



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Escuela de Posgrado

**Metales pesados y su impacto en el agua de consumo en la Universidad
Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho- 2019**

Tesis

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales

Autor

Juan Orlando Chuquilin Arbildo

Asesor

Dr. Ángel Hugo Campos Diaz

Huacho – Perú

2024



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

ESCUELA DE POSGRADO

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Chuquilin Arbildo Juan Orlando	33577662	2024-06-25
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Campos Diaz Ángel Hugo	15619145	0000-0003-3306-6412
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO- MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CODIGO ORCID
Nunja García José Vicente	15447556	0000-0002-9633-8190
Vasquez Medina Pedro James	16562688	0000-0001-6241-5525
Aroni Mejia Jaqueline Victoria	15592693	0000-0002-6806-9552
Muñoz Vilela Algemiro Julio	15736557	0000-0001-7981-8531

METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN EL AGUA DE CONSUMO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN - HUACHO- 2019

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

2%

★ repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Apagado

DEDICATORIA

A mi esposa Idelvina e hijas Eva Luz y Luzlinda Yosselyn, que son el impulso que me lleva día a día por el camino de la vida y me permite seguir creciendo para ser el soporte de ustedes

A mi hermana Olga Dalila que es parte importante en mi vida.

En memoria de mis padres Juan, Luzlinda y hermano Wilder, que desde lo más alto me iluminan y acompañan siempre.

Juan Orlando Chuquilin Arbildo

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios que me da la vida día a día. Así mismo a mis colegas que han sido soporte de este trabajo al haber contribuido en el desarrollo de este trabajo de investigación

A Aguas de Lima Norte y Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Huacho quienes han tenido la disposición para poder llevar a cabo el estudio.

Juan Orlando Chuquilin Arbildo

ÍNDICE

RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos	3
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la Investigación	4
1.4.1 Justificación práctica	4
1.4.2 Justificación Teórica	4
1.4.3 Justificación Metodológica	4
1.5 Delimitaciones del estudio	4
1.5.1 Delimitación espacial	4
1.5.2 Delimitación temporal	4
1.5.3 Delimitación social	4
1.6 Viabilidad del estudio	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de la investigación	6
2.1.1 Investigaciones internacionales	6
2.1.2 Investigaciones nacionales	7
2.2 Bases teóricas	9
2.3 Bases filosóficas	35
2.4 Definición de términos básicos	36
2.5 Hipótesis de investigación	38
2.5.1 Hipótesis General	38
2.5.2 Hipótesis Específicos	38
2.6 Operacionalización de las variables	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	40

3.1	Diseño metodológico	40
3.2	Población y muestra	41
3.2.1	Población.	41
3.2.2	Muestra	42
3.3	Técnicas de recolección de datos	43
3.3.1	Técnicas a emplear	43
3.3.2	Descripción de los instrumentos	44
3.3.3	Confiabilidad del instrumento	44
3.4	Técnicas para el procedimiento de la información	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		46
4.1	Análisis de resultados	46
4.2	Contrastación de hipótesis	59
CAPITULO V: DISCUSIÓN		61
5.1	Discusión de resultados	61
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		63
6.1	Conclusiones	63
6.2	Recomendaciones	64
VII: REFERENCIAS		65
7.1	Fuentes documentales	65
7.2	Fuentes bibliográficas	66
7.3	Fuentes hemerográficas	68
7.4	Fuentes electrónicas	68
ANEXOS		70

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formula del diseño descriptivo.....	40
Tabla 2. Población de Estudiantes en Ciudad Universitaria.....	41
Tabla 3. Población Total en Ciudad Universitaria.....	42
Tabla 4. Muestra Seleccionada.....	43
Tabla 5. Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo.....	46
Tabla 6. Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo...	47
Tabla 7. Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo.....	48
Tabla 8. Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Mercurio	50
Tabla 9. Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de Consumo	51
Tabla 10. Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo...	52
Tabla 11. Conocimiento del reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el agua de consumo	53
Tabla 12. Actualización con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud	54
Tabla 13. Conocimiento de la Ley de la Autoridad Nacional del Agua en forma correcta concordante al agua de consumo.....	55
Tabla 14. Conocimiento de las normas en forma precisa concordante al agua de consumo	56
Tabla 15. Conocimiento de los códigos del agua para garantizar la calidad del agua de consumo.....	57
Tabla 16. Sufre de enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos, gripes, presión arterial alta y dolores del corazón	58

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo</i>	47
<i>Figura 2. Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo.</i>	48
<i>Figura 3. Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo...</i>	49
<i>Figura 4. Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Mercurio.....</i>	50
<i>Figura 5. Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo</i>	51
<i>Figura 6. Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo</i>	52
<i>Figura 7. Conocimiento del reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el agua de consumo</i>	53
<i>Figura 8. Actualización con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud.....</i>	54.
<i>Figura 9. Conocimiento de la Ley de la Autoridad Nacional del Agua en forma correcta concordante al consumo del agua.....</i>	55
<i>Figura 10. Conocimiento de las normas en forma precisa concordante al agua de consumo.....</i>	56
<i>Figura 11. Conocimiento de los códigos del agua para garantizar la calidad del agua de consumo.....</i>	57
<i>Figura 12. Sufre de enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos, gripes, presión arterial alta y dolores de corazón</i>	58

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo el determinar el impacto de los metales pesados en el agua que es de consumo de nuestra primera casa superior de estudios, la investigación fue de tipo básica, de un nivel descriptivo, ya que no modificamos ninguna variable. Se empleo como instrumento de la investigación la encuesta ya que nos permitió recopilar la información de una manera ordenada para su posterior procesamiento estadístico para el cual se empleó el software SPSS 26.0, entregándonos las tablas y figuras para su posterior interpretación. Al procesarse los datos nos entregó como resultado que si existe una relación entre el impacto de los metales pesados en el agua de consumo de la universidad, así mismo se pudo evidenciar que en nuestra institución si se cumple con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el Reglamento de calidad de agua para consumo humano (D.S. N° 031-2010-SA) y los valores Guía de la OMS 2004, siendo los metales evaluados en nuestro estudio el Plomo y el Mercurio de los pozos 3 y 9, encontrando que están en el nivel óptimo para consumo, esto nos permite concluir que si existe relación entre ambas variables y que es altamente significativa.

Palabras clave: Impacto, metales pesados, agua de consumo, Plomo, Mercurio

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the impact of heavy metals in the water consumed by our first higher education institution. The research was basic, at a descriptive level, since we did not modify any variable, but if not Observation was used to define the impacts found. The survey was used as a research instrument since it allowed us to collect the information in an orderly manner for subsequent statistical processing for which the SPSS 26.0 software was used, providing us with the tables and figures for subsequent interpretation. When the data was processed, the result was that there is a relationship between the impact of heavy metals in the university's drinking water, and it was also evident that our institution does comply with the Maximum Permissible Limits established in the Regulations. of water quality for human consumption (D.S. No. 031-2010-SA) and the WHO 2004 Guide values, the metals evaluated in our study being Lead and Mercury from wells 3 and 9, finding that they are in the optimal level for consumption, this allows us to conclude that there is a relationship between both variables and that it is highly significant.

Keywords: Impact, heavy metals, drinking water, Lead, Mercury

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de agua potable limpia y segura es esencial para la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, la presencia de contaminantes como el plomo y el mercurio plantea una amenaza importante para la calidad del agua y la salud humana. Este trabajo de investigación tiene como objetivo proporcionar una revisión y análisis del impacto de la contaminación por plomo y mercurio en la calidad del agua potable. Se profundizó las fuentes y vías a través de las cuales el plomo ingresa a los sistemas de agua potable, los efectos adversos para la salud de la exposición al plomo en humanos y las posibles medidas que se pueden implementar para mitigar la contaminación por plomo. Posteriormente, la atención se centrará en la contaminación por mercurio, explorando cómo este elemento tóxico se infiltra en las fuentes de agua potable, las implicaciones para la salud de las personas por la exposición al mercurio y las estrategias que se pueden emplear para reducir los niveles de mercurio en el agua potable. Al examinar estos dos contaminantes en detalle, este trabajo de investigación busca arrojar luz sobre la necesidad crítica de una gestión y regulación efectivas de la calidad del agua para salvaguardar la salud pública y la sostenibilidad ambiental. Para ello se debe entender como funciona el sistema de gestión a nivel nacional como internacional es por ello que a nivel internacional los niveles de riesgo han sido establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las autoridades ambientales, teniendo en cuenta la presencia de metales en el agua y los alimentos consumidos por los humanos. Mediante la creación de mapas, ciertas regiones han sido catalogadas como de alto riesgo por exceder los límites establecidos de concentración de metales.

En nuestro país, específicamente en nuestra ciudad el ente es la EPS Aguas de Limas Norte S.A. la cual nos describe e indica que el agua que es distribuida en la red de agua potable es agua subterránea la misma que solo se le adiciona Cloro gaseoso quedando a un rango de concentración de 0,5 a 1 mg/L de $\text{Cl}_2(\text{r})$. Indicándonos además que el abastecimiento inicial por la red de la Av. Mercedes Indacochea fue insuficiente ya que no llegaba a pabellones alejados y cercanos a los Cipreses, motivo por el cual se realizaron nuevas conexiones del Pozo 3 y Pozo 9 que viene de Manzanares; y según monitoreo de sus pozos son de menor calidad de agua. En lugar de estudio se ha reconocido la importancia de comprender la correlación entre los metales pesados y el agua destinada al consumo humano. Este problema ha surgido debido a la falta de conciencia entre los usuarios del agua sobre su calidad, así como a su falta de hacer valer sus derechos y responsabilizar a la EPS de garantizar que se cumplan los estándares de

calidad del agua. En consecuencia, los usuarios no están seguros de cómo abordar el problema del agua de baja calidad contaminada con metales pesados, lo que resulta en una disminución de la calidad de vida. Para abordar esto, se debería realizar una encuesta exhaustiva entre los usuarios, empezando por los concesionarios de alimentos. Además, es crucial involucrar a los representantes de las universidades para implementar las mejoras necesarias y brindar capacitación en esta materia.

