

**UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**  
**ESCUELA DE POSGRADO**  
**MAESTRÍA EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**



**TRABAJO DE TESIS**

**Para optar el Grado Académico de Maestra en Ecología y Gestión  
Ambiental**

**Fuentes contaminantes asociadas a la calidad del agua superficial en  
zonas urbanas de la costa peruana - 2020**

**Autor: Bach. Erika Delia Paredes Moscosso**

**Asesor: Mg. Lucila del Carmen Vallejo Romo**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **Página del jurado**

## **Dedicatoria**

A las generaciones actuales y futuras para que puedan encontrar en este material, un punto de partida que les permita hacer de este mundo, un mejor lugar para vivir.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios, ante todo, por todo y, sobre todo.

## Índice

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de Figuras	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>3</b>
1.1 Descripción del problema	3
1.2 Formulación del problema	6
1.2.1 Problema General	6
1.2.2 Problemas específicos	6
1.3 Importancia y justificación del estudio	7
1.4 Delimitación del estudio	9
1.5 Objetivos de la investigación	10
1.5.1 Objetivo General	10
1.5.2 Objetivos específicos	11
2.1 Marco Histórico	12
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	14
2.2.1 A nivel internacional se han encontrado los siguientes estudios:	14
2.2.2 A nivel nacional se ha encontrado los siguientes estudios:	17
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	20
2.3.1 Fuentes contaminantes del agua	20
2.3.2 Calidad del agua superficial	28
2.4 Definición de términos básicos	33
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis	35
2.6 Hipótesis	35
2.6.1 Hipótesis General	35
2.6.2 Hipótesis Específica	35
2.7 Variables (definición y operacionalización de variables: Dimensiones e indicadores)	36
2.7.1 Definiciones conceptual y operacional de las variables principales:	36
2.7.2 Operacionalización de variables	37
<b>CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO</b>	<b>41</b>
3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación	41

3.2	Población y muestra	42
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	44
3.4	Descripción de procedimientos de análisis	48
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS</b>		49
4.1	Resultados	49
4.1.1	Análisis descriptivo de las variables	49
4.1.2	Análisis inferencial de las variables	56
4.2	Análisis de los resultados o discusión de resultados	61
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		66
5.1	Conclusiones	66
5.2	Recomendaciones	66
<b>REFERENCIAS</b>		68
<b>ANEXOS</b>		78
	Anexo 01: Declaración de Autenticidad	79
	Anexo 02: Autorización de consentimiento para realizar la investigación	80
	Anexo 03: Matriz de Consistencia	81
	Anexo 04: Matriz de Operacionalización	82
	Anexo 05: Protocolos o instrumentos utilizados	85
	Anexo 06: Formato de validación de expertos	88

## Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente .....	37
Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente .....	38
Tabla 3. Distribución de la muestra .....	44
Tabla 4. Análisis de la validez de contenido del instrumento .....	46
Tabla 5. Confiabilidad de consistencia interna del instrumento .....	47
Tabla 6. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos .....	49
Tabla 7. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos .....	50
Tabla 8. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos .....	50
Tabla 9. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos .....	51
Tabla 10. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular .....	52
Tabla 11. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular .....	52
Tabla 12. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular .....	53
Tabla 13. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular .....	53
Tabla 14. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvia .....	54
Tabla 15. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvia .....	54
Tabla 16. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvia .....	55
Tabla 17. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por lluvia .....	56
Tabla 18. Resultados de la prueba de bondad de ajuste para las variables estudiadas ...	57
Tabla 19. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis general .....	57
Tabla 20. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 1 .....	58
Tabla 21. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 2 .....	59
Tabla 22. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 3 .....	60
Tabla 23. Matriz de consistencia .....	81
Tabla 24. Matriz de operacionalización .....	82

## Índice de Figuras

Figura 1. Esquema del fundamento teórico .....	355
--	-----



## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar las fuentes contaminantes asociadas a la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo correlacional y de diseño no experimental de corte transversal. La muestra fue de tipo censal y estuvo conformada por 16 profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana, de ambos sexos y entre 27 a 65 años. Se aplicó un cuestionario elaborado por la autora de la presente investigación, el cual fue validado. De acuerdo con las respuestas brindadas por los profesionales y técnicos, se halló una relación significativa entre las fuentes contaminantes no tradicionales y la calidad del agua superficial ( $p < .01$ ). Asimismo, se halló una relación significativa entre los residuos sólidos, el tráfico vehicular urbano y el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia y la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana ( $p < .01$ ). Finalmente, las implicancias del estudio son discutidas.

**Palabras clave:** calidad del agua superficial, fuentes contaminantes no tradicionales, zonas urbanas, costa peruana.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the polluting sources associated with the quality of surface water in urban areas of the Peruvian coast - 2020. The research had a quantitative approach, a correlational type, and of a non-experimental cross-sectional design. The sample were of a census type and consisted of 16 professionals and technicians in charge of monitoring the quality of surface water in urban areas of the Peruvian coast. The participants were either male or female and between 27 to 65 years of age. A validated questionnaire prepared by the author of this research was applied. According to the answers provided by both professionals and technicians, a significant correlation was found between non-traditional polluting sources and the quality of surface water ( $p < .01$ ); Likewise, a significant correlation was found between solid waste, urban vehicular traffic and the washing of pollutants from the roads surface due to the action of rain, and the quality of surface water in urban areas of the Peruvian coast ( $p < .01$ ). Finally, the implications of the study are discussed.

**Keywords:** surface water quality, non-traditional polluting sources, urban areas, Peruvian coast.

## INTRODUCCIÓN

Existe un consenso a nivel mundial con respecto a que el agua es un recurso esencial para la vida. No obstante, los gobiernos tienen que invertir importantes recursos para asegurar su pureza y calidad, ello debido a que los seres humanos, son los principales agentes de su contaminación (Damián, 2015; OMS, 2019).

Los estudios, en su mayoría, han considerado como contaminantes del agua a las condiciones ambientales estáticas (Herngren, 2006; Goonetilleke, Egodawatta y Kitchen, 2009). Sin embargo, hoy en día existen otros procesos no tradicionales que vienen afectando la calidad del agua superficial, tales como las sustancias derivadas del tráfico vehicular urbano y la acción de la lluvia que recogen y transportan los sedimentos de las carreteras hacia las fuentes de agua superficial (Mahbub, 2011).

Estos aspectos no son considerados en las normas de control y monitoreo de las fuentes de agua superficial. Tampoco son consideradas por otros sectores que deberían involucrarse en las acciones del cuidado del agua y en la prevención de su contaminación. Además, el impacto que genera la contaminación del agua alcanza a todos los sectores de la sociedad, en tal sentido, la prevención debería también involucrar a todos.

Ante esta problemática, la presente investigación constituye un aporte para comprender la implicancia de fuentes contaminantes no tradicionales que influyen en la calidad del agua, por ello el presente estudio plantea como objetivo evaluar las fuentes contaminantes asociadas a la calidad de agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, contribuyendo así a demostrar la necesidad de mejorar las acciones de monitoreo, las normas y las coordinaciones intersectoriales para abordar esta problemática.

En la presente investigación, se ha seguido un diseño correlacional, ya que se pretende brindar información de cómo influye cada fuente de contaminación sobre la calidad del agua superficial, de tal manera que; los resultados nos permitan reflexionar con respecto a las medidas que serán necesarias implementar, a fin de que se revierta la problemática identificada.

Se espera que esta investigación promueva la realización de otros estudios que constituyan un aporte en la misma línea, en otras regiones del país, lo cual permitirá que se contribuya con el mejoramiento de los aspectos asociados con la preservación de la calidad del agua.

La investigación ha sido estructurada en cuatro capítulos: en el primer capítulo, se desarrolla el planteamiento del problema de investigación, teniendo en cuenta la descripción de la realidad problemática y la formulación del problema de la investigación, señalando además la justificación del tema a investigar y los objetivos.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico que contextualiza la investigación, los antecedentes sobre el tema investigado y las hipótesis formuladas que serán contrastadas en este estudio.

En el tercer capítulo, se explica el marco metodológico que incluye el enfoque, tipo, método y diseño de investigación. Asimismo, se presenta la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos y la descripción de los procedimientos de análisis.

En el cuarto capítulo, se muestran los resultados descriptivos e inferenciales sobre la relación entre las variables. Asimismo, son presentados en tablas estadísticas.

Finalmente, se expone la discusión de los resultados obtenidos en la presente investigación, así como las conclusiones y recomendaciones.

# CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

## 1.1 Descripción del problema

En la actualidad, el mundo viene atravesando una serie de problemas relacionados con el deterioro del medio ambiente: disminución de la capa de ozono, el efecto invernadero, lluvia ácida, deforestación, inundaciones, acumulación de residuos industriales y aguas negras, la extinción de la biodiversidad, contaminación (aire, ruido, suelo, etc.).

Damián (2015) señala que se ha detectado que los fenómenos mencionados en el párrafo precedente ocurren debido a la influencia del ser humano. Es por ello que la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019) informó de todos los esfuerzos realizados a nivel mundial, dirigidos a que todas las personas (decisores y población en general) tomen conciencia sobre el cuidado del medio ambiente.

Un ejemplo de ello, con relación a la superación de la contaminación plástica, es que muchos países (como Nigeria y Honduras) y empresas (como Ikea y Foodpanda) hicieron compromisos para su disminución. La Unión Europea propuso la prohibición de diez artículos plásticos de un solo uso que representaron el 70% de todos los residuos en el mar para el 2025 (OMS, 2019).

Los ejemplos indicados en los párrafos precedentes sugieren que los cambios a nivel global no ocurrirán inmediatamente y no son solo problemas de falta de financiamiento para abordarlos, también implican un tema relacionado con el comportamiento y las actitudes de las personas frente a la preservación de su ecosistema.

Vlek y Steg (2007) indican luego de varias décadas de política ambiental, que se han alcanzado algunos logros en cuanto a: prohibición de plomo en los combustibles de los automóviles, DDT en los pesticidas y el asbesto en los materiales de construcción, los desechos tóxicos se tratan con mayor atención, la seguridad industrial ha

aumentado significativamente, las plantas de energía eléctrica se han vuelto más limpias y la energía, así como los materiales se utilizan de manera más eficiente. El mundo se ha vuelto -en general- más sensible a la necesidad de fuentes de energía renovable. Sin embargo, a medida que las poblaciones humanas siguen creciendo, el consumo de material se intensifica y la tecnología de producción se expande aún más; en consecuencia, la cantidad y la calidad de los recursos ambientales siguen disminuyendo constantemente, lo cual limita o hace retroceder los logros alcanzados. Esto prueba el papel del comportamiento y las actitudes del ser humano en el deterioro del ambiente.

Entre los factores que han sido investigados, como contaminantes del agua, el tráfico vehicular urbano ha sido el menos estudiado. La mayoría de los estudios han estado dirigidos a procesos bajo condiciones ambientales estáticas (Herngren, 2006; Goonetilleke et al., 2009). El promedio de tráfico diario, la congestión y la textura de las vías urbanas han sido considerados como los parámetros más importantes de contaminación en áreas urbanas. Del mismo modo, las características de la lluvia como intensidad, frecuencia y distribución son los parámetros más influyentes que causan el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras.

Una serie de metales pesados e hidrocarburos de petróleo se consideran contaminantes generados por el tráfico. Sin embargo, los estudios que abordan explícitamente las relaciones entre la acumulación de contaminantes y los procesos de lavado con las características cambiantes del tráfico urbano y las precipitaciones debido al cambio climático son limitados. Como resultado, existe una brecha de conocimiento al vincular la acumulación de contaminantes generados por el tráfico como un factor adicional que ocasiona la contaminación del agua y también el rol que cumple el agua de lluvia que, al escurrirse por una serie de espacios: el campo, caminos, zonas de acumulación de residuos, alcantarillados, podrían constituirse en fuentes contaminantes de las fuentes de agua superficial (Mahbub, 2011).

En tal sentido, se pretende investigar las posibles fuentes contaminantes no tradicionales asociadas a la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana.

La OMS (2019) reportó que las enfermedades relacionadas con la contaminación son responsables de siete millones de muertes cada año. Adicionalmente a ello, en 2018, los estudios vincularon la contaminación a todo, desde millones de casos de diabetes hasta niveles más bajos de inteligencia.

El Perú no es ajeno a esta realidad. Gonzales *et al.* (2014) reportaron que dentro de los principales contaminantes se halló al material particulado menor de 2,5  $\mu$  y que anualmente ocurren entre 2 300 a 3 000 muertes en Lima a causa de ello. Además, se observa contaminación del agua, debido a los desagües y minerales que van hacia los ríos. Por otro lado, el Perú, anualmente sufre los efectos del fenómeno de “El Niño” cuya severidad se incrementa debido al cambio climático, provocando pérdidas materiales, humanas e incremento de enfermedades como cólera, malaria y dengue.

El empleo poco seguro de fuentes de agua no convencionales, principalmente, las aguas residuales en el trabajo agrícola pueden conducir a la aglomeración de contaminantes microbiológicos y químicos en las siembras, productos pecuarios y recursos del terreno y del agua. Finalmente, en graves consecuencias para la salud de la población que consume los productos expuestos y la gente que labora en el campo. Asimismo, también puede agravar la resistencia a patógenos microbiológicos (ONU, 2017).

Amadeo (2019) señala que las consecuencias económicas más devastadoras de la contaminación del agua son: costo del tratamiento del agua potable (esto se debe a los costos de energía y químicos adicionales para filtrar y limpiar el agua), pérdidas por turismo (natación, snorkel, paseos en bote), daños a la pesca comercial y las cosechas de mariscos (por acidificación del agua) y valores inmobiliarios más bajos (los valores de las propiedades caen hasta un 25% si el agua está contaminada en comparación con las propiedades que cuentan con agua limpia).

Finalmente, los efectos de la contaminación del agua sobre la salud humana están bien documentados. El agua contaminada contribuye a la escasez de agua en muchos países que no cuentan con los sistemas necesarios para combatirla. Esto hace que muchos hombres, mujeres y niños estén expuestos a agua contaminada a diario. Esto obliga a innumerables familias a consumir regularmente agua no apta para consumo

humano, lo que a menudo conduce a enfermedades. Algunos de los efectos negativos de beber agua contaminada, incluyen: diarrea del viajero, salmonella, cólera, disentería, E. coli, hepatitis A, hepatitis E, infecciones parasitarias, botulismo y fiebre tifoidea (The Last Well, 2019).

## **1.2 Formulación del problema**

Todo lo anteriormente señalado, nos lleva a formular las siguientes preguntas de investigación:

### **1.2.1 Problema General**

- ¿En qué medida las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿En qué medida los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos?
- ¿En qué medida el tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos?
- ¿En qué medida el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos?



### 1.3 Importancia y justificación del estudio

- **Importancia del estudio**

La importancia radica en la identificación de fuentes de contaminación de agua superficial, que han sido poco estudiadas relacionándolas con el tráfico urbano, residuos sólidos y lavado de contaminantes de las carreteras por acción de lluvias, y que podrían prevenirse al diseñar estrategias de formación ambiental, ya que permitirán ampliar la cultura verde (ecológica).

- **Justificación del estudio**

Los resultados del estudio podrían encontrar evidencia para reforzar las políticas públicas que incorporen la ecoeficiencia y la actitud ecoamigable en la vida diaria de la población.

- **Justificación teórica**

Se puede constatar a través de la revisión de la literatura científica que casi no existen investigaciones que asocien el tráfico y el rol del escurrimiento de agua de lluvia, con la contaminación del agua superficial en zonas urbanas, por lo que; esta investigación contribuirá al incremento del cuerpo de conocimientos teóricos y como fuente de debate académico sobre las variables propuestas. Asimismo, confirmará el rol que cumple la teoría antropogénica en la contaminación del agua y permitirá que otros investigadores incluyan las variables propuestas en sus modelos explicativos de fuentes contaminantes.

- **Justificación metodológica**

El presente estudio es importante porque ofrecerá evidencias de validez y confiabilidad de un instrumento que se empleará para medir el rol que juegan las variables estudiadas en la contaminación de fuentes de aguas superficiales en zonas urbanas. Además, se empleará un modelo de análisis multivariante para estudiar el rol de cada variable en la identificación de fuentes contaminantes de agua superficial.

- **Justificación práctica**

Los resultados obtenidos en este estudio servirán como elementos de juicio a las autoridades correspondientes para diseñar, elaborar y ejecutar programas para promover una actitud ecológica positiva en los agentes involucrados; así como, gestionar de manera más eficiente la promoción de comportamientos ecológicos en las diferentes comunidades. Por otro lado, posibilitará tomar conciencia de la importancia del manejo de los residuos sólidos, así como, del control del tráfico y la limpieza controlada de los sedimentos en las carreteras, para prevenir que se conviertan en fuentes contaminantes de los cuerpos de agua natural en las zonas urbanas. Del mismo modo, las acciones señaladas, permitirán prevenir las consecuencias de la contaminación del agua sobre la salud, específicamente en la prevención de enfermedades ocasionadas por el consumo de agua contaminada.

- **Justificación legal**

A continuación, se presentan las normas relacionadas al problema de investigación:

- Ley N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos”.
- Decreto Supremo N° 001-2010-AG, que aprueba el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos y sus modificatorias.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, que aprueba la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales y Superficiales.

- Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA, que aprueba los Lineamientos para la Identificación y Seguimiento de Fuentes Contaminantes relacionadas con los Recursos Hídricos.

- **Justificación ambiental**

El presente estudio permitirá implementar mejoras ambientales en el agua superficial de zonas urbanas, lo cual mejorará la vida acuática y la calidad del agua, al identificar las fuentes contaminantes no tradicionales del agua superficial. Asimismo, se recomendará normas de monitoreo que implique tomar mediciones de tráfico, lluvia y volumen de residuos sólidos, para mejorar la calidad del agua superficial, es decir, disminuir o erradicar los contaminantes o dar alertas cuando éstos sobrepasen las mediciones que no permitan su consumo por seres humanos.

#### **1.4 Delimitación del estudio**

- **Delimitación espacial**

La investigación abarcó el ámbito de las fuentes de agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana que son monitoreadas por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

- **Delimitación temporal**

La presente investigación se ejecutó durante los meses de julio a diciembre del año 2020.

- **Delimitación teórica**

**Variables**

- **Variable independiente:**

- Fuentes contaminantes no tradicionales.

- **Variable dependiente:**

- Calidad del agua superficial.

## **Indicadores**

- **Indicadores de la variable independiente: fuentes contaminantes no tradicionales**
  - Residuos sólidos.
  - Tráfico vehicular urbano.
  - Contaminantes de la superficie de las carreteras lavados por acción de la lluvia.
  
- **Indicadores de la variable dependiente: calidad del agua superficial.**
  - Parámetros físicos señalados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias.
  - Parámetros químicos señalados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias.
  - Parámetros microbiológicos señalados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen Disposiciones Complementarias.

## **Marco teórico**

- La presente investigación se estructuró en el ámbito de la teoría antropogénica (Powell, 2019).
- Parámetros indicados en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo General**

- Evaluar la influencia de las fuentes contaminantes no tradicionales asociadas a la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Identificar la influencia de los residuos sólidos en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.
- Identificar la influencia del tráfico vehicular en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.
- Identificar la influencia de los contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Marco Histórico

El agua como fuente fundamental de vida y de actividades diversas ha sido contaminada por diferentes elementos de polución a lo largo de la historia de la humanidad. En tiempos de los primeros asentamientos humanos, los pobladores construyeron sus casas cerca de bordes de ríos y lagos para poder consumir el agua de forma fácil, lo cual fue un requisito importante en la ubicación de ciudades y en el desarrollo de las civilizaciones humanas. Asimismo, los cuerpos de agua fueron vías de comunicación que tuvieron hacia otros lugares. Estas vías fluviales ya contenían contaminación, pero no en grandes cantidades, ya que el líquido elemento se recuperaba naturalmente (American Water Works Association, s. f.).

En la antigüedad, las fuentes de agua potable fueron los ríos, lagos y arroyos, pero a su vez, en estos también se disponían los desechos humanos. De esta forma, estas fuentes de agua se contaminaban y para obtener agua potable limpia, los diferentes grupos humanos, construyeron acueductos y otras construcciones para mejorar la calidad de este vital líquido (Singh, Yadav, Kumar-Pal y Mishra, 2020).

Los primeros tratamientos de agua que la humanidad utilizó fueron para la mejora de la calidad de ésta, tanto en sabor como en claridad. Así, quizás el primer estándar sobre el agua tiene una fecha de antigüedad de 4000 años, en una fuente hindú, la cual menciona que para su purificación se debe colocar al sol, posteriormente, insertar siete veces una barra de cobre caliente; luego filtrarla, enfriarla y almacenarla en vasijas de barro (Sklivaniotis y Angelakis, 2004).

En Asia, aproximadamente 2 000 a.C. mantenían el agua en vasijas de cobre, las cuales las exponían a la luz solar para purificar este líquido. Hipócrates, el médico griego, escribió acerca de cómo purificar el agua de lluvia al hervirla y luego pasarla por una funda de tela para filtrarla. Los egipcios registraron 400 d.C. que limpiaban el agua al hervirla ya sea sobre fuego, exponiéndola al sol o sumergiendo una pieza

de hierro caliente en ella. Otros grupos, filtraban el agua hervida mediante arena y grava (American Water Works Association, s. f.).

En la civilización minoica, en la isla de Creta (3 300 – 1 200 a.C.) utilizaron técnicas avanzadas de gestión del agua para el abastecimiento de este recurso en palacios, ciudades y pueblos. En Tylissos, el agua se transportó mediante un acueducto desde el manantial de Agios Mama, a una distancia de tres kilómetros. Hubo unos dispositivos de terracota con carbón activado lo cual depuraba los constituyentes orgánicos e inorgánicos. Además, tenían cisternas de piedra para la eliminación de sólidos en suspensión (Sklivaniotis y Angelakis, 2006).

Los griegos son considerados los primeros en el uso colectivo de elementos básicos en el suministro de agua para comunidades urbanas. Asimismo, ellos fueron los primeros en clasificar al agua en tres categorías; potable, sub-potable y no potable, según fuente y uso (Crouch, 1993 como se citó en Shqiarat, 2019).

El suministro de agua de los antiguos romanos se realizó al principio desde el río Tíber, de manantiales y pozos locales para su consumo. A través del tiempo, el agua se contaminó y fue inadecuada para el consumo humano (Hansen, s. f.). Sobre la normativa romana en aquella época, Bannon (2017, p. 62) menciona que: “Gran parte del derecho romano sobre agua dulce se refiere a su suministro, regulando los derechos de uso con una variedad de instituciones legales de derecho público y privado (por ejemplo: propiedad, servidumbres, interdictos)”.

Los romanos y griegos usaron diferentes métodos para mejorar la calidad del agua para consumo como tamices, ebullición, sedimentación, etc. Al aumentar la población y los desechos orgánicos, estos fueron devueltos a los ríos cercanos aumentando el riesgo biológico de contaminación y posteriormente, propagando patógenos, causando infecciones transmitidas por agua. (Vuorinen, Juuti y Katko, 2007).

La revolución industrial que empezó a mitad del siglo XVIII cambió la vida de las personas, tanto a nivel social, tecnológico y económico dando comienzo a las industrias, al principio generadas por el carbón. El mayor impacto negativo fue la

polución del aire por las emisiones de humo, pero hubo también contaminación de fuentes de agua, ya que muchas fábricas se construyeron cercanas a ellas. Las toxinas generadas fueron sólidas, gaseosas y líquidas que terminaron contaminando los suministros de aguas locales (Folk, 2018).

En Sudamérica, los pueblos pre-incas e incas construyeron varios tipos de obras como represas, embalses, canales, acequias, acueductos, canales de riego para la gestión del agua. Ejemplos de esta clase de ingeniería son los canales de Cumbemayo en el departamento de Cajamarca, así como los puquios de la Cultura Nazca realizados en uno de los desiertos más áridos y que sirven de acueductos, formados por una galería horizontal subterránea y unida al agua subterránea, la cual se descarga en un embalse pequeño o de forma directa a un canal de riego (Ribeiro, s. f.).

En la actualidad, la contaminación asociada a la calidad del agua superficial se ha diversificado debido a diferentes tipos de polución: origen natural y antropogénico. La agricultura, industria de varios tipos, minería y la generación, así como la inadecuada disposición final de residuos orgánicos, contamina el agua, así como el crecimiento exacerbado de la población y el cambio climático, la ponen en peligro de contaminación (Palaniappan et al., 2010).

## **2.2 Investigaciones relacionadas con el tema**

### **2.2.1 A nivel internacional se han encontrado los siguientes estudios:**

- Cintron (2016) realizó un estudio titulado: “Effects of environmental and anthropogenic factors on water quality in the Rock Creek watershed” (Efectos de factores ambientales y antropogénicos sobre la calidad del agua en la cuenca de Rock Creek- traducción libre) para optar el grado de Maestro en Ciencias con mención en Salud Pública en la Uniformed Services University.

El estudio se basó en la necesidad de comprender la distribución espacial y temporal de los contaminantes dentro de los sistemas acuáticos urbanos, sosteniendo que, han aumentado en importancia a medida que la calidad del agua superficial continúa degradándose. El propósito de este estudio fue investigar los



factores ambientales y antropogénicos que impactan la calidad del agua superficial en la cuenca de Rock Creek.

Se recolectaron muestras de calidad del agua -semanalmente- en 15 sitios a lo largo de Rock Creek durante aproximadamente cuatro meses. Las muestras se analizaron para determinar parámetros físicos y químicos que incluían: turbidez, nitrógeno y fósforo. Además, se evaluaron cuantitativamente las concentraciones de E. coli y coliformes totales. Se recolectaron muestras adicionales tras eventos de lluvia significativos, con el fin de evaluar el impacto de los eventos de precipitación en la calidad del agua superficial.

El análisis de datos espaciales y temporales utilizando software de sistemas de información geográfica y análisis estadístico no paramétrico, determinó que la variación de la calidad del agua no es uniforme a lo largo del arroyo. No se encontraron correlaciones significativas entre los factores antropogénicos estudiados y las concentraciones medias de bacterias entéricas. La distribución e intensidad de los factores antropogénicos claramente no es la única base que determina la calidad bacteriana de Rock Creek.

Además, existen influencias temporales, en términos de prácticas de cuencas hidrográficas y comportamiento hidrológico, así como, influencias espaciales (fuentes de contaminación y actividad recreativa), que en última instancia influyen en la dinámica de la contaminación por bacterias indicadoras fecales sobre la cuenca. La lluvia, temperatura y descarga se correlacionaron positivamente con la concentración media de bacterias entéricas. Los valores de turbidez variaron con las características del evento de lluvia. Se encontró que el efecto de ésta, sobre la turbidez (aumento o disminución) dependía del patrón temporal de lluvia versus la cantidad. Se encontró que los sitios con mayor turbidez tenían un aumento de coliformes totales. No se encontraron otras asociaciones entre bacterias, nutrientes y turbidez, posiblemente como resultado de las limitaciones del estudio o la variedad de otras influencias dentro de la cuenca que contribuyen a la abundancia de estos parámetros. En última instancia, estos datos pueden ayudar a los tomadores de decisiones a comprender la

relación entre la calidad del agua de Rock Creek, los factores estudiados y los posibles peligros para la salud que resultan de los eventos de precipitación.

- Mahbub (2011) realizó un estudio titulado: “Impact of urban traffic and climate change on water quality from road runoff” (Impacto del tráfico urbano y el cambio climático en la calidad del agua por los escapes de carreteras – traducción libre) para optar el grado de Doctor en filosofía en la School of Urban Development Queensland University of Technology.

El estudio planteó que el tráfico urbano y el cambio climático son dos fenómenos que tienen el potencial de degradar la calidad del agua urbana al influir en la acumulación y eliminación de contaminantes, respectivamente. Sin embargo, el conocimiento limitado ha hecho difícil establecer un vínculo entre la acumulación y el lavado de contaminantes en condiciones tan dinámicas.

Este autor sostiene que, para salvaguardar la calidad del agua urbana, se requieren medidas adaptativas de mitigación de la calidad del agua superficial. En esta investigación, la acumulación y el lavado de contaminantes se investigaron desde un punto de vista dinámico que incorporó los impactos del tráfico urbano, así como, los cambios en las características de las precipitaciones inducidas por el cambio climático. El estudio desarrolló una clasificación dinámica y conceptualizó el estudio de la acumulación y el lavado de contaminantes bajo cambios futuros en el tráfico urbano y las características de las lluvias. Este estudio también ha caracterizado los procesos de acumulación y lavado del tráfico generado por metales pesados, hidrocarburos volátiles, semivolátiles y no volátiles, en condiciones dinámicas que permiten el desarrollo de medidas de mitigación adaptativas para la calidad del agua superficial.

- Cardona (2003) con el estudio “Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras” para optar el grado de Magister Scientiae de CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, en Puerto Rico.

Esta investigación se realizó para el análisis de la calidad y riesgo de contaminación del río La Soledad. La microcuenca se dividió en nueve unidades, así como en el mismo número de estaciones. Se realizó dos muestreos, en épocas de lluvia y seca para medir los coliformes totales y fecales, pH, turbidez, sólidos suspendidos, nitratos, fosfatos, temperatura. Asimismo, en dos estaciones se analizó si había plaguicidas organoclorados en el agua. Se utilizó un análisis SIG para la determinación de indicadores de deterioro de la calidad de agua, el Índice de Contaminación Agroquímicas (IPCAS), Índice de Contaminación Poblacional (IPC), así como el Índice de Vulnerabilidad Global (IVG), cuyo objetivo fue determinar la influencia en la contaminación del agua superficial.

Como resultado se obtuvo que no hay un deterioro significativo en la microcuenca respecto a la calidad del agua superficial. Sin embargo, el suelo tiene participación importante en ésta. Se determinó que los cultivos hortícolas tuvieron un impacto negativo mediante concentraciones de plaguicidas organoclorados. Cabe destacar que la calidad del agua superficial en esta microcuenca tiene un deterioro gradual por las actividades antrópicas.

### **2.2.2 A nivel nacional se ha encontrado los siguientes estudios:**

- Mendoza (2018) con el estudio “Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú”, para optar el grado de Magister en química, en la Pontificia Universidad Católica del Perú.

El objetivo de la investigación fue la evaluación de la calidad del agua superficial para consumo humano en el poblado de Sacsamarca mediante indicadores fisicoquímicos y su relación con la gestión del agua, así como, la comprensión del ciclo hidrológico. Se establecieron ocho estaciones de muestreo en el río Caracha y otros afluentes para las mediciones in situ y toma de muestras. Se midieron los siguientes parámetros: sólidos totales disueltos, pH, conductividad eléctrica, temperatura. Los siguientes fueron analizados en el laboratorio: sólidos totales, nitratos, fosfatos, sulfatos, demanda química de oxígeno y metales como

arsénico, cobre, hierro, calcio, cadmio, zinc, potasio y sodio. Se aplicaron técnicas como la absorción atómica y espectroscopías UV-Visibles.

Como resultado se obtuvo que a excepción de fosfatos (puquial) y arsénicos (río Caracha), los parámetros estudiados no sobrepasaron los límites establecidos. Además, se aplicó el marco DPSIR, que integró las características ambientales y sociales, para la ubicación de los hallazgos de valores fisicoquímicos en el sistema hidrosocial de Sacsamarca. Se determinó que hay falta de vigilancia en las aguas superficiales, así como, falta de coordinación de instituciones superiores para el revertimiento de los altos contenidos de arsénico encontrados en el río Caracha.

- Silva (2018) con el estudio “Evaluación del grado de afectación de la calidad del agua del río Tumbes y propuesta de recuperación del sector peruano – Año 2011 al 2014”, para optar el grado de Magister en Ciencias, con mención en Gestión Ambiental, en la Universidad Nacional de Tumbes.

El objetivo fue evaluar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua del río tumbes y proponer soluciones. La evaluación se realizó dos veces por año (2011 - 2014 y 2015 – 2016), a partir de monitoreos participativos ejecutados por la ANA, a través del Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos 2011-2014 y 2015 – 2016. Se organizó la data recolectada anualmente, tomando en cuenta el calendario hidrológico de acuerdo con el período del monitoreo (estiaje y avenida). Asimismo, se sistematizaron los parámetros de acuerdo a la influencia de la actividad antrópica, geología de la cuenca y movimiento natural de las mareas.

Los datos se procesaron empleando la metodología para calcular el Índice de Calidad del Agua ICA-PE de la ANA, obteniéndose un indicador de calidad del agua por punto de monitoreo, mapas de Índice de Calidad del Agua y un proyecto técnico para recuperar la calidad del agua de acuerdo al uso. La conclusión del estudio fue que la calidad del agua del río Tumbes es mala, debido a los resultados físicos, químicos y microbiológicos obtenidos.

- De La Torre (2015) con el estudio “Contaminación del agua y pobreza rural: el caso de la cuenca alta del río Vilcanota”, para optar el grado de Magister en Economía de los Recursos Naturales y del Ambiente, en la Universidad Nacional Agraria La Molina.

El objetivo fue evaluar el impacto de la contaminación del agua del río Vilcanota (Cusco), economía, así como el papel de los factores socioeconómicos que están asociados con la posibilidad de contraer enfermedades por consumo de agua y recomendar a las instancias del gobierno, mejoras en la gestión ambiental.

Se determinó el impacto negativo que tiene la contaminación del agua del río Vilcanota, en la economía familiar de zonas rurales pobres. Asimismo, se analizaron variables sociales relacionadas con enfermedades por contaminación del agua, en personas y ganado vacuno. Los resultados indicaron la existencia de un incremento en los costos por atención de enfermedades, disminución de la producción y pérdida de ganado. Para medir el impacto económico se empleó la metodología del costo del daño, para lo cual se empleó un instrumento que se administró en ocho comunidades rurales. Se halló que un grupo familiar de una comunidad campesina invierte el 5% de su gasto anual para costear padecimientos originados por la contaminación del agua que requiere atención médica y veterinaria, reduciendo la producción de carne, leche e incluso, ganado que asciende a un gasto global del 36% al año.

