudal</li> <li>- Entrevistas</li> </ul> <p><b>1. Recolección de datos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fichas de observación</li> <li>- Formatos de cuestionarios.</li> <li>- Procesamiento de datos: Estadística básica para determinar promedios y porcentajes (SPSS V24)</li> </ul>	<p><b>Población y muestra:</b></p> <p>La población y muestra de estudio está representada por 3 establecimientos de lavado de vehículos.</p> <p><b>Muestra:</b></p> <p>No Probabilística. Seleccionados según condiciones similares en cuanto al servicio y la disponibilidad de participar en la investigación.</p>
<p><b>Específicos</b></p> <p>-¿Qué características tiene la estructura, suministro de agua y flujo en los tres establecimiento de lavado de vehículo.</p> <p>-¿Cuánto es la carga contaminante del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos y si superan los valores máximos admisibles, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda.</p>	<p><b>Específicos</b></p> <p>-Describir las características de la estructura, suministro de agua y flujo en tres establecimientos de lavado de vehículos</p> <p>-Evaluar si las cargas contaminantes del efluente generado en el proceso de lavado de vehículos superan los valores máximos admisibles, de acuerdo con el Decreto Supremo N° 010-2019-Vivienda.</p>					



<p>- ¿Cuál es la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos en cada establecimiento?</p> <p>-¿Cuáles son las estrategias para el uso sostenible del agua en el proceso de lavado de vehículos en cada establecimiento</p>	<p>-Estimar la huella hídrica azul y huella hídrica gris generada en el proceso de lavado de vehículos en cada establecimiento.</p> <p>-Proponer estrategias para el uso sostenible del agua en el proceso de lavado de vehículos en cada establecimiento.</p>					
--	--	--	--	--	--	--

679