El presente trabajo sobre determinación del impacto de los metales Plomo y Mercurio en el agua de consumo, está orientado a dar a conocer aspectos importantes de los metales como el Plomo y el Mercurio presente muchas veces en el agua de consumo impacta de manera negativa en la población de la ciudad universitaria.

Teniendo en cuenta el crecimiento de la ciudad universitaria y el aumento de la actividad industrial conllevan una situación compleja que debe enfrentarse considerando el alto consumo de agua y la presencia de minerales.

De allí que es donde radicaba la importancia de abordar el presente tema para generar responsabilidad social en las empresas e instituciones y la población sobre el cuidado que se debe tener al usar el agua. Esperando que el presente trabajo sirva para incentivar investigaciones que complementen la presente temática de manera más amplia.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional los niveles de riesgo han sido establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las autoridades ambientales, teniendo en cuenta la presencia de metales en el agua y los alimentos consumidos por los humanos. Mediante la creación de mapas, ciertas regiones han sido catalogadas como de alto riesgo por exceder los límites establecidos de concentración de metales (Arnous O.M. et al. 2015; Yuang G.L. et.al, 2014).

Las enfermedades transmitidas por el agua en Europa suelen deberse a la contaminación del agua potable por contaminantes químicos o biológicos (A. Jadhav,et,al 2015). La cuestión de la contaminación del agua se encuentra entre los principales factores mundiales que contribuyen a la prevalencia de enfermedades. Además, más de 100 niños indios pierden la vida diariamente a causa de la diarrea, y aproximadamente 700 millones de personas en la India carecen de acceso a instalaciones sanitarias adecuadas (A. Dashkhuu et, al 2007).

Aproximadamente 600 millones de personas en China, que representan el 70% del consumo de los recursos hídricos del país, enfrentan un peligro importante debido a la presencia de agua contaminada (Rodríguez-Lado et al, 2013). La contaminación de las fuentes de agua en China se debe principalmente a metales pesados. Las zonas urbanas de China, donde reside aproximadamente el 90% de la población, se ven particularmente afectadas por la contaminación del agua. Sorprendentemente, se estima que 500 millones de personas en China carecen de acceso a agua potable (O.Karnitz et, al 2007).

Los problemas de contaminación persisten no sólo en los países en desarrollo sino también en los países centrales, como lo demuestran los informes de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US-EPA). La contaminación del agua es un problema que no se limita a una región específica (D. Kweon et,al 2001).

América Latina está plagada de problemas de contaminación del agua, y la mayoría de los países se ven afectados por altos niveles de metales pesados en sus fuentes de agua (Bundschuh et. al, 2012). Argentina, específicamente, enfrenta cinco obstáculos destacados en el ámbito del

suministro de agua y saneamiento: calidad de servicio deficiente y cobertura insuficiente a pesar de un nivel encomiable de prestación de servicios considerando su nivel de ingresos. Mientras que el acceso al agua potable en América Latina es del 91%, Argentina ha logrado alcanzar una impresionante cobertura del 96% en términos de agua potable, posicionándose como líder junto a Uruguay en toda la región de América Latina y el Caribe (Jujuy, 2011).

Durante el año 2013 se realizaron en Colombia un total de 104 muestras de mercurio, 169 muestras de cadmio y 180 muestras de cromo y plomo. Reportes indican que los ríos Marmato, Nechí, Guachal, Magdalena, Nechí y Coello presentan los mayores niveles de concentración de mercurio (IDEAM, 2014).

En Bogotá la cuenca media sirve como principal fuente de agua para la producción en la región sur y los municipios del noroeste aquí el vertido de metales pesados (Hg, As, Cd y Pb) tiene un impacto perjudicial sobre la población que reside en las riberas de los ríos, ya que las diferentes concentraciones de estos metales suponen una amenaza. El agua se utiliza para diversos fines, incluido el consumo humano y el riego, lo que conduce al transporte de estos metales al suelo y a cultivos como el brócoli, la lechuga y el repollo (Miranda et.al 2008).

Hace años, los residentes de Trujillo enfrentaron un acceso limitado al agua debido a una disminución en el suministro de agua subterránea. Como resultado, la ciudad tuvo que buscar fuentes alternativas para satisfacer las necesidades de sus habitantes. Actualmente, el río Santa sirve como fuente primaria de agua para la ciudad, con tratamiento previo realizado por la empresa Chavimochic. El proceso de tratamiento es supervisado por el laboratorio Físico, Químico y Microbiológico del PECH, ya que ciertos pozos subterráneos se han deteriorado con el tiempo. Esta nueva fuente de agua beneficia al 70% de la población, incluidos varios distritos, al proporcionar una capacidad de producción de 1.250 litros por segundo. Sin embargo, Trujillo todavía depende de una combinación de 40% de agua subterránea y 60% de agua tratada de la planta, que se suministra a través de la empresa SEDALIB (EPS SEDALIB, 2011).

La zona de estudio se encuentra ubicada en la ciudad de Huacho al norte de Lima en Perú, es una institución pública situada en la Av. Mercedes Indacochea 609, Huacho 15136. Fundada en 1968, ostenta la distinción de ser la primera universidad de la provincia de Huaura y la región Norte Chico.

Según visita técnica realizada a la actual EPS Aguas de Limas Norte S.A. indica que el agua que es distribuida en la red de agua potable es agua subterránea la misma que solo se le adiciona Cloro gaseoso quedando a un rango de concentración de 0,5 a 1 mg/L de $\text{Cl}_2(\text{r})$. Indicándonos además que el abastecimiento inicial por la red de la Av. Mercedes Indacochea fue insuficiente ya que no llegaba a pabellones alejados y cercanos a los Cipreses, motivo por el cual se realizaron nuevas conexiones del Pozo 3 y Pozo 9 que viene de Manzanares; y según monitoreo de sus pozos son de menor calidad de agua.

La institución académica ha reconocido la importancia de comprender la correlación entre los metales pesados y el agua destinada al consumo humano. Este problema ha surgido debido a la falta de conciencia entre los usuarios del agua sobre su calidad, así como a su falta de hacer valer sus derechos y responsabilizar a la EPS de garantizar que se cumplan los estándares de calidad del agua. En consecuencia, los usuarios no están seguros de cómo abordar el problema del agua de baja calidad contaminada con metales pesados, lo que resulta en una disminución de la calidad de vida. Para abordar esto, se debería realizar una encuesta exhaustiva entre los usuarios, empezando por los concesionarios de alimentos. Además, es crucial involucrar a los representantes de las universidades para implementar las mejoras necesarias y brindar capacitación en esta materia.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cómo el impacto de los metales pesados se relaciona en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho 2019?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo el impacto del plomo se relaciona en el agua de consumo?

¿Cómo el impacto del mercurio se relaciona en el agua de consumo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Conocer el impacto de los metales pesados en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Huacho -2019.

1.3.2 Objetivos específicos

Conocer el impacto del Plomo y su relación en el agua de consumo.

Conocer el impacto del Mercurio y su relación en el agua de consumo.

1.4 Justificación de la Investigación

1.4.1 Justificación práctica

Por medio de esta investigación se conocerán si los parámetros inorgánicos (Plomo y Mercurio) están dentro o salen de sus LMP.

1.4.2 Justificación Teórica

Nos permite conocer la calidad de agua que consumen los alumnos, administrativos, docentes, concesionarios y visitantes de nuestra alna mater respecto a la presencia de metales pesados como el Mercurio y Plomo.

1.4.3 Justificación Metodológica

El presente trabajo se empleará un instrumento de medición como es la encuesta. Para revertir esta problemática nos apegaremos al cumplimiento del DS N° 031-2010-SA que viene a ser el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

1.5 Delimitaciones del estudio

1.5.1 Delimitación espacial

Distrito: Ciudad de Huacho

Provincia: Huaura

Departamento: Lima

1.5.2 Delimitación temporal

Se llevará a cabo la presente investigación en el año 2019, estaciones Verano - Otoño. En el desarrollo de la presente investigación sólo se tendrá en cuenta dos metales pesados como el Plomo y el Mercurio.

1.5.3 Delimitación social

La calidad de agua potable fue diagnosticada teniendo como finalidad que la población universitaria tenga conocimiento sobre la calidad a través de guías de buena calidad, en lo referente a algunos parámetros inorgánicos para el consumo y si es inocua.

1.6 Viabilidad del estudio

Según Hernández, et. al., (2003), es crucial considerar la accesibilidad de los recursos financieros, humanos y materiales al evaluar la practicidad y sostenibilidad del proyecto de investigación.