El análisis logit determinó que el gasto total de pérdida económica asciende a 5,2 millones de soles anuales. Se determinó que la edad y género de los jefes de familia son variables a considerar para disminuir el riesgo de padecimientos a causa de la contaminación del agua y que el monto gastado en la salud de los animales y el nivel de información sobre los peligros del agua contaminada, son factores importantes con respecto a la productividad relacionada con la crianza de ganado vacuno.

Se concluyó que el nivel de daño económico que genera la contaminación del agua en el río Vilcanota es elevado, provocando pérdidas en el gasto corriente y

descapitalización, que constituyen un lastre para los programas del Estado contra la pobreza de las comunidades campesinas.

## **2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio**

### **2.3.1 Fuentes contaminantes del agua**

El agua es fundamental para la sostenibilidad a largo plazo de las zonas urbanas. La contaminación de los cuerpos de agua locales en un área urbana puede plantear riesgos en términos de salud humana y del ecosistema. El aumento continuo de la población urbana provocará un aumento del tráfico urbano que, a su vez, puede tener un impacto significativo en la acumulación de contaminantes en las vías urbanas. Los contaminantes que se acumulan en las carreteras urbanas se eliminan durante la escorrentía superficial y finalmente, se transportan a los cuerpos de agua locales. Sin embargo, la escorrentía superficial no es el único factor que perjudica la calidad del agua urbana. Según Shepherd, Ellis y Rivett (2006), el flujo de agua subterránea y el flujo base también impactan en la calidad del agua urbana.

La contaminación del agua puede ser causada por fuentes fácilmente identificables, denominadas fuentes puntuales de contaminación, o indirectamente de múltiples fuentes, denominadas fuentes de contaminación no puntuales. De acuerdo con el Glosario Ambiental de las Naciones Unidas (ONU, 1997), las fuentes antropogénicas de emisiones que se ubican en puntos espacialmente identificables, como plantas de tratamiento de aguas residuales, plantas de energía, causan contaminación del agua de fuentes puntuales. Las fuentes dispersas de contaminación del agua se difunden y los contaminantes ingresan al cuerpo de agua receptor desde salidas no especificadas. Las fuentes antropogénicas como la agricultura, las áreas urbanas, la minería, la construcción, las presas y canales, así como las fuentes naturales como la silvicultura y las intrusiones de agua salada, son las fuentes no puntuales comunes de contaminación del agua.

El ciclo del agua urbana se compone de suministro de agua, eliminación de aguas residuales y drenaje de aguas pluviales (Markopoulos, 2008). La gestión de la

escorrentía superficial de las carreteras urbanas es parte del componente de drenaje de aguas pluviales del ciclo del agua urbana.

El aumento del área de superficies pavimentadas debido a la expansión de la urbanización reduce la infiltración, mientras que hace que la escorrentía superficial exhiba flujos máximos más altos, tiempos más cortos para alcanzar los picos y transporte acelerado de contaminantes y sedimentos (Niemczynowicz, 1999). La situación empeora con el aumento del volumen de tráfico urbano y con los cambios en los patrones de lluvia debido al cambio climático (Mahbub, Ayoko, Goonetilleke, Egodawatta y Kokot, 2010).

Por otro lado, la acumulación de contaminantes se refiere a la acumulación de contaminantes en superficies permeables e impermeables a través de un espectro complejo de procesos de clima seco tales como deposición, erosión eólica y limpieza de calles que ocurren entre tormentas (Huber, 1986). Duncan (1995) describió el proceso de acumulación de contaminantes como un equilibrio dinámico entre la deposición y remoción de contaminantes entre fuentes y sumideros de contaminantes. La acumulación de contaminantes en áreas urbanas varía con las actividades antropogénicas como la concentración de la población, el comercio y la industria, el uso de la tierra y el tráfico promedio diario (Mahbub *et al.*, 2010). Las fuentes naturales también se atribuyen a la acumulación de contaminantes. Egodawatta, Thomas y Goonetilleke (2009) informaron que las partículas se originan principalmente por fuentes atmosféricas durante su acumulación en las superficies de los techos. El tráfico urbano y las actividades agrícolas también se han identificado como los principales contribuyentes a la acumulación de contaminantes en superficies permeables (Chen, Xia, Zhao y Zhang, 2010; Oliva y Espinoza 2007). Los principales factores que influyen en la acumulación de contaminantes se pueden resumir de la siguiente manera:

- Condiciones climáticas.
- Uso del suelo.
- Tráfico de vehículos.
- Textura del pavimento.
- Días desde la última lluvia o el período seco anterior.

- Días desde que se limpiaron las calles por última vez.
- Método de limpieza de calles.

El Intergovernmental Panel on Climate Change (2000) indica que los cambios en las condiciones climáticas afectan varios procesos climáticos, como la intensidad, frecuencia y duración de las lluvias, la temperatura atmosférica y las nevadas (que, a su vez, tienen impactos específicos en la acumulación de contaminantes. El período de tiempo seco entre dos eventos de lluvia consecutivos ha sido descrito como un factor principal relacionado con la acumulación de contaminantes en las carreteras urbanas (Sartor, Boyd y Agardy, 1974). Sin embargo, algunos investigadores han cuestionado el papel del período de tiempo seco en la acumulación de contaminantes (Deletic y Orr 2005; Novotny et al. 1985). Argumentaron que la resuspensión y la redistribución de partículas en las superficies de las carreteras pueden hacer que el período seco precedente tenga una correlación muy débil con la carga acumulada. Egodawatta (2007) descubrió que la tasa de aumento de la acumulación de contaminantes en las superficies de las carreteras es muy baja después de siete días secos desde la acumulación inicial y la acumulación total varía significativamente para los diferentes usos del suelo.

### **2.3.1.1 Sólidos**

La materia que permanece como residuo al evaporarse y secarse entre 103° y 105° C se define como sólida (Sawyer, McCarty y Parkin, 1994). Los sólidos existen en diversas formas en la naturaleza, por ejemplo, disueltos, suspendidos, volátiles y fijos. El término *sedimentos* se usa a veces para sólidos en suspensión. La sustancia no disuelta en una muestra sólida en agua por filtración se denomina sólidos en suspensión (Sawyer *et al.* 1994). La determinación de la cantidad de materia disuelta y no disuelta se determina realizando pruebas en porciones filtradas y sin filtrar de las muestras.

Los sólidos volátiles se denominan materia orgánica que se volatiliza a 550° C de ignición a partir de una muestra sólida y la materia residual que queda como ceniza se denomina sólidos fijos. Con respecto a la contaminación del agua de tormentas urbanas, los sólidos se erosionan de las superficies permeables o se lavan de las superficies impermeables por las aguas de tormenta.



Los sistemas de alcantarillado también contribuyen a la acumulación de sólidos en el lecho y en las paredes de las alcantarillas durante los períodos secos (Novotny y Olem, 1994). Los efectos físicos de los sólidos en suspensión en el medio ambiente son mayor turbidez, abrasión de las branquias de los peces y otros tejidos sensibles, reducción de la visibilidad, pérdida de vegetación ribereña que conduce a una reducción de la sombra y el refugio, y la destrucción de las áreas de desove (Adams y Papa, 2000). Sin embargo, los efectos químicos de los sólidos en suspensión en el agua receptora son de naturaleza mucho más adversa.

La alta carga de sólidos en suspensión aumenta la portabilidad de varios otros contaminantes al actuar como un sustrato móvil a través de procesos como la adsorción y la absorción (Shinya, Tsuchinaga, Kitano, Yamada y Ishikawa, 2000; Settle Goonetilleke y Ayoko, 2007). El fenómeno de adsorción se refiere a la adherencia de una sustancia química desde una fase líquida o gaseosa a una interfaz sólida (por ejemplo, sobre la superficie de una partícula). La absorción es el fenómeno en el que una sustancia química pasa por una interfaz y penetra en una fase diferente (Hvitved-Jacobsen, Vollertsen y Nielsen, 2010). La materia orgánica, así como las sustancias húmicas, también pueden resultar en la unión de metales a través de un proceso conocido como complejación, que se refiere a una reacción entre iones o átomos metálicos y, naturalmente, sustancias/ligandos presentes en la materia orgánica (Mahbub, 2011).

### **2.3.1.2 Tráfico vehicular urbano**

Los principales contaminantes en los cuerpos de agua que se generan por las actividades de transporte son los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), los hidrocarburos totales de petróleo (TPH), los BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno) y metales pesados como: cadmio, cromo, hierro, níquel, vanadio, plomo, aluminio, zinc y cobre (Peterson y Batley, 1992; Sansalone y Buchberger, 1997).

Las piezas automotrices, como neumáticos y frenos, contienen una variedad de metales pesados enumerados anteriormente. Durante toda la vida útil de un neumático de automóvil que se utiliza durante 50 000 km, se gasta en promedio 1 kg de goma en la banda de rodadura del neumático. Las pastillas de freno también se

desgastan entre 12 y 18 mg/km y deben cambiarse después de 80 000 km, lo que significa que se gasta aproximadamente 1 kg de material de las pastillas de freno durante su vida útil (Öko-Test, 2002).

Lee y Dong (2010) han informado que el volumen de tráfico y la velocidad de los vehículos están fuertemente correlacionados con las concentraciones de PAH en el polvo de las carreteras urbanas. Además, se informa que las concentraciones atmosféricas de BTEX aumentan debido a la congestión en las carreteras urbanas (Buczynska *et al.* 2009). Cuando se depositan en la superficie de la carretera y posteriormente se lavan, estos contaminantes tóxicos y cancerígenos pueden afectar la calidad del agua del cuerpo de agua receptor. A este respecto, la EPA de EE.UU. (2010) estima que hasta la mitad de los sólidos en suspensión y una sexta parte de los hidrocarburos que llegan a los cuerpos de agua en realidad se originan en las carreteras.

Los impactos del tráfico urbano también están indirectamente relacionados con los costos asociados con el mantenimiento de los estándares de calidad del agua en las áreas urbanas. En un estudio relacionado con los costos de limpieza incurridos en relación con la calidad del agua impactada debido a la operación de vehículos motorizados, Nixon y Saphores (2007) estimaron que se necesitarán gastar de 2,9 mil millones a 15,6 mil millones de dólares estadounidenses anualmente en los Estados Unidos durante los próximos 20 años.

Cuando un contaminante se descarga de un vehículo de motor, puede inicialmente emitirse a la atmósfera o depositarse sobre superficies impermeables o permeables. Los contaminantes de la atmósfera pueden caer y acumularse en plantas y edificios a través de procesos de interceptación o en superficies impermeables o permeables a través del mecanismo de deposición seca. Durante un evento de lluvia, los contaminantes que se han acumulado en la atmósfera durante el período seco precedente pueden ser eliminados de la atmósfera a través de la deposición húmeda. Aquellos que se acumulan en las superficies a lo largo de la cuenca, incluidas las carreteras, se eliminan mediante la escorrentía. Los contaminantes acumulados en superficies permeables pueden eliminarse mediante erosión. Los contaminantes acumulados de los procesos anteriores pueden encontrar su camino hacia los cuerpos

de agua receptores, mientras que los procesos de resuspensión también tienen lugar por el movimiento de los contaminantes desde las superficies de captación de regreso a la atmósfera. Además, se han descrito varios otros procesos físicos como medios de transporte de contaminantes a cuerpos de agua, tales como advección, difusión molecular, dispersión y sedimentación (Walker, Hopkins, Sibly y Peakall, 2006; Hvitved-Jacobsen *et al.*, 2010). Los contaminantes también pueden sufrir procesos químicos y biológicos durante la escorrentía. Dada esta complejidad, las relaciones empíricas simples no pueden cubrir completamente todos los aspectos de la relación entre las fuentes de transporte y la calidad del agua superficial.

Dos estudios separados en Australia y Nueva Zelanda (Brown, Affum y Tomerini, 1998; Gardiner y Armstrong, 2007), sobre el impacto de la escorrentía de carreteras en la calidad del agua han sugerido que el total de kilómetros recorridos por vehículos (VKT), es un indicador de riesgo de tráfico para comprender el riesgo de contaminación a entornos receptores sensibles (SRE) como cuerpos de agua cerca de una carretera. El estudio australiano propuso un modelo conocido como TRAEMS (Sistema de modelado ambiental complementario de planificación del transporte) y el estudio de Nueva Zelanda propuso VCLM (Modelo de carga de contaminantes de vehículos). Ambos modelos asumen un proceso simplificado de acumulación de contaminantes para recibir cuerpos de agua del tráfico rodado. El módulo de calidad del agua del modelo TRAEMS utiliza:

- El VKT total en las carreteras dentro de una cuenca (o subcuenca) como medida sustituta para las sustancias que pueden contaminar las masas de agua.
- El supuesto de que las emisiones de las carreteras dentro de una cuenca particular se eliminarán en gran medida dentro de esa cuenca.
- La carga de contaminación potencial relativa en lugar de la carga de contaminación absoluta como variable cuantificable entre las diferentes cuencas y subcuencas.

- El modelo VCLM, por otro lado, estima la fuerza relativa de la fuente de contaminantes, expresada como cargas masivas anuales de contaminantes específicos (material particulado, zinc y cobre) de las redes de carreteras.

Las cargas se derivan del flujo de tráfico (tráfico medio anual diario), el nivel de servicio (velocidad / congestión), el tipo de vehículo y las tasas de emisión de contaminantes de los frenos, el desgaste de los neumáticos y la superficie de la carretera, las fugas de aceite y las emisiones de escape.

Harrison y Wilson (1985) encontraron que la lluvia contribuyó hasta con un 78% de los principales componentes iónicos (Na, K, Mg, Ca, Ca y SO<sub>4</sub>) y un 48% de los sólidos en suspensión en la escorrentía de las carreteras. El uso de la tierra circundante de un corredor de carreteras también puede afectar la cantidad y el tipo de deposición en las carreteras durante los períodos tanto húmedos como secos. Davis, Shokouhian y Ni (2001) informaron que las cargas contaminantes típicamente siguen el patrón: Zn (20 - 5 000 µg / L) > Cu ≈ Pb (5 - 200 µg / L) > Cd (<12 µg / L) y su estudio empírico reveló que el desgaste de los frenos es el mayor contribuyente a la carga de cobre (47%) en la escorrentía urbana, mientras que el desgaste de los neumáticos contribuye con el 25% de la carga de zinc.

Gupta, Agnew, Gruber y Kreutzberger (1981) informaron que las carreteras o cerca de áreas urbanas tenían niveles más altos de cargas contaminantes originadas por la caída de polvo que las de las áreas rurales. En otro estudio, Kayhanian, Singh, Suverkropp y Borroum (2003) encontraron que no había una correlación lineal simple entre las concentraciones medias de eventos de escorrentía en las carreteras y el AADT (tráfico diario promedio anual). Sin embargo, con la inclusión de otros factores como el período seco antecedente, la precipitación acumulada estacional, la precipitación total del evento y la intensidad máxima de la lluvia, el área de drenaje y el uso de la tierra, Kayhanian *et al.* (2003) encontraron que AADT tiene una influencia significativa en la concentración de contaminantes de escorrentía de carreteras. Chui, Mar y Horner (1982) sugirió que los vehículos durante una tormenta (VDS) son una mejor variable independiente para estimar las cargas totales de escorrentía para ciertos contaminantes.

### **2.3.1.3 Contaminantes de la superficie de carreteras por acción de la lluvia**

Los posibles efectos del cambio climático sobre la calidad del agua superficial no pueden generalizarse y deben evaluarse caso por caso (Senhorst y Zwolsman, 2005). Se ha encontrado que la temperatura del cuerpo del agua receptora y ciertas concentraciones de iones (cloruro, fosfato, zinc y níquel) varían con las condiciones de flujo alto (debido a lluvias intensas) y flujo bajo (debido a sequía) (Senhorst y Zwolsman, 2005).

CSIRO (2003) también informó sobre los efectos del cambio climático en la calidad del agua en Australia. Según este estudio, se vería afectada por cambios en la microfauna y la flora, la temperatura del agua, la concentración de dióxido de carbono, los procesos de transporte que eliminan los sedimentos y los productos químicos hacia los arroyos y acuíferos, y el tiempo y el volumen del flujo de agua. Los eventos de lluvia intensa aumentarán la escorrentía superficial, la erosión del suelo y la carga de sedimentos. Como resultado, los efectos combinados aumentarán el riesgo de inundaciones repentinas, carga de sedimentos y contaminación (Basher *et al.*, 1998).

Recientemente, Delpla, Jung, Baures, Clement y Thomas (2009) han proporcionado una descripción más completa de los impactos del cambio climático en los parámetros de calidad del agua superficial. Han clasificado los parámetros de calidad del agua en tres grupos principales como: parámetros físicos, químicos microcontaminantes y biológicos; revisaron los impactos del cambio climático en cada uno de ellos. Delpla *et. al.*, (2009) concluyó que, entre diferentes aguas, los parámetros de calidad, materia orgánica disuelta, microcontaminantes y patógenos son susceptibles al aumento de concentración como consecuencia del aumento de temperatura (agua, aire y suelo) y las fuertes lluvias en los países templados.

Un informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA, 2003) sugirió algunos posibles efectos del cambio climático en la calidad del agua superficial, incluido el aumento de la descarga de contaminantes (durante las inundaciones), el aumento de la temperatura y el agotamiento de oxígeno (durante las sequías) y los cambios en la ecología acuática.

Chiew y McMahon (2002) modelaron la escorrentía superficial a partir de la medición de cambios previstos en la precipitación. Según su estudio, realizado en Australia, la escorrentía anual, dependiendo del lugar, podría disminuir hasta en un 20%. Australia del Sur experimentaría una disminución de hasta un 25% en la escorrentía anual y para Australia Occidental se prevé un cambio de -25% a + 10%. CSIRO (2007) también predijo que la precipitación media anual en el sureste de Queensland disminuirá entre un 1% y un 2.5%, mientras que la intensidad de la precipitación (mm de lluvia por día de lluvia) aumentará entre 0 y 0,35 mm por día en 2030. Estas predicciones cuantitativas sobre la precipitación, la intensidad y la escorrentía superficial tendrán un impacto cualitativo en los recursos hídricos de Australia.

Por lo tanto, la relación entre el lavado de contaminantes y las características de la lluvia proporcionaría la información necesaria sobre cómo predecir las cargas y concentraciones de contaminantes en condiciones de lluvia cambiantes debido al cambio climático. De las discusiones anteriores sobre el cambio climático y su impacto en la calidad del agua superficial, queda claro que la lluvia es un factor importante en relación con el cambio climático. Por lo tanto, las características físicas de la lluvia, como la intensidad (que provoca un caudal alto y un caudal bajo) y el período seco antecedente (que provoca una sequía), son de particular interés en relación con la eliminación de contaminantes. De manera similar, las características químicas de la escorrentía, como la temperatura y ciertas concentraciones de iones, también son factores de investigación en relación con la cantidad de contaminantes presentes en el lavado bajo condiciones climáticas cambiantes (Mahbub, 2011).

### **2.3.2 Calidad del agua superficial**

La contaminación del agua se ha convertido en un problema mundial y ahora se necesita una evaluación continua de la política de recursos hídricos para contrarrestar este problema. Las muertes y enfermedades se producen en todo el mundo debido a la contaminación del agua y aproximadamente 14 000 personas mueren cada día debido a la contaminación del agua (Letchinger, 2000; Larry, 2006). Tanto los países

desarrollados como los países en desarrollo se enfrentan a problemas de contaminación del agua (National Water Quality Inventory Report to Congress, 2009). La calidad del agua está influenciada por muchos factores como la precipitación, el clima, el tipo de suelo, la vegetación, la geología, las condiciones del flujo, el agua subterránea y las actividades humanas. La mayor amenaza para la calidad del agua superficial, la representan las fuentes puntuales de industrias y municipios. Actividades como la minería, el desarrollo urbano y la agricultura también afectan la calidad del agua. La contaminación de fuentes difusas también incluye nutrientes, sedimentos y contaminantes tóxicos (Florescu, Sandru, Iordache y Culea, 2010).

### **Contaminantes**

Es una sustancia que cuando se introduce en el medio ambiente provoca efectos indeseables o estropea los recursos. Pueden producirse daños a corto o largo plazo debido a contaminantes. Los contaminantes biodegradables solo causan daños a corto plazo. Algunos contaminantes como el DDT vuelven a producir contaminantes al degradarse, como el DDD y el DDE (Chaudhry y Malik, 2017).

Los contaminantes pueden ser de diferentes tipos y tener diferentes propiedades, como los contaminantes de existencias que incluyen plásticos no biodegradables, productos químicos sintéticos y metales pesados que tienen poca o ninguna capacidad de absorción. Estos contaminantes se acumulan en el medio ambiente con el paso del tiempo. Su daño aumenta a medida que aumenta su cantidad. Para las generaciones futuras, las existencias de contaminantes son una carga. De manera similar, los contaminantes del fondo tienen alguna propiedad de absorción en el medio ambiente. Solo causan problemas cuando su cantidad aumenta más allá de la capacidad de absorción ambiental. Por ejemplo, el dióxido de carbono solo causa problemas cuando su cantidad aumenta. Estos contaminantes solo pueden diluirse para reducir su toxicidad o reciclarse en sustancias inocuas (Tietenberg, 2006).

### **Contaminación de fuente puntual**

Cuando se conoce la fuente de contaminación del agua o los contaminantes que entran al agua provienen de fuentes identificables como zanjas, industria de tuberías, desagües pluviales y plantas de tratamiento de aguas residuales, etc., la contaminación se conoce como contaminación de fuente puntual (Claudia, 2016). Se puede distinguir de otras fuentes de contaminación (Hogan, 2010).

### **Contaminación de fuentes difusas**

Cuando se desconoce la fuente de contaminación del agua o la contaminación no proviene de una única fuente diferenciada, la contaminación se conoce como contaminación de fuente difusa (Brian, 2008). Es muy difícil de controlar y puede provenir de diferentes fuentes como pesticidas, fertilizantes, desechos industriales, etc. (Texas Commission on Environmental Quality, 2013). La contaminación de fuentes difusas es la principal causa de contaminación del agua en EE.UU. (U.S. Environmental Protection Agency, 2007; National Management Measures to Control Non-point Source Pollution from Agriculture, 2003).

### **Contaminación del agua subterránea**

Cuando los contaminantes que están presentes en el suelo ingresan a los cuerpos de agua subterráneos, causan contaminación del agua subterránea. Cuando el agua fecal que contiene patógenos llega debajo de la tierra, no es apta para beber. El agua subterránea contaminada por patógenos puede contener virus, protozoos y bacterias y, en raras ocasiones, en algunos casos, huevos de helmintos. El consumo de esta agua provoca enfermedades como diarrea y cólera (Wolf, Nick y Cronin, 2015). El uso excesivo de fertilizantes de nitrato también puede causar contaminación del agua porque las plantas utilizan una cantidad muy pequeña de nitratos, la mayor parte se acumula en el suelo, que luego llega al agua subterránea por lixiviación y la contamina (Khan y Mohammad, 2006; Jackson, Burger y Cavagnaro, 2008). El agua subterránea contaminada con altos niveles de fluoruro causa problemas dentales y esqueléticos (Lennon, Whelton, O'Mullane y Ekstrand, 2004).



## **Escorrentía de aguas pluviales urbanas**

Se debe a las ciudades densamente pobladas. Proviene de hogares y oficinas (Letchinger, 2000). En las áreas urbanas y suburbanas, el pavimento y los edificios cubren gran parte de la superficie de la tierra, por lo que cuando hay nieve derretida o lluvia, el agua no penetra en el suelo. Esta agua de lluvia transporta muchos tipos de contaminantes como suciedad, aceite, fertilizantes para césped y productos químicos directamente a los ríos y arroyos donde causan contaminación del agua (Letchinger, 2000). En el caso del paisaje natural, estos contaminantes quedan atrapados en los poros del suelo y el agua se filtra, pero en las ciudades, dado que el agua no puede penetrar en el suelo, se lleva todos estos contaminantes a los cuerpos de agua, contaminándolos. Además, esta agua de tormenta tiene una alta velocidad de flujo, lo que erosiona más sedimentos de los terraplenes de los cuerpos de agua, lo que provoca la contaminación del agua.

## **Pesticidas y herbicidas**

Los herbicidas y pesticidas se utilizan para controlar malezas y plagas. Ambos también contribuyen a la contaminación del agua (Environmental Protection Agency, 2006). Su lixiviación también contamina las aguas subterráneas. La lixiviación está influenciada por la textura del suelo, las propiedades de los pesticidas, el riego y la lluvia. Si el suelo es arenoso y el pesticida es soluble en agua, habrá más lixiviación. De manera similar, los pesticidas y herbicidas también llegan a los cuerpos de agua naturales a través de la escorrentía. Estos residuos de plaguicidas cuando llegan a los cuerpos de agua naturales perturban la flora y la fauna allí. Los pesticidas que no se degradan fácilmente o que tardan en degradarse son más dañinos (British Columbia Ministry of Agriculture, 2015; Pope, Bhatnagar, McCracken, Abplanalp y Conklin, 2016).

## **Contaminante químico**

Proviene de los desechos de las fábricas de productos químicos nocivos, es un material que se deja como subproducto durante el proceso de fabricación y también juega un papel importante en la contaminación de los cuerpos de agua (Bill, 2010;

Maczulak, 2010). Los desechos químicos peligrosos pueden estar en forma sólida, líquida o gaseosa. Las características que hacen que el material sea peligroso son: corrosividad, inflamabilidad, toxicidad y reactividad (University of Pennsylvania, 2016). Comenzó con el inicio de la revolución industrial (Maczulak, 2010). Los productos químicos de desecho industrial solo pueden tratarse mediante el uso de plantas especiales de tratamiento de desechos; no pueden tratarse mediante plantas de aguas residuales (Environmental Protection Agency, 2011).

### **Contaminación por sedimentos**

La sedimentación debida a la escorrentía afecta la calidad del agua superficial. Disminuye la capacidad de arroyos, acequias, canales de navegación y ríos. Disminuye la penetración de la luz en el agua, debido a que la flora submarina se altera. Por lo tanto, los peces y otra fauna que se alimenta de esa flora también se ven perturbados y se perturba toda la cadena alimentaria (Chaudhry y Malik, 2017).

### **Contaminantes**

Al igual que los pesticidas y el fósforo se transportan y acumulan debido a la sedimentación (Dudal, 1981). Las partículas de sedimento también se adhieren a las branquias de los peces, por lo que los peces sienten dificultad para respirar, de esta manera causan la muerte de los peces. De manera similar, los sedimentos transportan productos químicos peligrosos como pesticidas y productos del petróleo a los cuerpos de agua, contaminándolos (Lettinger, 2000).

### **Intrusión de agua salada**

La intrusión de agua salada es otro factor muy importante que contamina las aguas subterráneas. Ocurre cuando el agua salina del mar ingresa al agua subterránea cerca de las áreas costeras. Se produce de forma natural, pero algunas actividades humanas como el bombeo de agua subterránea dulce también aumentan la intrusión de agua salada. Los canales de navegación, los canales de drenaje y los canales agrícolas también desempeñan un papel importante en la intrusión de agua salada (Teddy, 2007).

## 2.4 Definición de términos básicos

- **Agua**

“Recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan y la seguridad de la Nación”. (ANA. Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos y su Reglamento).

- **Aguas superficiales**

“Toda agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, lagunas, reservorios, glaciares, nevados y sus aportes, corrientes, océanos, mares, estuarios y humedales”. (ANA. Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos).

- **Calidad del agua**

“Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua”. (ANA. Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos).

- **Contaminación (de las fuentes de agua)**

“Cualquier cambio en las características físicas, químicas y biológicas de la calidad del agua, que la convierta en inadecuada para su uso previsto”. (ANA. Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos).

- **Escorrentía**

“Se denomina así al agua que circula (que “escurre”) por una superficie o cuenca hidrográfica. Gran parte del agua de precipitación se infiltra en el suelo, pero cuando éste se satura, la absorción deja de ser posible y el agua empieza a escurrir sobre su superficie generando escorrentía”. (ANA, Glosario de Recursos Hídricos, p. 66).

- **Fuentes de contaminación**

“Es el lugar de donde un contaminante es liberado al ambiente. Las fuentes de contaminación pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes

dispersas o de área y también fuentes móviles”. (Ministerio de Ambiente, Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, p. 75).

- **Lavado de contaminantes**

“Es el proceso a través del cual, la lluvia, al escurrirse por una serie de espacios: el campo, caminos, zonas de acumulación de basura, alcantarillados, contamina las fuentes de agua superficial” (Mahbub, 2011, p. 38).

- **Residuos sólidos**

“Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales”. (Ministerio de Ambiente, Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, p. 106).

- **Tráfico vehicular urbano**

“Es la cantidad de movimiento realizado en un área urbana por vehículos de carretera” (European Commission, 2009, p. 58).

- **Zonas urbanas**

“Área urbana con homogeneidad espacial en términos de características físicas, socio - culturales, económicas o funcionales y, que está delimitada por factores naturales o artificiales, estando su vocación determinada por su ubicación y el tipo de zonificación” (Ministerio de Vivienda, 2016, p. 607770).

## 2.5 Fundamentos teóricos que sustentan las hipótesis

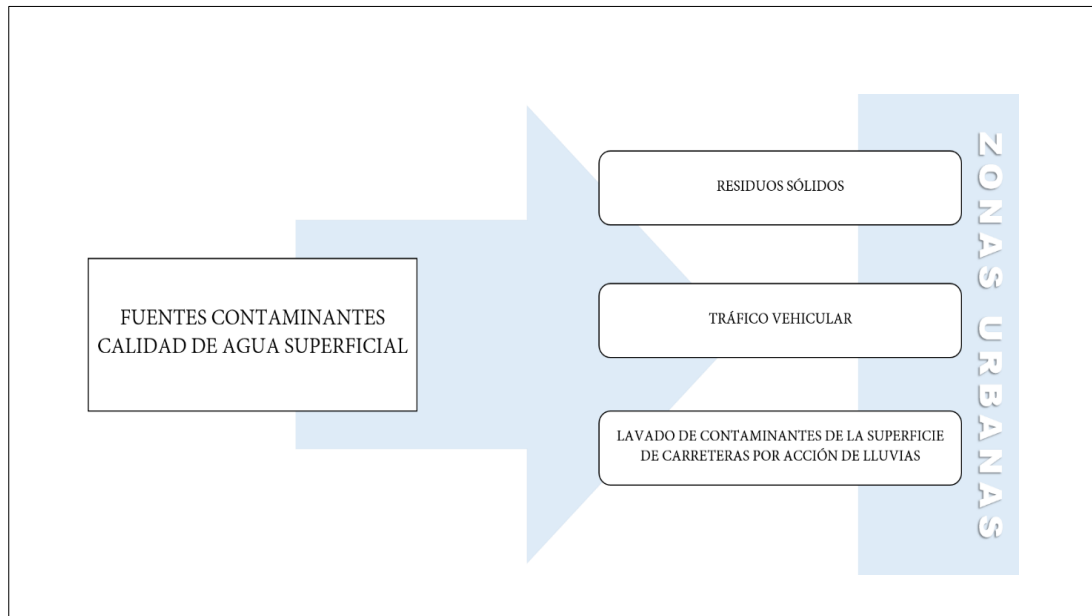


Figura 1. Esquema del fundamento teórico  
Fuente: Elaboración propia.

## 2.6 Hipótesis

### 2.6.1 Hipótesis General

$H_{1G}$  : Las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

### 2.6.2 Hipótesis Específica

$H_{1E}$ : Los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

$H_{2E}$ : El tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

$H_{3E}$ : El lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

## **2.7 Variables (definición y operacionalización de variables: Dimensiones e indicadores)**

### **2.7.1 Definiciones conceptual y operacional de las variables principales:**

#### **Variable independiente: fuentes contaminantes no tradicionales**

##### **Definición conceptual**

Es el lugar de donde un contaminante es liberado al ambiente. Las fuentes de contaminación pueden ser fuentes puntuales o fijas, así como fuentes dispersas o de área y también fuentes móviles. (Ministerio de Ambiente, Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, p. 75).

##### **Definición operacional**

Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA. Se incluyen sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, patógenos (bacterias, virus, protozoarios, gusanos), nutrientes, compuestos xenobióticos (fármacos, carcinógenos químicos e insecticidas), materia orgánica refractaria (pesticidas agrícolas), metales pesados, sólidos inorgánicos disueltos, sólidos sedimentables, energía radiactiva y energía térmica. En la presente investigación se considerarán los siguientes: residuos sólidos, tráfico vehicular urbano y lavado de contaminantes de la superficie.

#### **Variable dependiente: calidad del agua superficial**

##### **Definición conceptual**

Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a ríos, lagos, lagunas, reservorios, glaciares, nevados y sus aportes, corrientes, océanos, mares, estuarios y

humedales. (ANA. Glosario de Términos de la Ley N° 29338, Ley de los Recursos Hídricos).

### Definición operacional

Se define operacionalmente como el resultado obtenido en el monitoreo que se realiza a las fuentes de agua superficiales y cuyo resultado se encuentra dentro de los parámetros establecidos mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, indicados en el anexo 1 de la referida norma.

## 2.7.2 Operacionalización de variables

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de la variable independiente.

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítem
Fuentes contaminantes no tradicionales	Residuos sólidos	Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales. (Ministerio de Ambiente, Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, p. 106).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o exceden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	Para el presente estudio, la variable se manejará como unidimensional, es decir, evidenciable por sus indicadores.	Cuestionario	Los residuos sólidos existentes en la zona de monitoreo, provocan concentraciones de sustancias que transgreden la normativa legal aplicable y vigente.
		Es la cantidad de movimiento realizado	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los	Para el presente estudio, la variable		El tráfico vehicular urbano existente en la zona de monitoreo, transgrede la normativa legal aplicable y vigente.