De acuerdo con la investigación realizada por Hernández, Fernández y Baptista en 2003, es crucial tener en cuenta un factor adicional significativo al formular el planteamiento del problema. Este factor es la disponibilidad de tiempo. Es importante reconocer que las investigaciones excesivamente largas pueden no arrojar resultados prácticos si se concluyen más tarde, cuando el contexto ha cambiado o cuando se han publicado otros estudios con más aplicabilidad. Otras consideraciones esenciales incluyen recursos financieros, recursos humanos y acceso a unidades de análisis (Hernández, Fernández & Baptista 2003).

El investigador pudo desarrollar con éxito la presente investigación gracias a la disponibilidad de información confiable y abundante de la EPS Aguas de Lima Norte S.A. y el apoyo de la institución académica. Además, metodologías bien establecidas y amplios recursos humanos y financieros fueron utilizados para su desarrollo, siendo esta una investigación exhaustiva de los problemas que impulsaron para su inicio.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Rodríguez, C. (2014). Este autor nos manifiesta que, en el partido de Tandil, no existe una aparición integrada que contemple los diferentes aspectos que forman el sistema ambiental y los que alteran a los recursos hídricos, no habiendo podido realizar el manejo del agua subterránea. La toma de medidas aprestivas o modificativas ante lo cuestionable, se hace difícil al no lograr los habitantes entender las relaciones que dicho recurso tiene con respecto a otros elementos del sistema ambiental. Estando acompañada de un limitado conocimiento en la comunidad sobre el sistema hídrico, en especial sobre el recurso subterráneo, se agranda la problemática de gestión no integrada. Esto desencadena una falta de idoneidad institucional para el desarrollo e implementación de un programa de gestión, así como la carencia de control y cumplimiento de las normativas vigentes sobre la utilidad del recurso, esta descripción se ajusta a un grupo que tiene como características flaquezas y debilidades que se ven reflejados en la administración del agua subterránea en el área de estudio establecido y carecen de un análisis sistémico. También se requiere la vigilancia de información hidrológica, su desarrollo y comunicación a todos los sectores sociales. Como también mediante el establecimiento de organismos de cuenca que constituyan entes de regulación y control del uso del recurso, se propusieron pautas de administración referidas a la importancia de promover la capacidad de gobernanza del agua subterránea. Para dar lugar a la contribución de los actores involucrados y contemple acciones de educación y capacitación tendientes a la conservación del agua. Es necesaria la preparación e implementación de una organización estratégica sobre la utilidad y la consignación de los recursos hídricos.

Espinosa, A. (2018). Esta investigación profundiza en la intrincada conexión entre el agua, la salud y el medio ambiente, explorando varias perspectivas teóricas. Enfatiza el papel vital del agua en el sustento de la vida, destacando la importancia del acceso, la calidad y la disponibilidad. La cuenca media del río Bogotá sirve como un caso de estudio preocupante, que ejemplifica la contaminación por la presencia de efluentes industriales y la toxicidad revelada por bioensayos. Río abajo, donde el agua se utiliza para consumo humano y riego, surgen

preocupaciones similares. Sin embargo, es importante señalar que los bioensayos por sí solos son insuficientes para detectar cuerpos de agua con desechos potencialmente peligrosos debido a limitaciones en las evaluaciones físicas y químicas. La investigación también destaca la necesidad de comprender los efectos sobre las redes tróficas y evaluar las alteraciones en la calidad ambiental, abogando por la inclusión de biomodelos. El lago de Tota es un claro ejemplo de contaminación con agroquímicos, ya que abastece de agua a un tercio de la población de Boyacá. El índice de riesgo de calidad indica que el agua potable en el sector rural no es apta. Por último, la investigación destaca las deficiencias en el seguimiento de los ecosistemas acuáticos muy presionados por el suministro y la contaminación. Subraya la necesidad de categorizar las actividades económicas y los contaminantes específicos para gestionar y mejorar eficazmente la situación problemática que crean por las actividades antrópicas.

Flores, J. (1995) en su disertación manifiesta que la presencia de metales peligrosos, incluidos plomo y mercurio, plantea una preocupación ambiental importante en regiones urbanas en la Ciudad de México. Estos metales son conocidos por su extrema toxicidad y efectos duraderos. En México, se ha identificado una asociación notable entre los niveles de plomo en el torrente sanguíneo de personas que residen cerca de vías de mucho tránsito y la duración del tiempo de vida.

Las principales fuentes de plomo en México han sido identificadas como pintura con plomo, alimentos enlatados con soldadura de plomo, agua potable contaminada, cigarrillos, ciertos cosméticos y medicinas tradicionales, así como aerosoles.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Roldán, A. (2016). En su investigación presentó una propuesta de optimización en dos etapas. En la fase inicial se realizó una comparación entre las pruebas previas y posteriores, específicamente en el contexto de un programa de concientización destinado a promover el uso y conservación efectivo del agua en el I.E. N° 0 80824 "JCM". Para facilitar esta comparación, se diseñaron y ajustaron en consecuencia pruebas previas y posteriores. Los datos recogidos en estas pruebas, en las que participaron un total de 333 estudiantes de primaria y secundaria (166 en el grupo experimental y 167 en el grupo control), fueron posteriormente sometidos a análisis estadísticos utilizando medidas como la media aritmética y la desviación estándar. Pasando a la segunda fase se emplearon métodos cuantitativos, descriptivos y estadísticos. Se utilizaron

estadísticas descriptivas y analíticas para examinar la frecuencia de las variables, con tablas de entrada simples que brindan información sobre los desafíos existentes que enfrenta la institución. Estas mesas también propusieron un modelo para la reutilización del agua potable. La recolección de datos fue a través de la observación directa y entrevistas. Los resultados obtenidos en el estudio mostraron significativamente, una mejora en las puntuaciones. Antes de la implementación de la propuesta, la puntuación promedio se situaba en 11,21 puntos, que aumentó a 16,34 puntos después de su implementación. Además, en cuanto a las actitudes hacia la reutilización del agua potable, los escolares presentaban una puntuación media de 12,21 antes de la propuesta, que aumentó significativamente hasta 17,21 tras su implementación.

Gavilanez, L. (2016). El centro su investigación en determinar si el nivel de contaminación por Plomo en el Río Tumbes está teniendo un impacto en el bienestar de los residentes del Caserío de Rica Playa. El plomo tiende a acumularse en las zonas donde se asienta, lo que representa una amenaza duradera tanto para niños como para adultos si no se aborda adecuadamente. Es una sustancia no biodegradable que persiste en el medio ambiente, incluido el suelo, el aire, el agua y los hogares. En los ámbitos de la salud pública y ambiental los metales pesados han pasado a ser preocupantes. Los resultados de este estudio se compartirán con las autoridades pertinentes, quienes luego implementarán las medidas apropiadas. Para comprobar nuestra hipótesis sobre los altos niveles de contaminación por plomo, fue necesario realizar análisis de sangre a los habitantes. La investigación realizada fue una investigación descriptiva-explicativa utilizando un diseño No Experimental. Se eligió un tamaño de muestra del 5%, resultando una muestra No Probabilística Estratificada de 21 individuos de una población total de 9,000 residentes en el Distrito de San Jacinto. El estudio se centró en los altos niveles de contaminación por plomo en Rica Playa, específicamente en las aguas del río Puyango Tumbes. Si bien los resultados nos entregaron excedentes en los rangos máximos, es necesario mencionar que aún no superan los niveles críticos para que se lleve a cabo un envenenamiento por metales pesados. La investigación pudo constatar que existe una íntima correlación entre el nivel del metal pesado plomo en Sangre y como este influye o desencadena en múltiples enfermedades en las personas que consumen el líquido elemento contaminado con este metal Pesado, entre las enfermedades que se pueden mencionar se encontraron problemas renales, dolores estomacales, dolores de hueso, baja en la inmunidad, elevación en la presión arterial y problemas cardíacos, estas enfermedades se pudieron evidenciar más en los grupos de niños y ancianos. En promedio, la concentración de plomo en el agua fue de 0,3174 ug/dL, lo que supera

en un 26,74% la Norma de Calidad del Agua. El rango de niveles de plomo varió de 0,10 ug/dL a 0,81 ug/dL.

Ruiz, B. (2009). El cual manifiesta que los niveles de los límites máximos permitidos de metales pesados, como plomo, mercurio, cadmio y arsénico, varían significativamente. La cuestión de la contaminación por metales es motivo de gran preocupación, ya que, a diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales no se degradan química o biológicamente de forma natural. Aunque los compuestos que albergan estos metales pueden sufrir alteraciones, su persistencia sigue siendo uno de los desafíos más graves en estudios de contaminación.

2.2 *Bases teóricas*

Metales pesados (X)

El término "metal pesado" no tiene una definición definitiva, aunque se refiere a elementos químicos metálicos con una alta densidad relativa superior a 4 g/cm³ que presentan toxicidad o veneno en bajas concentraciones debido a su gran masa y peso atómico. Estos elementos, que tienen gran importancia en la salud, la industria, el saneamiento y la economía, incluyen Al, Ba, Be, Co, Cu, Sn, Fe, Mn, Cd, Hg, Pb, As, Cr, Mo, Ni, Ag, Se, T, Va, Au y Zn, tal como figuran en la tabla periódica de elementos. (Dickson, 2003).

Se incluyen en esta categoría los elementos que poseen una densidad superior a 6,0 g/cm³, junto con aquellos que presentan determinadas características ambientales y una densidad de 5,7 g/cm³. Además, existen elementos como el Ti, que tiene una densidad menor, 4,5 g/cm³, y el As, un no metal. (Doménech y Peral 2012).