	Tráfico urbano vehicular	en un área urbana por vehículos de carretera” (European Commission, 2009, p. 58).	organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	se manejará como unidimensional, es decir, evidenciable por sus indicadores.		
--	--------------------------	---	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. (Continuación)

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítem
Fuentes contaminantes no tradicionales	Lavado de contaminantes de la superficie	Es el proceso a través del cual, la lluvia, al escurrir por una serie de espacios: el campo, caminos, zonas de acumulación de residuos sólidos, alcantarillado, etc., contamina las fuentes de agua superficial” (Mahbub, 2011, p. 38).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.		Cuestionario	El lavado de contaminantes de la superficie existente en la zona de monitoreo, provoca concentraciones de sustancias que transgreden la normativa legal aplicable y vigente.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2 se presenta la operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítem
Calidad del agua superficial	Propiedades físicas	Son parámetros de la calidad física del agua, tales como temperatura, potencial de hidrógeno, color verdadero, turbiedad, conductividad eléctrica y sólidos	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y	Para el presente estudio, la variable se manejará como unidimensional, es decir, evidenciable por sus indicadores.	Cuestionario	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas de monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir



	disueltos totales (Zhen, 2009).	animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	principalmente de residuos sólidos.  (Se repite la pregunta para tráfico urbano vehicular y lavado de contaminantes de la superficie por lluvia).
--	---------------------------------	--	---

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. (Continuación)

Variable Dependiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítem
Calidad del agua superficial	Propiedades químicas	La contaminación está compuesta de agentes pesados como el plomo, flúor, cloro, cobre, arsénico, mercurio, nitratos, etc. Por su parte existen algunos de estos elementos que se generan por la intervención del hombre en la naturaleza ya sea directa o indirectamente. No obstante, una mínima porción de la contaminación se puede producir por cuestiones naturales (Chung, 2008).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.		Cuestionario	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (Se repite la pregunta para tráfico y lavado de contaminantes de la superficie por lluvia).
	Propiedades biológicas	Son parámetros de la calidad biológica-bacteriológica del agua, tales como: coliformes fecales, Escherichia coli y Salmonella (Zhen, 2009).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o exceden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.		Cuestionario	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (Se repite la pregunta para tráfico y lavado de contaminantes de la superficie por lluvia).

---

Propiedades organolépticas

Son parámetros de la calidad evaluados por el grado de concentración de sustancias sólidas disueltas en el agua (Zhen, 2009).

Se define operativamente como toda sustancia que se presenta en concentraciones que podrían ser dañinas a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.

Cuestionario

En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.

(Se repite la pregunta para tráfico y lavado de contaminantes).

---

Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1 Enfoque, tipo y diseño de investigación

- **Enfoque de investigación**

El enfoque de la presente investigación es de una investigación cuantitativa, definido por Salgado-Lévano (2018) como “Un estudio que presentan datos empíricos originales enmarcados dentro de la lógica epistemológica de tradición objetivista” (p. 69).

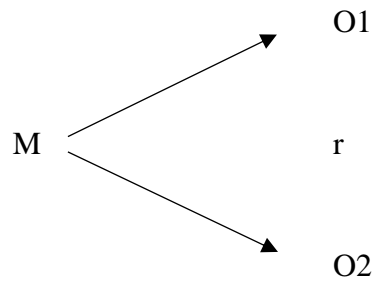
- **Tipo de investigación**

El tipo de investigación es denominada “Básica” porque se apoya en un contexto teórico y su propósito fundamental es desarrollar teorías mediante principios y de generalizaciones amplias. Tiene como objeto la búsqueda del conocimiento (Tamayo, 2000). En el caso particular de la presente investigación, se busca indagar la influencia de fuentes contaminantes no tradicionales en la calidad de agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana.

- **Diseño de la investigación**

La presente investigación seguirá un diseño no experimental. La diferencia con los diseños experimentales es que en estos las causas y los efectos ya han ocurrido o están sucediendo en la realidad durante el desarrollo del estudio, y quien investiga los observa y reporta. No existe manipulación intencional de las variables” (Salgado-Lévano, 2018, p. 74, 76). Este estudio es cuantitativo como lo señala Tamayo (2000) debido a que se ha realizado una medición de las variables y cálculos estadísticos. En general, busca medir variables con referencia a magnitudes. Finalmente, se puede agregar que el diseño sigue un diseño correlacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) debido a que implica demostrar la influencia de las fuentes contaminantes no tradicionales en la calidad del agua superficial.

Su esquema:



Donde:

M : Muestra.

O1 : Variable independiente.

O2 : Variable dependiente.

r : Relación entre las variables.

### 3.2 Población y muestra

- **Población**

La población estuvo conformada por 16 profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y que se encontraban como personal CAS de la Autoridad Nacional del Agua.

- **Muestra**

El tipo de muestreo fue censal, es decir, se tomó a toda la población. Este tipo de método se emplea cuando la población es pequeña y se puede acceder a todos (Hayes, 1999).

- a. **Unidad de análisis**

- Un profesional y un técnico, ambos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana.

- b. **Marco muestral:**

- Relación de profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y que se encontraban como personal CAS de la Autoridad Nacional del Agua.

En la Tabla 3 se presentan las características de los participantes en la presente investigación. Se aprecia que la mayoría de los participantes en el estudio son varones (75%), entre 51 a más años de edad (37,5%), ingenieros químicos (50%), todos distribuidos homogéneamente entre uno a cinco años de experiencia, hasta los 16 a 20 años de experiencia (25% en cada caso, respectivamente), en su mayoría con lugar de residencia en La Libertad (31,3%).

Tabla 1. Distribución de la muestra

Variables	Fr.	%
<b>Sexo</b>		
Mujer	4	25,0
Varón	12	75,0
<b>Edad</b>		
40 años a menos	5	31,3
41 a 50 años	5	31,3
51 años a más	6	37,5
<b>Profesión</b>		
Ingeniero químico	8	50,0
Químico farmacéutico	1	6,3
Biólogo	1	6,3
Ingeniero ambiental	1	6,3
Ingeniero de sistemas	1	6,3
Ingeniero agropecuario	1	6,3
Técnico agropecuario	3	18,8
<b>Años de experiencia</b>		
1 a 5 años	4	25,0
6 a 10 años	4	25,0
11 a 15 años	4	25,0
16 a 20 años	4	25,0
<b>Departamento de residencia</b>		
Lima	4	25,0
Ica	2	12,5
La Libertad	5	31,3
Lambayeque	4	25,0
Cajamarca	1	6,3
Total	16	100,0

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas

En la presente investigación se utilizó la técnica de encuesta (Alarcón, 2013). Es la técnica que permite recoger información de manera sistemática siguiendo un diseño preestablecido que asegura el rigor de la información recolectada (Alarcón, 2013, p. 126).

### **Instrumento: Cuestionario**

El instrumento fue construido para la presente investigación por la autora (suscrita) instrumento de 12 ítems, distribuidos en una estructura tetradimensional. Con este instrumento se indagan las valoraciones técnicas de los profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana. Con la información recolectada se determina la influencia de las fuentes contaminantes no tradicionales sobre la calidad del agua superficial.

El instrumento se califica empleando una Escala Likert de cinco:

- 1: Totalmente en desacuerdo.
- 2: En desacuerdo.
- 3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo.
- 4: De acuerdo.
- 5: Totalmente de acuerdo.

En cuanto a la validez y confiabilidad, se determinó la evidencia de validez basada en el contenido, mediante el procedimiento de juicio de expertos (Escobar-Pérez y Cuervo-Martínez, 2008). Se consultaron a tres expertos en el área de fuentes contaminantes para la calidad del agua superficial, que tuvieron el grado académico de Magíster. Para determinar la evidencia de validez del instrumento se empleó el coeficiente V de Aiken, siendo el resultado esperado que sea igual o superior a 0,70 en todos los ítems, según los criterios de validez: relevancia, representatividad y claridad (Ventura-León, 2019).

En la Tabla 4 se presentan los resultados de la V de Aiken para determinar la validez de contenido del instrumento. Los resultados indican valores del coeficiente V de Aiken son superiores a ,70, en la mayoría de los ítems, lo que indica un grado de acuerdo aceptable entre los expertos que evaluaron el instrumento. La única excepción fue el ítem 11: “En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias”, donde solamente uno de los expertos lo calificó

bajo en el criterio de claridad, lo cual implica revisar la redacción del ítem, lo cual se hizo.

Tabla 2. Análisis de la validez de contenido del instrumento

Ítems	Categorías	V de Aiken	IC 95%
Ítem 1	Relevancia	0,89	[,73 - ,96]
	Coherencia	0,89	[,73 - ,96]
	Claridad	1,00	[,89 - 1,00]
Ítem 2	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,89	[,73 - ,96]
Ítem 3	Relevancia	1,00	[,89 - 1,00]
	Coherencia	1,00	[,89 - 1,00]
	Claridad	1,00	[,89 - 1,00]
Ítem 4	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]
Ítem 5	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]
Ítem 6	Relevancia	0,89	[,73 - ,96]
	Coherencia	0,89	[,73 - ,96]
	Claridad	0,89	[,73 - ,96]
Ítem 7	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]
Ítem 8	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]
Ítem 9	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]

Nota: IC = Intervalos de confianza.

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 4. (Continuación)

Ítems	Categorías	V de Aiken	IC 95%
Ítem 10	Relevancia	0,89	[,73 - ,96]
	Coherencia	0,89	[,73 - ,96]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]
Ítem 11	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,67	[,49 - ,81]
Ítem 12	Relevancia	0,78	[,60 - ,89]
	Coherencia	0,78	[,60 - ,89]
	Claridad	0,78	[,60 - ,89]

Nota: IC = Intervalos de confianza.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la confiabilidad, se determinó la evidencia de confiabilidad, mediante el procedimiento de análisis de la consistencia interna. Para ello se emplearon los coeficientes Alfa de Cronbach y Omega de McDonald, los cuales deberían ser iguales o superiores a 0,70 (Viladrich, Angulo-Brunet y Doval, 2017). Se recurrió a un software que permitiera calcular el coeficiente Alfa estandarizado el cual reduce la probabilidad marginal de error de estimación de las respuestas ordinales y que no son equivalentes (JAMOV versión 1.6.3). Asimismo, se reportó el coeficiente Omega, el cual se obtiene a partir de las cargas factoriales producto de una matriz de correlaciones policóricas.

En la Tabla 5, se presentan los coeficientes de fiabilidad Alfa y Omega para el instrumento, los cuales resultaron ser óptimos (>,70).

Tabla 3. Confiabilidad de consistencia interna del instrumento

Instrumento	<i>M</i>	<i>DE</i>	$\alpha_s$	$\omega$
Escala	3,03	0,857	0,952	0,954

Nota. *M*: Media de las puntuaciones; *DE*: Desviación estándar de las puntuaciones;  $\alpha_s$ : Coeficiente Alfa estandarizado;  $\omega$ : Coeficiente Omega.

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Descripción de procedimientos de análisis**

Una vez concluida con la recolección de la información, se elaboró una base de datos en el programa estadístico IBM SPSS Statistics, versión 25.

Los cálculos estadísticos que se emplearon en la presente investigación fueron los siguientes:

- Frecuencias y porcentajes, medias, desviación estándar y coeficientes de variación para cada una de las variables.
- Test de Shapiro Wilk para determinar si la distribución de los datos es normal.
- Prueba de correlación de Spearman para identificar la correlación entre las variables estudiadas.

Los resultados se analizaron con un nivel de significancia de  $p < ,05$ .

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Resultados

#### 4.1.1 Análisis descriptivo de las variables

A continuación, se presentan las respuestas brindadas por los participantes en la investigación, las cuales se han organizado en tablas de distribución de frecuencias y porcentajes.

Con respecto a los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de residuos sólidos, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 6 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (56,3%) y en desacuerdo (18,8%) con esta apreciación.

Tabla 4. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
En desacuerdo	3	18,8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	12,5
De acuerdo	9	56,3
Totalmente de acuerdo	2	12,5
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de residuos sólidos, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 7 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (50%) y en desacuerdo (31,3%) con esta apreciación.

Tabla 5. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	5	31,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	12,5
De acuerdo	8	50,0
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de residuos sólidos, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 8 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (43,8%) y ni de acuerdo, ni en desacuerdo (37,5%) con esta apreciación.

Tabla 6. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	2	12,5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	6	37,5
De acuerdo	7	43,8
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de residuos sólidos, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 9 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (56,3%) y ni de acuerdo, ni en desacuerdo (25%) con esta apreciación.

Tabla 7. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por residuos sólidos

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	2	12,5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4	25,0
De acuerdo	9	56,3
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de tráfico urbano vehicular, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 10 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran en desacuerdo (62,5%) y de acuerdo (12,5%), así como totalmente de acuerdo (12,5%) con esta apreciación. Si sumamos los porcentajes de acuerdo y totalmente de acuerdo el porcentaje ascendería 25% de profesionales que toman en cuenta esta posibilidad de forma de contaminación del agua.

Tabla 8. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	10	62,5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	6,3
De acuerdo	2	12,5
Totalmente de acuerdo	2	12,5
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de tráfico urbano vehicular, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 11 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran en desacuerdo (50%) y de acuerdo (12,5%), así como totalmente de acuerdo (12,5%) con esta apreciación. Si sumamos los porcentajes de acuerdo y totalmente de acuerdo el porcentaje ascendería 25% de profesionales que toman en cuenta esta posibilidad de forma de contaminación del agua.

Tabla 9. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	8	50,0
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	18,8
De acuerdo	2	12,5
Totalmente de acuerdo	2	12,5
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de tráfico urbano vehicular, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 12 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran en desacuerdo (43,8%) y de acuerdo (31,3%) con esta apreciación.

Tabla 10. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	7	43,8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	18,8
De acuerdo	5	31,3
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes de tráfico urbano vehicular, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 13 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran en desacuerdo (43,8%) y de acuerdo (25%) con esta apreciación.

Tabla 11. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por tráfico urbano vehicular

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	7	43,8
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	4	25,0
De acuerdo	4	25,0
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 14 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (43,8%) y en desacuerdo (31,3%) con esta apreciación.

Tabla 12. Propiedades físicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvias

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	5	31,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	6,3
De acuerdo	7	43,8
Totalmente de acuerdo	2	12,5
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 15 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (56,3%) y en desacuerdo (31,3%) con esta apreciación.

Tabla 13. Propiedades químicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvias

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	5	31,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	1	6,3
De acuerdo	9	56,3
Total	16	100,0



Nota:  $f$  = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 16 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (43,8%) y en desacuerdo (31,3%) con esta apreciación.

Tabla 14. Propiedades biológicas del agua y concentraciones de sustancias por lluvias

Categorías de respuesta	$f$	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	5	31,3
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	3	18,8
De acuerdo	7	43,8
Total	16	100,0

Nota:  $f$  = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua que puedan presentar concentraciones de sustancias provenientes del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias, en las zonas monitoreadas, en la Tabla 17 se presenta la distribución de las respuestas de los participantes. Se halló que la mayoría de los profesionales se encuentran de acuerdo (43,8%) y en desacuerdo (37,5%) con esta apreciación.

Tabla 15. Propiedades organolépticas del agua y concentraciones de sustancias por lluvias

Categorías de respuesta	<i>f</i>	%
Totalmente en desacuerdo	1	6,3
En desacuerdo	6	37,5
Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	2	12,5
De acuerdo	7	43,8
Total	16	100,0

Nota: *f* = Frecuencia

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2 Análisis inferencial de las variables

Para poder elegir la estadística para comprobar las hipótesis formuladas con respecto a las fuentes contaminantes no tradicionales y la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana, se realizó una prueba de bondad de ajuste, para determinar si se aproximaban a una distribución normal. La Tabla 18, presenta los resultados de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilk. Se observa que la mayoría de las variables (residuos sólidos, tráfico vehicular urbano y fuentes contaminantes en general) tienen puntuaciones que se aproximan a una distribución normal, ya que los coeficientes obtenidos no son estadísticamente significativos ( $p > ,05$ ) y por lo tanto se deberá emplear estadísticas paramétricas para su análisis (correlación de Pearson); mientras que solo una de las variables (Lavado de contaminantes en carretera por acción de lluvias) tiene puntuaciones que no se aproximan a una distribución normal, ya que el coeficiente obtenido es estadísticamente significativo ( $p < ,05$ ), por lo tanto se deberá emplear estadística no paramétrica para su análisis (correlación de Spearman).

Tabla 16. Resultados de la prueba de bondad de ajuste para las variables estudiadas

VARIABLES	S-W	gl	P
Residuos sólidos	0,928	16	0,227
Tráfico vehicular urbano	0,896	16	0,070
Lavado de contaminantes en carretera por acción de lluvias	0,850	16	0,013*
Fuentes contaminantes	0,974	16	0,895

Nota: \*  $p < ,05$

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis General:** Las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.

En la Tabla 19, se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las fuentes contaminantes ( $p < ,01$ ). Sin embargo, al establecer una jerarquía entre estas, considerando las magnitudes de los coeficientes de correlación, se puede determinar que las fuentes contaminantes no tradicionales sobresalen; es decir, en primer lugar, se encuentra el tráfico vehicular urbano ( $r = ,930$ ) y en segundo lugar el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras la por acción de la lluvia ( $r = ,916$ ). Este hallazgo demuestra que las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Tabla 17. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis general

VARIABLES	1	2	3	4
1. Residuos sólidos	1	,759** (,001)	,694** (,003)	,875** (,000)
2. Tráfico vehicular urbano		1	,763** (,001)	,930** (,000)
3. Lavado de contaminantes en carretera por acción de la lluvia			1	0,916** (,000)
4. Fuentes contaminantes				1

Nota: \*\*  $p < ,01$

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis Específica 1:** Los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.