Según Harte et al. (1991), los metales se clasifican como metales pesados si su densidad es al menos cinco veces mayor que la del agua. Estos metales pesados desempeñan un papel crucial en diversos procesos de producción de bienes y servicios. La clasificación de los metales pesados se basa principalmente en su densidad, teniendo como criterio que debe ser al menos cinco veces mayor que la del agua. Esta categorización es crucial en la identificación y análisis de metales pesados, ya que su alta densidad a menudo se asocia con mayores niveles de toxicidad. Los laboratorios especializados en análisis de metales pesados se centran en

propiedades como la densidad y la toxicidad para diferenciar entre varios elementos. Se sabe que elementos como el osmio, el mercurio, el plomo, el oro y el cadmio, que entran dentro de la clasificación de metales pesados debido a su alta densidad, son tóxicos para los humanos incluso en pequeñas concentraciones. Si bien la densidad juega un papel importante en la clasificación de los metales pesados, es importante señalar que la toxicidad no depende únicamente de este factor. Elementos como el arsénico y el uranio, aunque no están clasificados como metales pesados según su densidad, requieren un seguimiento constante debido a sus altos niveles de toxicidad. Esto pone de relieve la complejidad de la clasificación de los metales pesados y la necesidad de una comprensión integral tanto de sus propiedades físicas como de sus posibles riesgos para la salud.

Debe evitarse el uso de metales pesados, como mercurio, plomo o cadmio, debido a su potencial de provocar efectos nocivos para la salud humana y animal. Estos elementos químicos metálicos tóxicos, caracterizados por su alta densidad relativa y la falta de una función biológica establecida, pueden plantear riesgos incluso en bajas concentraciones (Dickson, 2003). Los metales pesados como el mercurio, el plomo y el cadmio plantean riesgos importantes para la salud humana y el medio ambiente, por lo que es imperativo evitar su presencia en los productos de consumo y las prácticas medioambientales. Estos elementos tóxicos, que se encuentran en diversas fuentes, como medicamentos, suplementos, alimentos y productos químicos industriales, pueden provocar problemas de salud graves si se ingieren o inhalan, incluidos defectos de nacimiento, enfermedades crónicas y daños neurológicos. El cadmio, un subproducto natural de las actividades mineras relacionadas con el zinc, el cobre y el plomo, se libera aún más al medio ambiente a través de acciones humanas como la quema de combustibles fósiles, la incineración de desechos y el uso de ciertos fertilizantes, lo que exacerba su presencia en el suelo, el agua y el aire. Si bien algunos metales pesados como el hierro y el zinc son esenciales en pequeñas cantidades para las funciones corporales, otros como el cadmio, el plomo y el mercurio no tienen ningún propósito fisiológico conocido y pueden afectar negativamente a la salud cuando se acumulan en el cuerpo. Además, la presencia de altos niveles de metales pesados en los ecosistemas puede alterar la sostenibilidad de la cadena alimentaria, planteando riesgos tanto para la naturaleza como para la sociedad. Por lo tanto, es vital crear conciencia y adoptar prácticas que minimicen la exposición a metales pesados para salvaguardar la salud humana y el bienestar ambiental.

El agua que es segura para el consumo tanto de humanos como de animales, sin posibilidad de transmisión de enfermedades, se denomina comúnmente agua potable o "potable". Esta designación está reservada para el agua que ha sido tratada para cumplir con los estándares de calidad establecidos por los organismos rectores locales e internacionales, asegurando su idoneidad para el consumo humano sin riesgo de transmisión de enfermedades tanto a humanos como a animales (Romero, 2015).

La formación de carbonatos de plomo ocurre dentro de los revestimientos internos de las tuberías debido a la presencia de agua rica en carbonatos que fluye a través de las tuberías de plomo. Esta agua contiene niveles elevados de plomo, lo que resulta en la creación de carbonatos de plomo. El cloruro de plomo y el nitrato de plomo, ambos compuestos de plomo solubles, tienen un impacto en las aguas subterráneas (Castillo, 2010).

La alteración de la calidad del agua debido a actividades humanas, como la contaminación, la vuelve peligrosa o no apta para diversos fines, incluidos el consumo humano, la pesca, la industria, las actividades recreativas, la agricultura, así como para el sustento de la vida natural y los animales domésticos.

Plomo (Pb) (X.1)

Durante milenios, un metal denso ha sido reconocido y utilizado de diversas maneras. Es un elemento abundante, presente en el medio ambiente que abarca el aire, el agua, el suelo, las plantas y los animales. Sus orígenes se remontan a la erosión del subsuelo, la descomposición de los depósitos minerales de plomo y las emisiones volcánicas. Este metal se extrae de las minas junto con otros metales valiosos como la plata, el oro y el cobre. El proceso de extracción, el refinado y las amplias aplicaciones industriales han dado lugar a concentraciones elevadas en el suelo, el agua y el aire. En el análisis del agua, la identificación del plomo tiene una importancia significativa debido a la utilización generalizada de tuberías y accesorios a base de plomo.

1. Causas de la contaminación ambiental.

El Plomo, un elemento versátil, encuentra sus principales aplicaciones en la producción de baterías, pigmentos, combustibles, materiales fotográficos, Fósforo, explosivos y soldaduras.

El Plomo, un metal tóxico que se encuentra naturalmente en la corteza terrestre, se ha convertido en un contaminante ambiental generalizado con importantes implicaciones para la salud pública a nivel mundial. El uso extensivo de plomo en diversas industrias y como aditivo de la gasolina ha provocado una grave contaminación ambiental y posteriores problemas de salud en las poblaciones expuestas. La exposición ocupacional al plomo plantea un riesgo grave para los trabajadores de industrias como la recuperación de plomo, la fundición y la fabricación de baterías de almacenamiento, entre otras enumeradas en el texto. Las áreas contaminadas pueden exhibir niveles elevados de plomo en alimentos, bebidas, suelo y ambientes interiores, lo que exacerba aún más el riesgo de exposición a este metal tóxico. Monitorear los niveles de plomo en las personas es crucial, y se utilizan indicadores como la plumbemia y el ácido delta-aminolevulínico urinario para evaluar el alcance de la exposición y sus efectos en la salud humana. La acumulación de plomo en el cuerpo, especialmente en niños pequeños, subraya la urgencia de abordar la contaminación por plomo para salvaguardar la salud humana y los ecosistemas de sus efectos tóxicos. Las principales fuentes de plomo son las actividades mineras y la industria manufacturera.

2. Componentes químicos

Al entrar en contacto con el agua y el CO₂ atmosférico, el plomo sufre hidrólisis y posteriormente reacciona con agua carbonatada, lo que da como resultado la formación de hidróxido de plomo. Este proceso continúa a medida que el plomo continúa oxidándose hasta que finalmente se transforma en hidróxido de plomo.

3. Toxicología.

El Plomo es una sustancia tóxica que puede absorberse mediante ingestión o inhalación, acumulándose en el cuerpo y depositándose principalmente en los huesos. Las manifestaciones comúnmente asociadas con el envenenamiento por plomo incluyen diarrea, reducción del apetito y malestar abdominal. Sin embargo, cuando los niveles de plomo alcanzan un punto crítico, puede provocar el desarrollo de encefalopatía e incluso provocar la muerte.

4. Tecnología de tratamiento

El objetivo principal de la tecnología de tratamiento suele ser la eliminación del plomo mediante precipitación y sedimentación. La cal y la soda cáustica son agentes químicos comúnmente empleados que hacen que el plomo precipite en forma de hidróxido de plomo. (Calderón, V. 2008)

Concentración (X.1.1)

Según las directrices marcadas por la Organización Mundial de la Salud, el umbral aceptable de plomo en el agua es 0,1 mg/L. Es poco común que el plomo provenga de fuentes naturales y, en cambio, generalmente ingresa al agua del grifo a través de accesorios de plomería en el hogar, incluidas tuberías, soldaduras, accesorios o conexiones de servicio. El grado en que el Plomo se disuelve en estos accesorios está influenciado por varios factores, como el pH, la temperatura, la dureza del agua y la duración del contacto con el agua. Las aguas blandas y ácidas tienden a tener una mayor solubilidad del plomo (Mamani,2012).

La determinación de la concentración de Plomo en diversos medios o entornos requiere una atención meticulosa a los detalles y el cumplimiento de protocolos y estándares específicos. Los programas externos de evaluación de calidad desempeñan un papel crucial en el seguimiento de la precisión de la detección de la concentración de plomo, e implican múltiples ciclos de prueba a lo largo del año para garantizar resultados consistentes y confiables. Los estándares de calidad, la certificación y la acreditación son medidas esenciales para garantizar la calidad de los análisis de laboratorio para la determinación de la concentración de plomo, lo que demuestra un compromiso con la precisión y confiabilidad en los procedimientos de prueba. Comparar los resultados del análisis de concentración de plomo con las concentraciones reales de plomo después del análisis es un paso fundamental para validar la precisión de los métodos de prueba empleados. Los documentos normativos proporcionados por organismos reconocidos ofrecen pautas para lograr un orden óptimo en las actividades relacionadas con la determinación de la concentración de plomo, garantizando prácticas estandarizadas en diferentes contextos de prueba. En situaciones en las que la contaminación por plomo es motivo de preocupación, como en muestras de agua, utilizar nuevos equipos de muestreo para cada muestra y seguir estrictamente los procedimientos operativos estándar puede ayudar a prevenir cualquier posible contaminación durante el proceso de análisis. Además, mantener un entorno de laboratorio libre de contaminación y garantizar que el personal esté capacitado para evitar la contaminación de las muestras son aspectos críticos para una determinación precisa de la concentración de plomo, particularmente en el análisis de muestras de pintura. Siguiendo protocolos específicos recomendados por fabricantes y agencias de normalización, los laboratorios pueden mejorar la precisión y confiabilidad de las mediciones de concentración de plomo en diferentes medios o entornos, contribuyendo a resultados analíticos más precisos.