En la Tabla 20, se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua superficial y los residuos sólidos ( $p < ,01$ ). Sin embargo, al establecer una jerarquía entre estas, considerando las magnitudes de los coeficientes de correlación, se puede determinar que estos residuos influyen más en las propiedades biológicas de la calidad del agua superficial ( $r = ,929$ ) y en segundo lugar le siguen las propiedades químicas de la calidad del agua superficial ( $r = ,762$ ). Este hallazgo demuestra que los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Tabla 18. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 1

Variables	1	2	3	4	5
1. Propiedades físicas	1	0,287 (,282)	,545* (,029)	0,212 (,432)	,664** (,005)
2. Propiedades químicas		1	,676** (,004)	,311 (,241)	,762** (,001)
3. Propiedades biológicas			1	,624** (,010)	,929** (,000)
4. Propiedades organolépticas				1	,694** (,003)
5. Residuos sólidos					1

Nota: \*  $p < ,05$ , \*\*  $p < ,01$

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis Específica 2:** El tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

En la Tabla 21, se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua superficial y el tráfico vehicular ( $p < ,01$ ). Sin embargo, al establecer una jerarquía entre estas, considerando las magnitudes de los coeficientes de correlación, se puede determinar que el tráfico vehicular influye más en las propiedades químicas de la calidad del agua superficial ( $r = ,986$ ) y en segundo lugar le siguen las propiedades organolépticas de la calidad del agua superficial ( $r = ,953$ ). Este hallazgo demuestra que el tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Tabla 19. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 2

VARIABLES	1	2	3	4	5
1. Propiedades físicas	1	,959** (,000)	,692** (,003)	,885** (,000)	,951** (,000)
2. Propiedades químicas		1	,789** (,000)	,938** (,000)	,986** (,000)
3. Propiedades biológicas			1	,757** (,001)	,856** (,000)
4. Propiedades organolépticas				1	,953** (,000)
5. Tráfico vehicular					1

Nota: \*\*  $p < ,01$

Fuente: Elaboración propia.

**Hipótesis Específica 3:** El lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en

zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

En la Tabla 22, se observa que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua y el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias ( $p < ,01$ ). Sin embargo, al establecer una jerarquía entre éstas, considerando las magnitudes de los coeficientes de correlación, se puede determinar que este proceso de lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias influye más en las propiedades químicas de la calidad del agua ( $r = ,981$ ) y en segundo lugar le siguen las propiedades físicas de la calidad del agua ( $r = ,980$ ). Este hallazgo demuestra que el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por la acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Tabla 20. Valores de los coeficientes de correlación para la hipótesis específica 3

VARIABLES	1	2	3	4	5
1. Propiedades físicas	1	,965** (,000)	,938** (,000)	,874** (,000)	,980** (,000)
2. Propiedades químicas		1	,949** (,000)	,872** (,000)	,981** (,000)
3. Propiedades biológicas			1	,850** (,000)	,968** (,000)
4. Propiedades organolépticas				1	,930** (,000)
5. Lavado de contaminantes de la superficie de carreteras por lluvia					1

Nota: \*\*  $p < ,01$

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2 Análisis de los resultados o discusión de resultados

La sección de discusión de la presente investigación está organizada en función a las hipótesis, las implicancias de los hallazgos, la comparación de estos con estudios similares y las limitaciones. Se empezarán con las hipótesis específicas para concluir con la hipótesis general.

Con respecto a la primera hipótesis específica: Los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, fue comprobada. Los resultados hallados indicaron la existencia de una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua y los residuos sólidos ( $p < ,01$ ). Se pudo determinar que estos residuos influyen más en las propiedades biológicas de la calidad del agua y en segundo lugar le siguen las propiedades químicas de la calidad del agua.

Este hallazgo podría explicarse debido a que una alta carga de sólidos en suspensión aumenta la portabilidad de varios otros contaminantes al actuar como un sustrato móvil a través de procesos como la adsorción y la absorción (Settle, Goonetilleke y Ayoko, 2007). El fenómeno de adsorción se refiere a la adherencia de una sustancia química desde una fase líquida o gaseosa a una interfaz sólida (por ejemplo, sobre la superficie de una partícula). La absorción es el fenómeno en el que una sustancia química pasa por una interfaz y penetra en una fase diferente (Hvitved-Jacobsen, Vollertsen y Nielsen, 2010). La materia orgánica, así como las sustancias húmicas, también pueden resultar en la unión de metales a través de un proceso conocido como complejación, que se refiere a una reacción entre iones o átomos metálicos y, naturalmente, sustancias/ligandos presentes en la materia orgánica (Mahbub, 2011).

Con respecto a la segunda hipótesis específica: El tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, fue comprobada. Los resultados hallados indicaron que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua y el tráfico vehicular ( $p < ,01$ ). Se pudo determinar que el tráfico vehicular influye más en las propiedades químicas de la calidad del agua superficial y en

segundo lugar le siguen las propiedades organolépticas de la calidad del agua superficial, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Estos hallazgos guardan relación con lo reportado por Mahbub (2011), quien señaló que el tráfico urbano produce un impacto importante en la calidad del agua superficial por los escapes de carreteras. El tráfico urbano tiene el potencial de degradar la calidad del agua superficial al influir en la acumulación y eliminación de contaminantes, respectivamente. Asimismo, Lee y Dong (2010), han informado que el volumen de tráfico y la velocidad de los vehículos están fuertemente correlacionados con las concentraciones de HAP (hidrocarburos aromáticos policíclicos) en el polvo de las carreteras urbanas.

Del mismo modo, Buczynska *et al.* (2009) señalaron que las concentraciones atmosféricas de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno, xileno), aumentan debido a la congestión en las carreteras urbanas. Cuando se depositan en la superficie de la carretera y posteriormente se lavan, estos contaminantes tóxicos y cancerígenos pueden afectar la calidad del agua superficial del cuerpo de agua receptor. A este respecto, la EPA de EE.UU. (2010) estima que hasta la mitad de los sólidos en suspensión y una sexta parte de los hidrocarburos que llegan a los cuerpos de agua en realidad se originan en las carreteras.

Por otro lado, al analizar la tercera hipótesis específica: el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, fue comprobada. Los resultados indicaron que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las propiedades en que se mide la calidad del agua superficial y el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias ( $p < ,01$ ). Se pudo determinar que este proceso de lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias influye más en las propiedades químicas de la calidad del agua superficial y en segundo lugar le siguen las propiedades físicas de la calidad de agua superficial, según las opiniones de los profesionales y técnicos.



Este hallazgo guarda relación con lo señalado por Lee y Dong (2010), quienes reportaron que cuando un contaminante se descarga de un vehículo de motor, puede inicialmente emitirse a la atmósfera o depositarse sobre superficies impermeables o permeables. Los contaminantes de la atmósfera pueden caer y acumularse en plantas y edificios a través de procesos de interceptación o en superficies impermeables o permeables a través del mecanismo de deposición seca. Durante un evento de lluvia, los contaminantes que se han acumulado en la atmósfera durante el período seco precedente pueden ser eliminados de la atmósfera a través de la deposición húmeda. Aquellos que se acumulan en las superficies a lo largo de la cuenca, incluidas las carreteras, se eliminan mediante la escorrentía.

Hvitved-Jacobsen *et al.* (2010) mencionan que los contaminantes acumulados pueden encontrar su camino hacia los cuerpos de agua receptores. Además, se han descrito varios otros procesos físicos como medios de transporte de contaminantes a cuerpos de agua, tales como advección, difusión molecular, dispersión y sedimentación. Los contaminantes también pueden sufrir procesos químicos y biológicos durante la escorrentía.

Del mismo modo, Davis, Shokouhian y Ni (2001) informaron que las cargas contaminantes típicamente siguen el patrón: Zn (20-5000  $\mu\text{g} / \text{L}$ ) > Cu  $\approx$  Pb (5-200  $\mu\text{g} / \text{L}$ ) > Cd (<12  $\mu\text{g} / \text{L}$ ) y su estudio empírico reveló que el desgaste de los frenos de los autos es el mayor contribuyente a la carga de cobre (47%) en la escorrentía urbana, mientras que el desgaste de los neumáticos contribuye con el 25% de la carga de zinc.

Al respecto, Delpla *et al.* (2009) concluyó que; entre diferentes aguas, los parámetros de calidad del agua superficial (materia orgánica disuelta, microcontaminantes y patógenos), son susceptibles al aumento de concentración como consecuencia del aumento de lluvias en países templados.

En tal sentido, se explica la relación entre el lavado de contaminantes y las características de la lluvia, lo cual proporcionaría la información necesaria sobre cómo predecir las cargas y concentraciones de contaminantes en condiciones de lluvias cambiantes. Por lo tanto, las características físicas de la lluvia, como la

intensidad (que provoca un caudal alto y un caudal bajo) y el período seco antecedente (que provoca una sequía) son de particular interés en relación con la eliminación de contaminantes. De manera similar, las características químicas de la escorrentía, como la temperatura y ciertas concentraciones de iones, también son factores de investigación en relación con la cantidad de contaminantes presentes en el lavado de las carreteras bajo condiciones climáticas cambiantes (Mahbub, 2011).

Finalmente, con respecto a la hipótesis general: Las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020, fue comprobada. Los datos indicaron que existe una relación estadísticamente significativa entre todas las fuentes contaminantes ( $p < ,01$ ) con las mediciones de calidad del agua superficial. Sin embargo, al establecer una jerarquía entre estas, considerando las magnitudes de los coeficientes de correlación, se puede determinar que las fuentes contaminantes no tradicionales sobresalen, es decir, en primer lugar, se encuentra el tráfico vehicular urbano y, en segundo lugar, el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia, según las opiniones de los profesionales y técnicos.

Estos resultados coinciden con lo reportado por Mahbub (2011) quien destacó la relación entre el tráfico vehicular urbano, la lluvia y la degradación de la calidad del agua superficial al influir en la acumulación y eliminación de contaminantes, respectivamente. Al respecto, Cintron (2016) en su investigación, reportó que la lluvia, la temperatura y la descarga se correlacionaron positivamente con la concentración media de bacterias entéricas. Los valores de turbidez variaron con las características del evento de lluvia. Se encontró que el efecto de ésta, sobre la turbidez (aumento o disminución), dependía del patrón temporal de lluvia.

Además, Lee y Dong (2010), así como Hvitved-Jacobsen *et al.* (2010) reportaron de manera detallada el proceso en el que ocurre la contaminación de las fuentes de agua. Como resultado de la descarga de sustancias de un vehículo de motor en las carreteras y, luego cómo las lluvias, lavan estos contaminantes acumulados mediante la escorrentía.

Por último, cabe destacar que la presente investigación tuvo como principal limitación, el hecho de haberse desarrollado bajo la coyuntura actual, en el marco de reducción de personal en las instituciones, eliminación del CAS y las normas de restricción del contacto social, todo lo cual redujo la muestra de investigación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

En el presente estudio se evidenció, según las opiniones de los profesionales y técnicos, que las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. Se destaca que el tráfico vehicular urbano es la principal fuente contaminante, seguida del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia.

De igual manera, según las opiniones de los profesionales y técnicos, se halló que la muestra de estudio destacó que los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. Se pudo determinar que estos residuos influyen más en las propiedades biológicas y químicas de la calidad del agua superficial.

Adicionalmente, según las opiniones de los profesionales y técnicos, el tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. Se pudo determinar que el tráfico vehicular influye más en las propiedades químicas y organolépticas de la calidad del agua superficial.

Finalmente, según las opiniones de los profesionales y técnicos, se comprobó que el lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. Además, se pudo determinar que el proceso de lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de la lluvia influye más en las propiedades químicas y físicas de la calidad del agua superficial.

### 5.2 Recomendaciones

- Proponer a las autoridades competentes, tales como: el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la inclusión de las fuentes contaminantes no

tradicionales identificadas en el presente estudio, dentro de las normas legales para su monitoreo, con la finalidad de iniciar coordinaciones para regular el tráfico vehicular urbano y prevenir la contaminación del agua superficial por lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras, debido a la acción de la lluvia.

- Concientizar a las autoridades regionales y nacionales, a fin de velar por el cumplimiento de las normas relacionadas con las fuentes contaminantes vinculadas con residuos sólidos, para enfocarse en las propiedades biológicas y químicas de la calidad del agua superficial, que son las que se afectan principalmente por este tipo de contaminantes.
- Ampliar la muestra para realizar investigaciones en otras regiones del país e identificar los mecanismos de sus fuentes contaminantes no tradicionales, como el tráfico vehicular urbano, con la finalidad de enfocarse en las propiedades químicas y organolépticas de la calidad de agua superficial, que son las que se afectan principalmente por este tipo de contaminantes.
- Emplear los hallazgos referidos a la influencia del proceso de lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias sobre las propiedades químicas y físicas de la calidad del agua superficial, para proponer programas que promuevan la disminución de estas fuentes contaminantes no tradicionales, mediante normas legales que permitan su monitoreo y capacitaciones al personal encargado de éste.

## REFERENCIAS

- Adams, B., Papa, F. (2000). *Runoff quality data analysis: Urban stormwater management planning with analytical probabilistic models*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Alarcón, R. (2013). *Métodos y diseños de investigación del comportamiento*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Ricardo Palma.
- Amadeo, K. (2019). *Water pollution: Economic effects, causes, and solutions*. Recuperado de <https://www.thebalance.com/water-pollution-effects-causes-and-solutions-4775830>
- American Water Works Association (s/f). *The story of drinking water*. Recuperado de <https://www.eton.k12.ky.us/userfiles/23/Classes/1463//userfiles/23/my%20files/the%20story%20of%20drinking%20water.pdf?id=2115>
- ANA. (2016). *Glosario de recursos hídricos*. Recuperado de [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j.\\_180-2016-ana\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._180-2016-ana_0.pdf)
- ANA. (2019). *Glosario de Términos de la Ley N° 29338. Ley de los Recursos Hídricos y de su Reglamento*. Recuperado de <https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/RJ%20300-2019-ANA.pdf>
- Bannon, C. (Agosto 2017). Fresh water in roman law: Rights and policy. *The Journal of Roman Studies*. DOI: 10.1017/S007543581700079X. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/319192495\\_Fresh\\_Water\\_in\\_Roman\\_Law\\_Rights\\_and\\_Policy](https://www.researchgate.net/publication/319192495_Fresh_Water_in_Roman_Law_Rights_and_Policy).
- Basher, R., Pittock, A., Bates, B., Done, T., Gifford, R., Howden, S., Sutherst, R., Warrick, R., Whetton, P., Whitehead, D., Williams, J., Woodward, A. (1998). *The regional impacts of climate change: An assessment of vulnerability*. R. Watson, Zinyowera, M., Moss, R., Dokken, D. (Eds). Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.
- Bill, H. (2010). *Techniques for efficient hazardous chemicals handling and disposal*. *Pollution Equipment News*. Recuperado de <https://www.epa.ie/waste/hazardous/>
- Brian, M. (2008). Water pollution by agriculture. *Phil. Trans. Royal Society B.*, 363, 659-666. Recuperado de <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2007.2176>

- British Columbia Ministry of Agriculture (2015). *Environmental fate of pesticide wise*. Victoria, BC: Author.
- Brown, A., Affum, J., Tomerini, D. (1998). *TRAEMS: The Transport Planning Add-on Environmental Modelling System*. Proceedings of the 19<sup>th</sup> ARRB Transport Research Conference.
- Buczynska, A., Krata, A., Stranger, M., Godoi, A., Kontozova-Deutsch, V., Bencs, L., Naveau, I., Roekens, E., Grieken, R. (2009). Atmospheric BTEX-concentrations in an area with intensive street traffic. *Atmospheric Environment*, 43, 311-318.
- Buitenkamp, M., Stintzing, A. (2008). *Europe's sanitation problem – 20 million Europeans need access to safe and affordable sanitation*. The Netherlands: Women in Europe for a Common Future (WECF).
- Cardona, A. (2003). *Calidad y riesgo de contaminación de las aguas superficiales en la microcuenca del Río La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras*. (Tesis de maestría). CATIE Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Chaudhry, F., Malik, M. (2017). Factors affecting water pollution: A review. *Journal of Ecosystem y Ecology*, 7(1), 1-3. DOI: 10.4172/2157-7625.1000225.
- Chen, X., Xia, X., Zhao, Y., Zhang, P. (2010). Heavy metal concentrations in roadside soils and correlation with urban traffic in Beijing, China. *Journal of Hazardous Materials*, 181, 640-646.
- Chiew, F., McMahon, T. (2002). Modelling the impacts of climate change on Australian streamflow. *Hydrological Processes*, 16, 1235-1245.
- Chui, T., Mar, B., Horner, R. (1982). Pollutant loading model for highway runoff. *Journal of Environmental Engineering*, 108, 1193-1210.
- Chung, B. (2008). Control de los contaminantes químicos en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental de Salud Pública*, 25(4), 413-418.
- Cintron, N. (2016). *Effects of environment al and anthropogenic factors on water quality in the Rock Creek watershed*. (Tesis de maestría). Uniformed Services University, School of Medicine Graduate Programs, Bethesda, MD.
- Claudia, C. (2016). *Clean water*. Washington, D. C.: Congressional Research Service. Recuperado de <https://fas.org/sgp/crs/misc/RL30030.pdf>

- CSIRO (2003). *Climate change: An Australian guide to the science and potential impacts*. Canberra: The Australian Greenhouse Office.
- CSIRO (2007). Climate change in Australia. Technical Report 2007 Bureau of Meteorology, Australia. Recuperado de <http://www.climatechangeinaustralia.gov.au>.
- Damián, A. (2015). Crisis global, económica, social y ambiental. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 30(1), 159-199. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/educm/v30n1/0186-7210-educm-30-01-00159.pdf>
- Davis, A., Shokouhian, M., Ni, S. (2001). Loading estimates of lead, copper, cadmium, and zinc in urban runoff from specific sources. *Chemosphere*, 44, 997-1009.
- De La Torre, C. H. (2015). *Contaminación del agua y pobreza rural: el caso de la cuenca alta del río Vilcanota*. Cusco. (Tesis de maestría). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- Deletic, A., Orr, D. (2005). Pollution buildup on road surfaces. *Journal of Environmental Engineering*, 131, 49-59.
- Delpla, I., Jung, A., Baures, E., Clement, M., Thomas, O. (2009). Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International*, 35, 1225-1233.
- Dudal, R. (1981). An evaluation of conservation needs. In: Morgan RPC (ed.), *Soil Conservation, Problems and Prospects*. Chichester, U.K.: Wiley.
- Duncan, H. (1995). *A review of urban stormwater quality processes*. Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology: Report no 95/9.
- EEA (2003). *Mapping the impacts of recent natural disasters and technological accidents in Europe*. Copenhagen, Denmark: E. E. Agency.
- Folk, E. (2018). Environmental impacts of industrialization. Recuperado <https://www.ecomena.org/environmental-impacts-of-industrialization/>
- Egodawatta, P. (2007). *Translation of small-plot scale pollutant build-up and wash-off measurements to urban catchment scale*. (PhD Thesis). Queensland University of Technology, Brisbane.