Potencial de hidrogeno (pH) (X.1.2)

El nivel de pH del agua juega un papel crucial a la hora de determinar su calidad y su posible impacto en el medio ambiente. Los niveles de nitrógeno y fósforo pueden elevar el pH de los sistemas de agua, mientras que la materia orgánica puede tener el efecto contrario al disminuir los niveles de pH mediante una mayor concentración. Esto hace que el pH del agua sea un indicador importante de los niveles de contaminación, particularmente en relación con los contaminantes orgánicos que pueden alterar los niveles de pH. El equilibrio entre acidez y alcalinidad en el agua está representado por la escala de pH, donde un pH neutro de 7 indica un equilibrio ácido-base perfecto. La medición del pH proporciona información sobre la concentración de iones de hidrógeno presentes en el sistema de agua, esencial para evaluar su corrosividad y reactividad. Se emplean varios métodos, incluidos medidores de pH, papel de pH y tablas de pH, para medir los niveles de pH en los sistemas de agua, cada uno de los cuales ofrece ventajas únicas en contextos específicos. La importancia de mantener niveles óptimos de pH en los sistemas acuáticos se ve subrayada por su impacto directo en la vida acuática, ya que los organismos luchan por prosperar en agua que es demasiado ácida o alcalina. Además, el agua corrosiva no sólo supone una amenaza para los ecosistemas acuáticos, sino que también puede provocar una corrosión acelerada en las infraestructuras, liberando sustancias nocivas al medio ambiente. Factores como el SO₂ y el CO₂ disueltos pueden contribuir a la acidez de las aguas naturales, mientras que la descarga de aguas residuales a menudo da como resultado niveles de pH altamente ácidos. En general, comprender y monitorear los niveles de pH en los sistemas de agua es vital para salvaguardar la calidad del agua en diversas aplicaciones, desde agua potable hasta aguas residuales industriales y escenarios de lluvia ácida (Ocasio, 2008).

Límite Máximo Permissible (LMP) (X.1.3)

Estos valores representan los niveles más altos aceptables de compuestos que constan de varios elementos pero que carecen de enlaces carbono-hidrógeno (Pb). Estos compuestos se analizan en muestras de agua destinadas al consumo humano, sirviendo como indicadores de la calidad del agua. El umbral máximo permissible de Plomo está fijado en 0,01 mg/L, según lo especificado en el DS N° 031 2010 - SA, que regula los estándares de calidad del agua en relación con el consumo humano.

Como contamina el plomo al agua potable

El Plomo ingresa a los sistemas de agua potable principalmente a través de la corrosión de los materiales de plomería que contienen plomo, como tuberías, soldaduras y accesorios. Este

proceso ocurre cuando el agua con una química corrosiva disuelve el plomo en estos materiales, permitiéndole ingresar al suministro de agua en el grifo. Las casas más antiguas, particularmente las construidas antes de 1986, corren un mayor riesgo debido a la prevalencia de líneas de servicio, plomería y soldaduras que contienen plomo utilizadas en su construcción. Incluso en las construcciones más nuevas, hasta 2013, se permitía que los accesorios de plomería "sin plomo" contuvieran hasta un ocho por ciento de plomo, lo que presenta un riesgo continuo de que el plomo se filtre al agua potable. Estos factores subrayan la importancia de comprender las vías a través de las cuales el plomo puede contaminar el agua potable y la importancia de implementar medidas para mitigar este riesgo (Cleanwater, 2018).

La contaminación por plomo en el agua potable representa una amenaza importante para la salud pública y requiere una comprensión integral de sus fuentes, efectos y posibles estrategias de mitigación. Una de las principales causas del plomo en el agua potable es la corrosión de las tuberías, especialmente frecuente en edificios y viviendas más antiguas, que intensifica la lixiviación de plomo en el suministro de agua. Esta contaminación se ve agravada aún más por el uso de soldaduras a base de plomo en sistemas y accesorios de plomería. Si bien la exposición al agua contaminada puede provocar diversos problemas de salud en los adultos, los niños son particularmente vulnerables a los efectos perjudiciales del plomo, incluidos retrasos en el desarrollo, dificultades de aprendizaje, disminución del coeficiente intelectual y daños a órganos vitales. Es esencial tener en cuenta que el plomo normalmente ingresa al agua potable a través del grifo debido a la interacción entre el agua con productos químicos corrosivos y el plomo en los accesorios de plomería y soldaduras, en lugar de provenir de la fuente de agua misma. Las estrategias de mitigación de la contaminación por plomo en el agua potable incluyen la implementación de técnicas de reemplazo parcial de las líneas de servicio de plomo y la introducción de barreras protectoras para prevenir la corrosión y la contaminación posterior. Además, reemplazar tuberías, accesorios y grifos de plomo por materiales libres de plomo, así como instalar filtros capaces de eliminar el plomo del agua, son medidas efectivas para abordar este problema. Para garantizar la calidad del agua potable, se recomienda a las personas que se comuniquen con su sistema de agua para obtener servicios de análisis de agua y utilicen los recursos disponibles, como la hoja informativa de la EPA sobre análisis de agua. Realizar pruebas periódicas para detectar contaminación por plomo en el agua del grifo es crucial para salvaguardar la salud pública y prevenir los efectos adversos asociados con la exposición al plomo.

Efectos sobre la salud de la contaminación por plomo en los seres humanos

Los efectos sobre la salud de la contaminación por plomo en los seres humanos son profundos y diversos, principalmente debido a la capacidad del plomo para afectar a casi todos los órganos y sistemas del cuerpo. Como lo cita la Organización Mundial de la Salud, incluso niveles mínimos de exposición al plomo, específicamente tan bajos como 5 µg/dL, pueden provocar daños importantes a la salud, lo que subraya la naturaleza tóxica del plomo incluso en concentraciones muy bajas (Avalos, 2019). Esto es particularmente alarmante dado que el plomo puede bioacumularse en artículos de consumo diario como pastos, verduras y frutas, lo que aumenta aún más el riesgo de exposición. Además, la vulnerabilidad de ciertos grupos de población, como los bebés y los niños, es significativamente mayor debido a sus rápidas tasas de crecimiento y a una absorción más eficiente de plomo. Esto es evidente por los graves riesgos para la salud que representan para los bebés que consumen fórmula elaborada con agua contaminada con plomo, un riesgo exacerbado por la proporción de agua que consumen en relación con su tamaño corporal (Healthychildren, 2019). Esta exposición a una edad tierna puede provocar una gran cantidad de problemas de desarrollo y salud, que incluyen, entre otros, dificultades de aprendizaje, hiperactividad y capacidades cognitivas reducidas, además de problemas de salud física como daños a los riñones y al cerebro. La naturaleza insidiosa de la contaminación por plomo requiere una respuesta urgente e integral para mitigar estos riesgos para la salud, especialmente en las poblaciones vulnerables.

Medidas se pueden tomar para mitigar la contaminación por plomo en el agua potable

Para mitigar eficazmente la contaminación por plomo en el agua potable, es esencial adoptar un enfoque multifacético, centrado en estrategias tanto inmediatas como a largo plazo. Una de las acciones inmediatas más importantes incluye la utilización de tratamientos de control de la corrosión, que son fundamentales para reducir la disolución del plomo en los sistemas de agua. Estos tratamientos deben diseñarse meticulosamente para adaptarse a las necesidades específicas de un sistema de agua, teniendo en cuenta variables como la edad y el estado de las tuberías, la química de la fuente de agua y el tamaño del sistema de agua en sí. El control de la corrosión no es una solución única para todos, sino que requiere personalización para que sea eficaz. Más allá de las instalaciones de tratamiento de agua, las acciones individuales dentro de los hogares y las instituciones también pueden desempeñar un papel fundamental. Por ejemplo, se alienta a las escuelas a cumplir con la Regla de plomo y cobre de la EPA realizando pruebas periódicas del agua potable, asegurando que los niveles de plomo no excedan el nivel de acción

de 15 partes por mil millones (Boston Public Health Commission, 2019). Además, los hogares pueden tomar medidas proactivas mediante el uso de filtros de agua diseñados para eliminar el plomo, con la salvedad de que estos filtros deben mantenerse y reemplazarse periódicamente para evitar la saturación y posterior liberación de contaminantes acumulados (Oregonstate, 2019). Juntas, estas medidas, que van desde estrategias sistémicas de tratamiento del agua hasta acciones individuales, forman una defensa integral contra la contaminación por plomo en el agua potable.

Mercurio. (Hg) (X.2)

El mercurio, un abundante metal líquido plateado que se encuentra en la naturaleza, posee propiedades tóxicas tanto en su estado metálico como cuando se combina con otras sustancias. Sufre interconversión entre formas inorgánicas y orgánicas, y los procesos biológicos en el agua parecen transformar el mercurio metálico y orgánico en mercurio metilado.