- Egodawatta, P., Thomas, E., Goonetilleke, A. (2009). Understanding the physical processes of pollutant build-up and wash-off on roof surfaces. *Science of the Total Environment*, 407, 1834-1841.
- Environmental Protection Agency (2006). *Environmental Databases: Ecotoxicity Database. Pesticides: Science and Policy*. Washington, D.C.: Author.
- Environmental Protection Agency (2011). *Introduction to the national pretreatment program*. Recuperado de [https://www3.epa.gov/npdes/pubs/pre\\_treatment\\_program\\_intro\\_2011.pdf](https://www3.epa.gov/npdes/pubs/pre_treatment_program_intro_2011.pdf)
- EPA (2010). *Water quality criteria for nitrogen and phosphorus pollution*. United States Environmental Protection Agency. Recuperado de <http://water.epa.gov/scitech/wguidance/waterquality/sandards/criteria/>
- Escobar-Pérez, J., Cuervo-Martínez, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36.
- European Commission (2009). *Illustrated glossary for transport statistics* (4th ed.). Recuperado de <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5911341/KS-RA-10-028-EN.PDF/6ddd731e-0936-455a-be6b-eac624a83db4>
- Florescu, R., Sandru, C., Iordache, A., Culea, M. (2010). The influence of pollution monitoring parameters in characterizing the surface water quality from Romania southern area. *Rom Journ Phys*, 56, 7-8.
- Gonzales, F., Zevallos, A., Gonzales-Castañeda-C., Nuñez, D., Gastañaga, C., Cabezas, C., Naehner, L., Levy, K., Steenland, K. (2014). Contaminación ambiental, variabilidad climática y cambio climático: una revisión del impacto en la salud de la población peruana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 31(3), 547-556. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/rins/v31n3/a21v31n3.pdf>
- Gardiner, L., Armstrong, W. (2007). *Identifying sensitive receiving environments at risk from road runoff*. Land Transport New Zealand: Research report No 315.
- Goonetilleke, A., Egodawatta, P., Kitchen, B. (2009). Evaluation of pollutant build-up and wash-off from selected land uses at the port of Brisbane, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 213-221.
- Gupta, M., Agnew, R., Gruber, D., Kreuzberger, W. (1981). *Constituents of highway runoff*. Vol. 4: characteristics of runoff from operating highways. Federal Highway Administration, Washington, D. C.: FHWD-RD-81-045.

- Hansen, R. (s. f.). *Water and wastewater systems in imperial Rome*. Recuperado <http://www.waterhistory.org/histories/rome/rome.pdf>
- Harrison, R., Wilson, S. (1985). The chemical composition of highway drainage waters. *The Science of the Total Environment*, 43, 63-77.
- Hayes, B. (1999). *Cómo medir la satisfacción del cliente*. Madrid: Oxford.
- Herngren, L. (2006). *Build-up and wash-off process kinetics of PAHs and heavy metals on paved surfaces using simulated rainfall*. (Tesis doctoral). Queensland University of Technology, Brisbane.
- Hogan, C. (2010). *Water pollution*. *Encyclopedia of Earth, Topic* ed. Mark McGinley, ed., in chief C. Cleveland. Washington D. C.: National Council on Science and the Environment.
- Huber, W. (1986). Deterministic modeling of urban runoff quality. In Urban runoff pollution. Torno, H., Desbordes, M., Marsalek, J. (Eds.), *NATO ASI series*, Springer-Verlag, Berlin, New York; pp. 167-242.
- Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J., Nielsen, A. (2010). *Urban and highway stormwater pollution: concepts and engineering*. Florida: CRC Press.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2000). Special report on emissions scenarios. A special report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 277 Nakićenović, N., Swart, R. (Eds.). *Inter-Governmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, UK. 570pp.
- Jackson, L., Burger, M., Cavagnaro, T. (2008). Roots, nitrogen transformations, and ecosystem services. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 341-363.
- Kayhanian, M., Singh, A., Suverkropp, C., Borroum, S. (2003). Impact of annual average daily traffic on highway runoff pollutant concentrations. *Journal of Environmental Engineering*, 129, 975-990.
- Khan, M., Mohammad, F. (2006). *Eutrophication: Challenges and solutions*. Springer: Science Business Media Dordrecht.
- Knobeloch, L., Salna, B., Hogan, A., Postle, J., Anderson, H. (2000). Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect*, 108, 675-8.
- Larry, W. (2006). *World water day: A billion people worldwide lack safe drinking water*. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion->

people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation

- Lee, B., Dong, T. (2010). Effects of road characteristics on distribution and toxicity of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban road dust of Ulsan, Korea. *Journal of Hazardous Materials*, 175, 540-550.
- Lennon, M., Whelton, H., O'Mullane, D., Ekstrand, J. (2004). *Fluoride in drinking-water*. New York: World Health Organization.
- Letchinger, M. (2000). *Pollution and water quality, neighbourhood water quality assessment*. Project oceanography. Recuperado de [https://www.epa.sa.gov.au/page/view\\_by\\_id/4009](https://www.epa.sa.gov.au/page/view_by_id/4009)
- Maczulak, A. (2010). *Pollution: Treating Environmental Toxins*. New York: Infobase Publishing.
- Mahbub, P., Ayoko, G., Goonetilleke, A., Egodawatta, P., Kokot, S. (2010). Impacts of traffic and rainfall characteristics on heavy metals buildup and wash-off from urban roads. *Environmental Science y Technology*, 44, 8904-8910.
- Mahbub, P. (2011). *Impact of urban traffic and climate change on water quality from road runoff*. (Tesis doctoral). School of Urban Development Queensland University of Technology, Brisbane.
- Makropoulos, C., Natsis, K., Liu, S., Mittas, K., Butler, D. (2008). Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management. *Environmental Modelling y Software*, 23, 1448-1460.
- Mendoza, M. (2018). *Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Ministerio de Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana*. Recuperado de [http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504 .pdf](http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/504.pdf)
- Ministerio de Vivienda (2016). *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Acondicionamiento Territorial y Desarrollo Urbano Sostenible*. DECRETO SUPREMO N° 022-2016-VIVIENDA. Recuperado de <https://busquedas.elperuano.pe/download/url/decreto-supremo-que-aprueba-el-reglamento-de-acondicionamiento-decreto-supremo-n-022-2016-vivienda-1466636-3>

- National Water Quality Inventory Report to Congress (2009). *EPA 841-F-08-03*. Washington, D.C: United States Environmental Protection Agency (EPA). EPA 841-F-08-03.
- Niemczynowicz, J. (1999). Urban hydrology and water management –present and future challenges. *Urban Water*, 1, 1-14.
- Nixon, H., Saphores, J. (2007). Impacts of motor vehicle operation on water quality in the US – Cleanup costs and policies. *Transportation Research Part D*, 12, 564-576.
- Novotny, V., Olem, H. (1994). *Water quality prevention, identification, and management of diffuse pollution*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Novotny, V., Sung, H., Bannerman, H., Baum, K. (1985). Estimating nonpoint pollution from small urban watersheds. *Journal Water Pollution Control Federation*, 57, 744-748.
- Oliva, S., Espinosa, A. (2007). Monitoring of heavy metals in topsoils, atmospheric particles and plant leaves to identify possible contamination sources. *Microchemical Journal*, 86, 131-139.
- ONU (1997). *United Nations environment glossary: Glossary of environment statistics. Series F Number 67*. United Nations, New York. Recuperado de <http://unstats.un.org/unsd/environmentgl/>
- ONU (2017). Water pollution from and to agriculture. Recuperado de <https://wateractiondecade.org/2017/12/09/water-pollution-from-and-to-agriculture/>
- Öko-Test (2002). *Testbericht Bremsbeläge*. Frankfurt: Öko-Test Verlag.
- Organización Mundial de la Salud (2019). *Reporte anual sobre medio ambiente 2018*. Recuperado de <https://www.unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/onu-medioambiente-lanza-su-informe-anual-2018>
- Palaniappan, M., Gleick, P., Allen, L., Cohen, M., Christian-Smith, J., Smith, C. (2010). *Clearing the waters. A focus on water quality solutions*. Recuperado de [https://pacinst.org/wp-content/uploads/sites/21/2013/02/clearing\\_the\\_waters3.pdf](https://pacinst.org/wp-content/uploads/sites/21/2013/02/clearing_the_waters3.pdf)
- Peterson, S., Batley, G. (1992). *Road runoff and its impacts on the aquatic environment: a review*. Santiago de Chile: CSIRO Investigation.

- Pope, C., Bhatnagar, A., McCracken, J., Abplanalp, W., Conklin, D. (2016). Exposure to fine particulate air pollution is associated with endothelial injury and systemic inflammation. *Circulation Research*, 119, 1204-1214.
- Ribeiro, L. (s. f.). *El agua en las civilizaciones inca e pré-incas mito, ciência y tecnologia*. Recuperado de [http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/8cigpa/article/view/351/pdf\\_34](http://revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/8cigpa/article/view/351/pdf_34)
- Salgado-Lévano, C. (2018). *Manual de investigación. Teoría y práctica para hacer la tesis según la metodología cuantitativa*. Lima: Fondo editorial de la Universidad Marcelino Champagnat.
- Sansalone, J., Buchberger, S. (1997). Characterization of solid and metal element distributions in urban highway stormwater. *Water Science y Technology*, 36, 155-160.
- Sartor, J., Boyd, G., Agardy, F. (1974). Water pollution aspects of street surface contaminants. *Water Pollution Control Federation*, 46, 458-467.
- Sawyer, C., McCarty, P., Parkin, G. (1994). *Solids. Chemistry for environmental engineering*. New York: McGraw-Hill.
- Senhorst, H., Zwolsman, J. (2005). Climate change and effects on water quality: a first impression. *Water Science y Technology*, 51, 53-59.
- Settle, S., Goonetilleke, A., Ayoko, G. (2007). Determination of surrogate indicators for phosphorus and solids in urban stormwater: application of multivariate data analysis techniques. *Water Air Soil Pollution*, 182, 149-161.
- Shepherd, K., Ellis, P., Rivett, M. (2006). Integrated understanding of urban land, groundwater, baseflow and surface-water quality—The City of Birmingham, UK. *Science of the Total Environment*, 360, 180-195.
- Shinya, M., Tsuchinaga, T., Kitano, M., Yamada, Y., Ishikawa, M. (2000). Characterization of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons in urban highway runoff. *Water Science y Technology*, 42, 201-208.
- Shqjariat, M. (marzo 25, 2019). Greek, Hellenistic and Roman-Byzantine water management technology: Overview from Jordan. *Open Access Journal of Archaeology and Anthropology*, 1(2). DOI: 10.33552/OAJAA.2019.01.000510. Recuperado de <https://irispublishers.com/oajaa/pdf/OAJAA.MS.ID.000510.pdf>
- Singh, J., Yadav, P., Kumar-Pal, A., Mishra, V. (2020). *Water pollutants: Origin and status*. DOI: 10.1007/978-981-15-0671-0\_2. Recuperado de

[https://www.researchgate.net/publication/336816995\\_Water\\_Pollutants\\_Origin\\_and\\_Status](https://www.researchgate.net/publication/336816995_Water_Pollutants_Origin_and_Status)

- Silva, R. (2018). *Evaluación del grado de afectación de la calidad del agua del río Tumbes y propuesta de recuperación sector peruano – año 2011 al 2014*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Tumbes. Tumbes.
- Sklivaniotis, M., Angelakis, A. (2006). *Water for human consumption through the history*. Recuperado de <http://www.a-angelakis.gr/files/3%20FR88.pdf>
- Tamayo, M (200). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Teddy, J. (2007). *Battling Seawater Intrusion in the Central and West Coast Basins (PDF)*. WRD Technical Bulletin. Recuperado de <https://www.wrd.org/content/technical-bulletins>
- Texas Commission on Environmental Quality (2013). *Municipal solid waste in Texas: A Year in Review*. Recuperado de [https://www.tceq.texas.gov/permitting/waste\\_permits/waste\\_planning/wp\\_swasteplan.html](https://www.tceq.texas.gov/permitting/waste_permits/waste_planning/wp_swasteplan.html)
- The Last Well (2019). *The negative effects of water pollution on human health*. Recuperado de <https://thelastwell.org/the-negative-effects-of-water-pollution-on-human-health/>
- Tietenberg, T. (2006). *Environmental and natural resource economics*. (7th edn.) Boston: Pearson.
- University of Pennsylvania (2016). *Environmental Health and Radiation Safety. Laboratory chemical waste management guidelines*. Recuperado de <https://www.ehrs.upenn.edu/sites/default/files/2018-02/wastemanual2017final.pdf>
- U.S. Environmental Protection Agency (2007). *Document No. EPA-841-R-07-001*. Washington, D.C.: Cycle.
- Vuorinen, H., Juuti, P., Katko, T. (2007). History of water and health from ancient civilizations to modern times. *Water Science y Technology: Water Supply*, 7(1), 49-57. Recuperado de <http://www.manantialdenubes.org/wp-content/uploads/2014/01/SA.0101-VourinenEtal2007-HistoryWaterHealth.pdf>
- Walker, C., Hopkin, S., Sibly, R., Peakall, D. (2006). *Principles of ecotoxicology*. Boca Raton, Florida: CRC Press.
- Ventura-León, J. (2019). De regreso a la validez basada en el contenido. *Adicciones. Publicación anticipada en línea*. doi: <https://doi.org/10.20882/adicciones.1213>

- Viladrich, C., Angulo-Brunet, A., Doval, E. (2017). Un viaje alrededor de alfa y omega para estimar la fiabilidad de consistencia interna. *Anales de Psicología*, 33(3), 755-782. <http://dx.doi.org/10.6018/analesps.33.3.268401>
- Vlek, C., Steg, L. (2007). Human behavior and environmental sustainability: Problems, driving forces, and research topics. *Journal of Social Issues*, 63(1), 1-19.
- Wolf, L., Nick, A., Cronin, A. (2015). *How to keep your groundwater drinkable: Safer siting of sanitation systems*. Recuperado de <https://www.susana.org/en/knowledge-hub/resources-and-publications/library/details/2155>
- Zhen, B. (2009). *Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacasté, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008*. (Tesis de maestría). Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.

## **ANEXOS**



## Anexo 01: Declaración de Autenticidad



Universidad  
**Ricardo Palma**

Escuela de

Posgrado

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO

#### DECLARACIÓN DEL GRADUANDO

Por el presente, el graduando:

**Ing. Erika Delia Paredes Moscosso**

en condición de egresado del Programa de post grado:

**Maestría en Ecología y Gestión Ambiental**

deja constancia que ha elaborado la tesis titulada:

Fuentes Contaminantes asociadas a la Calidad de Agua Superficial en Zonas Urbanas de la Costa Peruana – 2020

Declara que el presente trabajo de tesis ha sido elaborado por él mismo y no existe plagio/copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.

Deja constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no ha asumido como suyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de la Internet.

Asimismo, ratifica que es plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asume la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento y es consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas. En caso de incumplimiento de esta declaración, el graduando se somete a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y los dispositivos legales vigentes.