1. Fuentes de Contaminación

Entre los principales vectores que contaminan son el sector minero que se dedica a la extracción y refinación del oro y la plata, así mismo se suman las actividades relacionadas al sector agrícola e industrial, siendo estas mencionadas como una de las principales fuentes que generan contaminación por Mercurio. Se debe tener presente que existen factores meteorológicos que pueden alterar el ciclo natural del mercurio Así mismo también factores geoquímicos que pueden generar una elevación de la concentración de este metal en el ambiente y así ser trasladado al ser humano. La industria del cloro es el mayor consumidor de mercurio y pierde aproximadamente entre 45 y 200 gramos por tonelada de cloro producido. Además, las industrias electrónicas, de explosivos, fotográfica y de pesticidas, así como la minería en pequeña escala, la fundición de metales y la fabricación de cemento, contribuyen a la contaminación por mercurio.

2. Aspectos Químicos

Los elementos químicos juegan un papel importante en este contexto. Cuando se expone al agua, existe como cloruro en presencia de iones de mercurio, sufriendo hidrólisis. Por lo general, se observa que crea enlaces covalentes con elementos como azufre, cloro, bromo, yodo y carbono. Además, puede formar compuestos con diversos metales y ligandos.

3. Toxicología

La toxicidad en humanos se atribuye a la presencia de sales de mercurio. El sistema nervioso central es particularmente vulnerable a los efectos nocivos del mercurio, lo que provoca

síntomas como temblores, cambios de sensibilidad, deterioro de la memoria, mayor excitabilidad, cretismo y disminución de los reflejos. Además, la exposición prolongada al mercurio puede provocar daño renal, bronquitis, inflamación de los pulmones, irritación de la mucosa oral y las encías, tos persistente, malestar en el pecho, trastornos gastrointestinales, vómitos y sangrado.

4. Avances tecnológicos en el tratamiento

Los métodos de tratamiento empleados incluyen precipitados, la tecnología que aplica intercambiadores Iónicos, métodos de absorción, metodologías de coagulación, reducción de elementos metálicos y tratamiento de filtrados.

Concentración (X.2.1)

Según la Organización Mundial de la Salud, el límite máximo permitido de mercurio en el agua es 0,001 mg/L (Nevel y Wright, 1999). El mercurio está presente predominantemente en estado inorgánico en el agua, pero los microorganismos de los sedimentos tienen la capacidad de convertirlo en compuestos orgánicos. En términos de toxicidad, las sales de mercurio (I) son menos solubles y a la menos dañinas en comparación con las sales de mercurio (II), especialmente en el tracto intestinal. Se consideran dosis fatales las de 20 y 50 mg/L en forma de Mercurio (II) (Vargas, 2004). Sin embargo, el mercurio en el agua potable se encuentra principalmente en su forma inorgánica y se absorbe mal (Pérez et al., 1992).

Potencial de Hidrogeno (X.2.2)

El nivel de pH del agua juega un papel crucial a la hora de determinar su calidad y su posible impacto en el medio ambiente. Los niveles de nitrógeno y fósforo pueden elevar el pH de los sistemas de agua, mientras que la materia orgánica puede tener el efecto contrario al disminuir los niveles de pH mediante una mayor concentración. Esto hace que el pH del agua sea un indicador importante de los niveles de contaminación, particularmente en relación con los contaminantes orgánicos que pueden alterar los niveles de pH. El equilibrio entre acidez y alcalinidad en el agua está representado por la escala de pH, donde un pH neutro de 7 indica un equilibrio ácido-base perfecto. La medición del pH proporciona información sobre la concentración de iones de hidrógeno presentes en el sistema de agua, esencial para evaluar su corrosividad y reactividad. Se emplean varios métodos, incluidos medidores de pH, papel de pH y tablas de pH, para medir los niveles de pH en los sistemas de agua, cada uno de los cuales ofrece ventajas únicas en contextos específicos. La importancia de mantener niveles óptimos

de pH en los sistemas acuáticos se ve subrayada por su impacto directo en la vida acuática, ya que los organismos luchan por prosperar en agua que es demasiado ácida o alcalina. Además, el agua corrosiva no sólo supone una amenaza para los ecosistemas acuáticos, sino que también puede provocar una corrosión acelerada en las infraestructuras, liberando sustancias nocivas al medio ambiente. Factores como el SO₂ y el CO₂ disueltos pueden contribuir a la acidez de las aguas naturales, mientras que la descarga de aguas residuales a menudo da como resultado niveles de pH altamente ácidos. En general, comprender y monitorear los niveles de pH en los sistemas de agua es vital para salvaguardar la calidad del agua en diversas aplicaciones, desde agua potable hasta aguas residuales industriales y escenarios de lluvia ácida (Metcalf y Eddy, 1995; APHA, 2005).

Límite Máximo Permisible (LMP) (X.2.3)

Estos valores representan los niveles más altos permitidos de compuestos que consisten en varios elementos, excluyendo aquellos con enlaces carbono-hidrógeno (Hg), que se examinan en agua destinada al consumo humano. Sirven como indicadores de la calidad del agua. El límite máximo permisible de Mercurio es de 0,001 mg/L, según lo especificado en el DS N° 031 2010 -SA, que regula los estándares de calidad del agua para consumo humano.

Como contamina el mercurio al agua potable

La contaminación por mercurio en las fuentes de agua potable es un problema multifacético en el que influyen varios factores clave, incluida la fuente del mercurio, la forma química que adopta y las condiciones ambientales que facilitan su transformación y acumulación. En primer lugar, la introducción de mercurio en los ecosistemas acuáticos puede ocurrir tanto a través de procesos naturales, como erupciones volcánicas, como de actividades humanas, en particular a partir de escorrentías agrícolas, desechos industriales y, en particular, a través de operaciones mineras ilegales que liberan mercurio directamente en ríos y lagos (Nuñez, Agudelo, & Gil, 2015). Una vez introducido en una fuente de agua, el mercurio sufre una serie compleja de transformaciones químicas, en particular la conversión de mercurio metálico en metilmercurio, un proceso impulsado principalmente por la descomposición bacteriana en ambientes acuáticos. Esta transformación es crítica porque el metilmercurio es considerablemente más tóxico y se acumula fácilmente en los tejidos de los organismos, lo que lleva a la biomagnificación a lo largo de la cadena alimentaria (Diaz, 2014). Además, el riesgo que supone para la salud humana el mercurio en el agua potable no sólo depende de la concentración de mercurio presente sino

también de las formas químicas específicas del mercurio, siendo los compuestos orgánicos de mercurio como el metilmercurio los que plantean un mayor riesgo debido a su mayor potencial de bioacumulación y a los impactos resultantes en la salud (Agenciasinc, 2013). Por lo tanto, comprender las fuentes de contaminación por mercurio, las condiciones bajo las cuales el mercurio se transforma en compuestos más dañinos y las vías a través de las cuales ingresa al cuerpo humano es esencial para evaluar el riesgo que representa para la salud humana y desarrollar estrategias efectivas para mitigar este riesgo.

Implicaciones de la exposición al mercurio para la salud humana

De manera similar a las preocupaciones sobre la contaminación por plomo, la exposición al mercurio presenta riesgos significativos para la salud humana, lo que subraya la necesidad de vigilancia y supervisión regulatoria. Se ha demostrado que el mercurio, un metal pesado que se bioacumula en los organismos, se acumula en el cerebro y los riñones humanos, donde puede causar enfermedades neurológicas a largo plazo y afectar el desarrollo del cerebro debido a su toxicidad (Miteco, 2019). Esto es particularmente preocupante dado que una vez que el mercurio ingresa al cuerpo, se almacena en órganos, huesos y diversas partes y nunca sale, lo que representa una amenaza continua para la salud humana. El envenenamiento crónico, resultante del consumo prolongado y sostenido de mercurio, surge como el principal problema de salud, destacando la importancia de monitorear los niveles de mercurio en fuentes potenciales de exposición como el pescado, que es una fuente primaria de proteína animal en regiones como el Amazonas. Las regulaciones y directrices de las autoridades sanitarias tienen como objetivo establecer límites al mercurio y recomendar estrategias de monitoreo para proteger la salud humana, lo que refleja un reconocimiento global de los riesgos asociados con la exposición al mercurio (Storymaps, 2019). Este enfoque integrado para gestionar la exposición al mercurio, desde los límites regulatorios hasta las advertencias al consumidor, ilustra la estrategia multifacética necesaria para mitigar los riesgos para la salud que plantea el mercurio, un contaminante ambiental persistente y generalizado (Pabón, Benitez, Sarria, & Gallo, 2018).

Estrategias se pueden emplear para reducir los niveles de mercurio en el agua potable

Dados los graves riesgos para la salud asociados con la exposición al plomo en el agua potable, como se analizó anteriormente, la presencia de mercurio en los suministros de agua presenta un problema igualmente urgente que requiere acción inmediata. La contaminación por

mercurio, especialmente en regiones afectadas por actividades mineras ilegales como la Zona Norte, agrava el problema y genera situación de vulnerabilidad de la salud muy altos. El deterioro de la calidad de las aguas superficiales debido a las operaciones mineras afecta sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, destacando aún más la necesidad de estrategias efectivas para mitigar estos contaminantes. Además, la mención específica de Bucaramanga, donde la exposición al mercurio a través de la contaminación del agua se ha relacionado con importantes amenazas para la salud, subraya la necesidad crítica de intervenciones destinadas a reducir los niveles de mercurio en el agua potable para proteger la salud pública. Esto sugiere una necesidad apremiante de estrategias integrales que aborden las múltiples fuentes de contaminación por mercurio, incluida la deposición atmosférica, la erosión, las descargas humanas, los materiales agrícolas y, especialmente, las actividades mineras, para garantizar la seguridad y la calidad del suministro de agua potable.

Para mitigar eficazmente la contaminación por mercurio en las fuentes de agua potable, es imperativo comprender las diversas fuentes y propiedades de este metal pesado. El mercurio, clasificado como metal pesado y contaminante, proviene principalmente de desechos industriales que se infiltran en cuerpos de agua, sedimentos y la atmósfera. Una fuente natural importante de mercurio es el cinabrio, un sulfuro con un alto contenido de mercurio, que alcanza hasta el 85%. Dadas las propiedades únicas del mercurio como único metal líquido a temperatura ambiente, capaz de formar aleaciones con metales como el oro, la plata y el estaño, plantea un desafío particular en escenarios de contaminación del agua. Las estrategias efectivas para combatir la contaminación por mercurio incluyen la utilización de ósmosis inversa, un proceso de tratamiento que puede eliminar hasta el 99,5% de los contaminantes, incluido el mercurio, al repeler los iones metálicos a través de una membrana semipermeable. Este método es crucial para eliminar sólidos disueltos, materia orgánica, microorganismos y bacterias, evitando así la contaminación por mercurio en las fuentes de agua. Además, mejorar el acceso a instalaciones adecuadas de tratamiento de residuos y hacer cumplir las normas sobre la eliminación de productos que contienen mercurio son pasos esenciales para reducir las emisiones de mercurio a las fuentes de agua. Al sustituir los productos que contienen mercurio por alternativas más seguras y aplicar prácticas eficaces de gestión de residuos, se puede reducir significativamente el riesgo de contaminación por mercurio en las fuentes de agua potable. En instalaciones que enfrentan contaminación del agua de pozo, un solo sistema de filtración puede

ser suficiente para eliminar el mercurio, lo que enfatiza la importancia de mantener condiciones de agua de alta calidad para lograr valores óptimos de absorción de mercurio.

El agua de consumo (Y)

El agua potable debe ser tratada en algunos casos para el consumo humano. El agua para el hombre es pues, de importancia múltiple, como alimento, vía de comunicación, estabilizador Ambiental, factores de desarrollo físico y cultural. Se utiliza en:

El consumo Humano: Es consumido por las personas, a la vez utilizado para el lavado higiene alimentación, higiene corporal, para el lavado de la ropa utensilios, y para cocer los alimentos. El agua potable de buena calidad debe estar libre de microorganismos patógenos y contaminantes para garantizar su seguridad para el consumo. El tratamiento y desinfección adecuados del agua utilizando productos autorizados son cruciales para garantizar la ausencia de riesgos asociados al agua potable, enfatizando la importancia del agua limpia en la promoción de la salud y el bienestar. El agua destinada al consumo humano debe cumplir criterios específicos para ser considerada segura y apta para el consumo, lo que subraya la importancia de comprender qué constituye agua potable y cómo se desinfecta. Al cumplir con las pautas para mantener agua potable limpia y segura, las personas pueden salvaguardar su salud y bienestar general, obteniendo los beneficios cognitivos y físicos asociados con una hidratación adecuada.

Comprender los parámetros clave de la calidad del agua es crucial para garantizar la seguridad y la salud tanto de los ecosistemas como de las poblaciones humanas. Estos parámetros, que incluyen una amplia gama de características químicas, físicas, biológicas y radiológicas, se determinan en función de niveles de toxicidad aceptables que protegen la salud humana y la vida acuática. Específicamente, se establecen estándares de calidad del agua potable para salvaguardar un suministro saludable de agua para consumo humano, enfatizando la importancia de monitorear elementos como la temperatura, el contenido de minerales, los niveles de bacterias y otros parámetros químicos como el pH y el amonio. Este enfoque integral para evaluar la calidad del agua subraya la necesidad de un análisis detallado para mantener la salud de los ecosistemas y la seguridad del contacto humano con el agua, destacando así la interconexión de la salud ambiental y la seguridad pública.

Parámetros que afectan a la salud humana

Partiendo del entendimiento de que los parámetros de calidad del agua impactan significativamente la salud humana al definir niveles de toxicidad aceptables, es crucial profundizar en cómo los parámetros específicos influyen en los resultados de salud. Parámetros físicos como el retraso o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno y la formación de depósitos afectan directamente la salud humana al alterar los procesos fisiológicos normales del cuerpo. Por ejemplo, se debe controlar rigurosamente la presencia de contaminantes como cobre, cromo, níquel, hierro y plomo en las instalaciones de agua. Estos metales, cuando se encuentran en concentraciones que superan los límites de seguridad establecidos, pueden provocar una variedad de problemas de salud, desde trastornos gastrointestinales menores hasta afecciones graves como intoxicación por metales o daño a órganos. Además, se enfatiza la importancia de mantener niveles mínimos de turbidez en el agua potable para garantizar la efectividad de los procesos de desinfección. Una alta turbidez puede proteger a los patógenos dañinos de los esfuerzos de desinfección, aumentando así el potencial de enfermedades transmitidas por el agua. Esto subraya la interconexión de los parámetros físicos, químicos y biológicos de la calidad del agua y su impacto colectivo en la salud humana, lo que refuerza la necesidad de un monitoreo integral y el cumplimiento de los criterios de salud establecidos para la calidad del agua.

Estándares utilizados para evaluar la calidad del agua

En el contexto del mantenimiento de la calidad del agua, las normas desempeñan un papel fundamental en cada fase de la gestión del agua, desde la fuente hasta el consumidor. Estos estándares son cruciales para determinar la idoneidad del agua para diversos usos, como beber, lavar o procesos industriales. Por ejemplo, una vez que se obtienen los datos sobre la calidad del agua, se comparan con puntos de referencia establecidos para decidir cómo se puede utilizar adecuadamente el agua. Esta comparación es imperativa porque confiar únicamente en medidas como el total de sólidos disueltos (TDS) es insuficiente para establecer la calidad del agua. Aunque el TDS proporciona un método sencillo y barato para evaluar la calidad del agua y se utiliza ampliamente para este propósito, tiene limitaciones importantes. Específicamente, TDS no puede abordar todos los parámetros establecidos necesarios para una evaluación integral de la calidad del agua. Esta evaluación integral comienza en la fuente del agua, ya sean embalses, ríos o pozos, y continúa a medida que el agua viaja a través de la red de distribución hasta llegar al consumidor. Además, durante los procesos de tratamiento de agua en las estaciones de tratamiento de agua potable, el cumplimiento de estándares específicos es crucial para

garantizar que el agua sea segura para el consumo. Por lo tanto, si bien los parámetros y procesos físicos como el pH, la desinfección y la sedimentación son importantes para la salud humana, el cumplimiento de estrictos estándares de calidad del agua durante todo el ciclo del agua garantiza la seguridad general y la idoneidad del agua para el uso previsto.

Metodologías empleadas en la evaluación de la calidad del agua

En el proceso de evaluación de la calidad del agua, se emplea una combinación de técnicas estandarizadas para garantizar una evaluación integral del estado del agua. Entre estas metodologías, se analizan meticulosamente parámetros tanto físicos como químicos para medir la presencia de diversos contaminantes y medir la salud general de la fuente de agua. Los parámetros físicos como la temperatura, el color y la turbidez son cruciales para una comprensión básica de la calidad del agua, y sirven como indicadores iniciales de posible contaminación o cambios en el medio ambiente acuático. Los análisis químicos, por otro lado, profundizan en la composición del agua, identificando la presencia de sustancias nocivas como metales pesados, pesticidas y niveles de oxígeno disuelto, que son indicativos de la capacidad del agua para sustentar la vida acuática. En conjunto, estas evaluaciones brindan una visión integral de la calidad del agua, destacando áreas que pueden requerir intervención mediante el tratamiento del agua o la identificación de fuentes alternativas para cumplir con los estándares de calidad establecidos. Este enfoque multidimensional subraya la importancia de emplear una variedad de técnicas de evaluación para determinar con precisión la seguridad e idoneidad del agua para los usos previstos, convirtiéndola en un componente esencial del monitoreo ambiental y la protección de la salud pública.

Confiables de métodos de prueba actuales para detectar contaminantes

El proceso de detección de contaminantes en el agua requiere métodos de prueba meticulosos que puedan medir con precisión varios parámetros de calidad del agua. La recomendación de UNICEF de categorizar los resultados del monitoreo de arsénico mediante pruebas portátiles subraya la naturaleza crítica de los métodos de detección confiables, especialmente en áreas propensas a la contaminación natural donde el arsénico puede representar riesgos significativos para la salud. Los kits de prueba portátiles, si bien están disponibles para la detección de arsénico, se destacan por su complejidad y los múltiples pasos involucrados en su uso, lo que puede presentar desafíos para obtener resultados precisos. La precisión de estos kits se cuestiona particularmente en muestras con niveles de arsénico entre

50 y 99 ug/L, lo que resalta una brecha en la confiabilidad de los métodos de prueba actuales para contaminantes en concentraciones más bajas. Esta imprecisión subraya la importancia de desarrollar y emplear métodos de prueba más confiables, como los análisis de laboratorio recomendados para la mayoría de los análisis adicionales. Además, el énfasis en preparar muestras por triplicado y estandarizar los procedimientos de prueba, incluidos ajustes para los niveles de pH y diluciones para muestras de alta concentración, ilustra la minuciosidad necesaria para garantizar la precisión y confiabilidad de la detección de contaminantes. Este enfoque meticuloso de las pruebas es esencial no sólo para la detección de arsénico sino también para monitorear otros contaminantes críticos como fluoruros y nitratos, priorizados por UNICEF debido a su potencial de efectos crónicos en la salud. Por lo tanto, la eficacia de la detección de contaminantes depende en gran medida de la precisión y confiabilidad de los métodos de prueba empleados, lo que subraya la necesidad de mejora continua y estandarización de estos procesos para proteger la salud pública.