13.10.2020

\_\_\_\_\_  
Firma del graduando

\_\_\_\_\_  
Fecha

## Anexo 02: Autorización de consentimiento para realizar la investigación



Escuela de Posgrado

### AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR LA INVESTIGACIÓN

#### DECLARACIÓN DEL RESPONSABLE DEL ÁREA O DEPENDENCIA DONDE SE REALIZA LA INVESTIGACIÓN

Deja constancia que el área o dependencia que dirijo ha tomado conocimiento del proyecto de tesis titulado:

Fuentes Contaminantes asociadas a la Calidad de Agua Superficial en Zonas Urbanas del Perú - 2020

El mismo que es realizado por el Sr. estudiante:

**Ing. Erika Delia Paredes Moscoso**


En condición de estudiante – investigador del programa de:

**Maestría en Ecología y Gestión Ambiental**

Asimismo, señalamos que según nuestra normativa interna procederemos con el apoyo al desarrollo del proyecto de investigación, dando las facilidades del caso para aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

En razón de lo expresado doy mi consentimiento para el uso de la información y/o la aplicación de los instrumentos de recolección de datos:

Nombre de la empresa:	Autorización para el uso del nombre de la empresa en el informe final:	<u>Si</u>
<b>Autoridad Nacional del Agua</b>		No

Apellidos y Nombres del Jefe / Responsable del Área:	Cargo del Jefe / Responsable del Área:
<b>Díaz Ramírez, Luis Alberto Abogado</b>	 <b>Director Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos</b>
Teléfono fijo (incluyendo anexo):	Correo electrónico de la empresa:
<b>2243298 - 2401</b>	<b>ldiazramirez@ana.gob.pe</b>

## Anexo 03: Matriz de Consistencia

Tabla 21. Matriz de consistencia

<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable Independiente</b>	<b>Indicador V.I.</b>	<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador V.D.</b>
¿En qué medida las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020?	Evaluar la influencia de las fuentes contaminantes no tradicionales asociadas a la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.	Las fuentes contaminantes no tradicionales influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.	Fuentes contaminantes no tradicionales		Calidad del agua superficial	
<b>Problema Específico</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>				
¿En qué medida los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020?	Identificar la influencia de los residuos sólidos en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.	Los residuos sólidos influyen en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.		Residuos sólidos		Parámetros físicos
¿En qué medida el tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020?	Identificar la influencia del tráfico vehicular en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.	El tráfico vehicular urbano influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.		Tráfico vehicular urbano		Parámetros químicos
¿En qué medida el lavado de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020?	Identificar la influencia de los contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.	El lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por acción de las lluvias influye en la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020.		Contaminantes de la superficie de las carreteras lavados por acción de las lluvias		Parámetros microbiológicos

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 04: Matriz de Operacionalización

Tabla 22. Matriz de operacionalización

Variable Independiente	Indicador	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Instrumento	Ítem
	Residuos sólidos	Son residuos sólidos aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente. Esta definición incluye a los residuos generados por eventos naturales. (Ministerio de Ambiente, Glosario de Términos para la Gestión Ambiental Peruana, p. 106).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.		Cuestionario	Los residuos sólidos existentes en la zona que monitoreo, provoca concentraciones de sustancias que transgreden las señaladas como estándares para aguas superficiales.
Fuentes contaminantes no tradicionales	Tráfico urbano vehicular	Es la cantidad de movimiento realizado en un área urbana por vehículos de carretera” (European Commission, 2009, p. 58)	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	Para el presente estudio, la variable se manejará como unidimensional; es decir, evidenciable por sus indicadores.	Cuestionario	El tráfico urbano existente en la zona de monitoreo, provoca concentraciones de sustancias que transgreden las señaladas como estándares para aguas superficiales.
	Lavado de contaminantes de la superficie	Es el proceso a través del cual, la lluvia, al escurrirse por una serie de espacios: el campo, caminos, zonas de acumulación de basura, alcantarillados, contamina las fuentes de agua superficial” (Mahbub, 2011, p. 38).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y		Cuestionario	El lavado de contaminantes de la superficie existente en la zona que monitoreo, provoca concentraciones de sustancias que transgreden las señaladas como

			animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.			estándares para aguas superficiales.
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Indicador</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítem</b>
	Propiedades físicas	Son parámetros de la calidad física del agua, tales como temperatura, potencial de hidrógeno, color verdadero, turbiedad, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales (Zhen, 2009).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.		Cuestionario	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (se repite la pregunta para tráfico urbano vehicular y lavado de contaminantes de la superficie por lluvias).
Calidad del agua superficial	Propiedades químicas	La contaminación está compuesta de agentes pesados como el plomo, flúor, cloro, cobre, arsénico, mercurio, nitratos, etc. Por su parte existen algunos de estos elementos que se generan por la intervención del hombre en la naturaleza ya sea directa o indirectamente. No obstante, una mínima porción de la contaminación se puede producir por cuestiones naturales (Chung, 2008).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	Para el presente estudio, la variable se manejará como unidimensional; es decir, evidenciable por sus indicadores.	Cuestionario	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (se repite la pregunta para tráfico urbano vehicular y lavado de contaminantes de la superficie por lluvias).
	Propiedades biológicas	Son parámetros de la calidad biológica-bacteriológica del agua, tales como: coliformes fecales, Escherichia coli y	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser		Cuestionario	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de

	Salmonella (Zhen, 2009).	dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (se repite la pregunta para tráfico urbano vehicular y lavado de contaminantes de la superficie por lluvias).
Propiedades organolépticas	Son parámetros de la calidad evaluadas por el grado de concentración de sustancias sólidas disueltas en el agua (Zhen, 2009).	Se define operacionalmente como toda sustancia que se presentan en concentraciones que podrían ser dañinos a los organismos (humanos, plantas y animales) o transgreden el estándar de calidad ambiental determinado en la Resolución Jefatural N° 136-2018-ANA.	Cuestionario  En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.  (se repite la pregunta para tráfico urbano vehicular y lavado de contaminantes de la superficie por lluvias).

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 05: Protocolos o instrumentos utilizados**

### **CONSENTIMIENTO INFORMADO**

El propósito de esta ficha de consentimiento es dar a los participantes de esta investigación una clara explicación de la naturaleza de la misma, así como de su rol en ella como participante.

La presente investigación es conducida por la Ing. Erika Delia Paredes Moscosso, para optar el grado académico de Maestro en Ecología y Gestión Ambiental en la Universidad Ricardo Palma. El objetivo del estudio es: Evaluar las fuentes contaminantes asociadas a la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana – 2020. Si usted accede a participar, se le pedirá responder un instrumento, lo cual tomará aproximadamente 10 minutos.

La participación es voluntaria. Asimismo, la información que se recoja será confidencial y no se usará para ningún otro propósito fuera de los de esta investigación. Una vez transcritas las respuestas a una base de datos, las pruebas se destruirán.

Del mismo modo, puede retirarse de la investigación en cualquier momento, sin que eso lo perjudique en ninguna forma.

De tener alguna consulta adicional sobre la investigación y del rol que cumplirá durante su participación en este estudio, puede contactar al correo electrónico: erikadparedes@gmail.com.

Desde ya se le agradece su valiosa participación.

---

Erika Delia Paredes Moscosso

---

Yo (nombres y apellidos).....

- He leído la ficha de consentimiento informado y estoy de acuerdo con lo que allí se indica.
- He recibido información necesaria sobre la presente investigación.
- Comprendo que mi participación es voluntaria y que puedo retirarme si así lo deseo, aunque no haya respondido del todo los instrumentos, sin que eso me perjudique.
- Comprendo que los datos obtenidos son confidenciales.
- Expreso libremente participar en esta investigación.

---

Firma del participante

## CUESTIONARIO

Estimado profesional

El presente cuestionario es anónimo y permitirá obtener respuestas para indagar las valoraciones técnicas de los profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y conocer sus opiniones sobre la influencia de las fuentes contaminantes no tradicionales.

A continuación, encontrará una serie de enunciados y se le solicita, de acuerdo con su experiencia, que marque con una “X” según corresponda, tomando en cuenta las siguientes alternativas:

1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: Ni de acuerdo, ni en desacuerdo; 4: De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo.

Muchas gracias por su participación y sinceridad.

N o	Ítems	1	2	3	4	5
1	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.					
2	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.					
3	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.					
4	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.					
5	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de la lluvia.					
6	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de la lluvia.					



7	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de la lluvia.					
8	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de la lluvia.					

## Anexo 06: Formato de validación de expertos

### FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO: ENCUESTA

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validación basada en el contenido de un instrumento destinado a indagar las valoraciones técnicas sobre el monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y conocer sus opiniones sobre la influencia de las fuentes contaminantes.

En ese sentido, solicito pueda evaluar los 12 ítems del instrumento, en tres criterios: relevancia, representatividad y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

#### I. Datos Generales

Nombre y Apellido:	OSKAR MICHAEL HUAPAYA RAMIREZ		
Sexo:	Varón	Mujer	
Años de experiencia profesional: (desde la obtención del título)	15 años		
Grado académico:	Bachiller	Magister	Doctor
Área de formación académica	Ing. Ambiental	Ing. Sanitaria	Prof. en Recursos Hídricos
	Biología	Ing. Química	Otro: Egresado del Doctorado de Ciencias Ambientales
Años de experiencia en el tema	15 años		
Tiempo de experiencia profesional en el área	2 a 4 años	5 a 10 años	10 años a más

#### II. Breve explicación del constructo

- La variable calidad de agua superficial puede conceptualizar como: Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua natural abierta a la atmósfera, concierne a: ríos, lagos, lagunas, mares.

#### III. Criterios de Calificación

##### a. Relevancia

El grado en que el ítem es esencial o importante y por tanto debe ser incluido para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua. Se determinará con una calificación que varía de 0 a 3:

- El ítem "Nada relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0);
- El ítem "Poco relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Completamente relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada relevante	Poco relevante	Relevante	Totalmente relevante
0	1	2	3

**b. Representatividad**

□ grado en que el ítem representa la dimensión que está midiendo. Su calificación varía de 0 a 3.

- El ítem "No es representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0);
- El ítem "Poco representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Totalmente representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

<i>Nada representativo</i>	<i>Poco representativo</i>	<i>Representativo</i>	<i>Totalmente representativo</i>
0	1	2	3

**c. Claridad**

El grado en que el ítem es entendible, claro y comprensible en una escala que varía de:

- El ítem "Nada claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (0 punto).
- El ítem "Medianamente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2);
- El ítem "Totalmente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

<i>Nada claro</i>	<i>Poco claro</i>	<i>claro</i>	<i>Totalmente claro</i>
0	1	2	3

**Calificación de la encuesta**

Dimensión	Ítems		Relevancia				Representatividad				Claridad			
			0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Residuos sólidos	1	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	2	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	3	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	4	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3

		las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.												
Tráfico urbano vehicular	5	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	6	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	7	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	8	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras	9	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	10	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	11	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	12	En los resultados de las propiedades	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3

	<p>organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.</p>													
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Firma del juez experto



Ing. Oskar M. Huapaya Ramirez  
 C.I.P.: 127193  
 Especialista en Sistemas de Gestión

DNI: 40861414

FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO: ENCUESTA

Estimado(a) experto(a):

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validación basada en el contenido de un instrumento destinado a indagar las valoraciones técnicas sobre el monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y conocer sus opiniones sobre la influencia de las fuentes contaminantes.

En ese sentido, solicito pueda evaluar los 12 ítems del instrumento, en tres criterios: relevancia, representatividad y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

I. Datos Generales

Nombre y Apellido:	MARIA ISABEL POLO SAMANIEGO		
Sexo:	Varón	<b>Mujer</b>	
Años de experiencia profesional: (desde la obtención del título)	33		
Grado académico:	Bachiller	<b>Magister</b>	Doctor
Área de formación académica	Ing. Ambiental	Ing. Sanitaria	Prof. en Recursos Hídricos
	Biología	<b>Ing. Química</b>	Otro:
Años de experiencia en el tema	10		
Tiempo de experiencia profesional en el área	2 a 4 años	5 a 10 años	<b>10 años a más</b>

II. Breve explicación del constructo

- La variable calidad de agua superficial puede conceptualizar como: Propiedades físicas, químicas, biológicas y organolépticas del agua natural abierta a la atmósfera, con respecto a: ríos, lagos, lagunas, mares.

III. Criterios de Calificación

a. Relevancia

El grado en que el ítem es esencial o importante y por tanto debe ser incluido para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua. Se determinará con una calificación que varía de 0 a 3:

- El ítem "Nada relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0);
- El ítem "Poco relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Completamente relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada relevante	Poco relevante	Relevante	Totalmente relevante
0	1	2	3

**b. Representatividad**

El grado en que el ítem representa la dimensión que está midiendo. Su calificación varía de 0 a 3

- El ítem "No es representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0);
- El ítem "Poco representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Totalmente representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada representativo	Poco representativo	Representativo	Totalmente representativo
0	1	2	3

**c. Claridad**

El grado en que el ítem es entendible, claro y comprensible en una escala que varía de:

- El ítem "Nada claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (0 punto);
- El ítem "Mediamente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2);
- El ítem "Totalmente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3)

Nada claro	Poco claro	Claro	Totalmente claro
0	1	2	3

**Calificación de la encuesta**

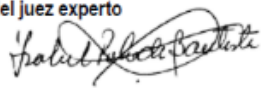
Dimensión	Ítems	Relevancia				Representatividad				Claridad			
		0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Residuos sólidos	1	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	2	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	4	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3

		las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos												
Tráfico urbano vehicular	5	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	6	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	7	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	8	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
Lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras	9	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	10	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	11	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3
	12	En los resultados de las propiedades	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3



	<p>organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.</p>													
--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Las alternativas de respuesta en la escala van del 1 al 5 y tiene las siguientes expresiones				
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Ni de acuerdo, ni en desacuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>Totalmente de acuerdo</i>
1	2	3	4	5

Firma del juez experto  
  
 DNI: 09159714

## FORMATO DE VALIDEZ BASADA EN EL CONTENIDO: ENCUESTA

Estimado(a) experto(a)

Reciba mis más cordiales saludos, el motivo de este documento es informarle que estoy realizando la validación basada en el contenido de un instrumento destinado a indagar las valoraciones técnicas de los profesionales y técnicos encargados del monitoreo de la calidad del agua superficial en zonas urbanas de la costa peruana y conocer sus opiniones sobre la influencia de las fuentes contaminantes.

En ese sentido, solicito pueda evaluar los 12 ítems del instrumento, en tres criterios: relevancia, representatividad y claridad. Su sinceridad y participación voluntaria permitirá identificar posibles fallas en la escala.

Antes es necesario completar algunos datos generales:

### I. Datos Generales

Nombre y Apellido:	Rebeca Uribe Del Aguila		
Sexo:	Mujer		
Años de experiencia profesional: (desde la obtención del título)	09 años		
Grado académico:		Magister	
Área de formación académica	Biología		
Años de experiencia en el tema			
Tiempo de experiencia profesional en el área		5 a 10 años	

### II. Breve explicación del constructo

- La variable calidad de agua superficial puede conceptualizarse como Propiedades físicas, químicas, biológicas y orgánolépticas del agua natural abierta a la atmósfera, concerniente a: ríos, lagos, lagunas, mares.

### III. Criterios de Calificación

#### a. Relevancia

El grado en que el ítem es esencial o importante y por tanto debe ser incluido para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua. Se determinará con una calificación que varía de 0 a 3:

- El ítem "Nada relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0).
- El ítem "Poco relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Completamente relevante para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada relevante	Poco relevante	Relevante	Totalmente relevante
0	1	2	3

#### b. Representatividad

El grado en que el ítem representa la dimensión que está midiendo. Su calificación varía de 0 a 3.

- El ítem "No es representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 0);

- El ítem "Poco representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2) y
- El ítem "Totalmente representativo para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada representativo	Poco representativo	Representativo	Totalmente representativo
0	1	2	3

**c. Claridad**

El grado en que el ítem es entendible, claro y comprensible en una escala que varía de:

- El ítem "Nada claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (0 punto);
- El ítem "Medianamente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 1);
- El ítem "Claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 2);
- El ítem "Totalmente claro para evaluar un aspecto que influye en la calidad del agua" (puntaje 3).

Nada claro	Poco claro	claro	Totalmente claro
0	1	2	3

**Calificación de la encuesta**

Dimensión	Ítems	Relevancia			Representatividad			Claridad												
Residuos sólidos	1	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.					2													3
	2	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.					2													3
	3	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.					3													3
	4	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente de residuos sólidos.					2													3
Tráfico urbano	5	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que					2													2

vehicular		monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.																				
	6	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.			2					2										2		
	7	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.							3												3	
	8	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del tráfico urbano vehicular.			2																3	
Lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras	9	En los resultados de las propiedades físicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.			1																1	
	10	En los resultados de las propiedades químicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.			2																2	
	11	En los resultados de las propiedades biológicas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.																				3
	12	En los resultados de las propiedades organolépticas de las muestras de agua, en las zonas que monitoreo, las concentraciones de sustancias pueden provenir principalmente del lavado de contaminantes de la superficie de las carreteras por efecto de las lluvias.			2																	2

Las alternativas de respuesta en la escala van del 1 al 5 y tiene las siguientes expresiones

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1	2	3	4	5

Firma del juez experto

DNI:41717787