Desafíos al evaluar la calidad del agua en varias regiones

Partiendo del conocimiento de que los parámetros físicos afectan significativamente la calidad del agua y, posteriormente, la salud humana, evaluar la calidad del agua en varias regiones presenta un desafío complejo que involucra facetas tanto biológicas como químicas. El desafío se ve exacerbado por la responsabilidad compartida entre las autoridades de control, los usuarios y las entidades privadas, que en ocasiones puede conducir a esfuerzos fragmentados en la gestión de la calidad del agua. La colaboración entre estas partes interesadas no sólo es necesaria sino también crítica para garantizar que se cumplan las regulaciones y que la calidad del agua se garantice consistentemente en las diferentes regiones. Además, el entorno físico en sí, incluidas las propiedades del terreno y las características geológicas, introduce desafíos específicos para la evaluación de la calidad del agua. Por ejemplo, la aparición natural de nitritos en el agua, influenciada por estos factores ambientales, puede complicar el proceso de evaluación. La presencia de nitritos requiere la adopción de técnicas analíticas específicas, como el uso del método Winkler con modificación de azida, para evitar interferencias analíticas y garantizar una evaluación precisa de la calidad del agua. Esto pone de relieve la intrincada interacción entre las características naturales de una región y los métodos empleados para evaluar y garantizar la calidad del agua, subrayando la complejidad de lograr evaluaciones integrales y precisas de la calidad del agua en diversas regiones.

Problemas de salud comunes asociados con la mala calidad del agua

La mala calidad del agua es un importante problema de salud pública que puede provocar una amplia gama de problemas de salud, lo que subraya la necesidad crucial de concienciación y medidas preventivas. Entre los problemas de salud comunes asociados con el agua contaminada se encuentran la desnutrición, enfermedades desatendidas, diarrea, intoxicaciones y más, que se deben principalmente a la presencia de microorganismos y sustancias químicas en el agua potable. Estos contaminantes pueden causar enfermedades graves y exacerbar las condiciones de salud existentes. Además, los niños son particularmente vulnerables a los efectos del agua contaminada, dado su mayor consumo relativo en comparación con los adultos, lo que los coloca en mayor riesgo de desarrollar problemas de salud como enfermedades diarreicas agudas. Esta vulnerabilidad resalta la importancia de mejorar la calidad del agua y gestionar los contaminantes ambientales para salvaguardar la salud pública, especialmente entre la población más joven.

La contaminación del agua a las poblaciones vulnerables

El impacto desproporcionado de la contaminación del agua en las poblaciones vulnerables se ve exacerbado aún más por la dependencia de estas comunidades de fuentes naturales de agua para beber, bañarse y para fines agrícolas, a menudo sin tratamiento ni instalaciones sanitarias adecuadas. Las poblaciones vulnerables, particularmente en los países subdesarrollados, corren un mayor riesgo debido a su dependencia de la pesca y los arrecifes de coral no sólo para alimentarse sino también para sus medios de vida y protección costera, que se ven significativamente amenazados por la contaminación del agua. Esta amenaza se ve agravada por el hecho de que la contaminación del agua pone en peligro directamente la pesca y los arrecifes de coral, afectando la fuente principal de proteínas de muchas de estas comunidades. Además, la exposición a fuentes de agua contaminadas puede provocar una serie de problemas de salud para estas poblaciones, incluidas infecciones bacterianas, enfermedades parasitarias y enfermedades transmitidas por el agua como diarrea, cólera y fiebre tifoidea, que prevalecen en zonas con tratamiento de agua y saneamiento insuficientes. infraestructura. Esto pone de relieve la urgente necesidad de cooperación internacional e inversión en sistemas sostenibles de gestión del agua y saneamiento para mitigar los efectos nocivos de la contaminación del agua en los sectores más vulnerables de la población mundial.

Medidas para mejorar la seguridad del agua y proteger la salud pública

Dada la intrincada conexión entre la seguridad del agua, la salud pública y los parámetros ambientales discutidos anteriormente, es necesario un enfoque multifacético para abordar estas preocupaciones. Monitorear el progreso de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) es un paso fundamental en esta dirección, ya que proporciona un marco global para evaluar las mejoras en la seguridad del agua y la salud pública. Estos esfuerzos de seguimiento se complementan con el fortalecimiento de los sistemas de vigilancia de la salud pública ambiental, particularmente en agua, saneamiento e higiene (WASH), que son fundamentales para la detección temprana de posibles riesgos para la salud y la prevención de enfermedades transmitidas por el agua. Además, mejorar la seguridad del agua está intrínsecamente vinculado al desarrollo de infraestructura y servicios de agua potable, saneamiento e higiene dentro del sector de la salud. Esto implica no sólo la construcción y el mantenimiento de instalaciones WASH, sino también garantizar su funcionamiento sostenible y su accesibilidad a todos los segmentos de la población. En conjunto, estas medidas abordan los impactos directos e indirectos de la calidad del agua en la salud humana, lo que refleja un enfoque integrado que combina el desarrollo de infraestructura, la vigilancia y los esfuerzos de monitoreo global para mejorar la seguridad del agua y proteger la salud pública de manera efectiva.

En la agricultura y la ganadería:

El agua es un elemento fundamental en el ámbito de la gestión agrícola y ganadera, afectando diversas facetas de estas prácticas. La agricultura depende en gran medida del agua para actividades esenciales como el cultivo de cultivos y el cuidado del ganado, pero desafortunadamente, solo devuelve al medio ambiente una pequeña porción del agua que extrae. La ganadería, en particular, requiere un uso sustancial de agua para alimentación, hidratación y mantenimiento de instalaciones limpias. El agua que consume el ganado no es sólo para sustento, sino también crucial para procesos fisiológicos vitales como la digestión y la termorregulación. Sin embargo, la calidad del agua suministrada al ganado es de suma importancia, ya que el agua contaminada puede provocar enfermedades que afecten negativamente la productividad de los animales y la calidad de los productos derivados de ellos. Además, la calidad del agua influye directamente en el rendimiento del ganado y en el éxito general de las prácticas agrícolas, lo que subraya la importancia del agua limpia en estos sectores. Garantizar el acceso a agua potable es imperativo para mantener la salud y el bienestar de los animales en la ganadería, lo que enfatiza el papel fundamental de la gestión del agua en esta industria. Por lo tanto, abordar el intrincado equilibrio del uso del agua en la agricultura y

la ganadería es esencial no sólo para la producción sostenible de alimentos sino también para la salud y la productividad general del ganado. Para lograr este equilibrio, el mantenimiento adecuado de los sistemas de riego, el tratamiento regular del agua y la reevaluación de las estrategias de gestión del agua dentro del contexto más amplio de la gestión de los recursos hídricos son pasos vitales para mejorar la seguridad hídrica y optimizar las prácticas agrícolas y ganaderas. El agua es fundamental para lograr el desarrollo de ambas actividades económicas, sería imposible producir sin este recurso.

En la pesca: La calidad del agua de mar es un factor fundamental para determinar el éxito de las actividades pesqueras. Sin agua de calidad, la práctica misma de la pesca sería imposible, ya que es el elemento vital de los hábitats marinos y los ecosistemas que los contienen. El éxito de las actividades pesqueras, desde la captura misma del pescado hasta su posterior procesamiento y conservación, está íntimamente ligado a la calidad del agua en la que se llevan a cabo estas actividades. La calidad del agua sirve como un determinante crítico de la salud y abundancia de las poblaciones de peces, lo que impacta directamente en el rendimiento pesquero. En esencia, no se puede subestimar el papel de la calidad del agua de mar en el contexto de la pesca, ya que sustenta todo el proceso de principio a fin.

En la industria: El agua es un componente indispensable de las operaciones industriales, esencial para diversas funciones como limpieza, refrigeración, mezcla de productos químicos y generación de energía. La calidad del agua empleada en estos procesos es primordial, ya que diferentes industrias requieren características específicas para satisfacer sus necesidades operativas. La transición a prácticas hídricas sostenibles en las industrias no está exenta de desafíos, que abarcan factores como costos financieros, requisitos tecnológicos, cumplimiento normativo y la necesidad de cambios culturales dentro de las empresas. Calcular la huella hídrica y evaluar la eficiencia del uso del agua son pasos críticos para identificar áreas de mejora y reducir el impacto ambiental de las actividades industriales. Además, reducir el consumo de agua no solo beneficia al medio ambiente, sino que también genera ahorros sustanciales en los costos operativos y de producción, lo que la convierte en una estrategia beneficiosa para las industrias. La gestión y el tratamiento adecuados del agua son vitales debido a sus altos niveles de uso, enfatizando la importancia de implementar prácticas sostenibles para mitigar los impactos ambientales relacionados con el uso del agua en el sector manufacturero.

Estructura del agua:

Estructura atómica: el agua compuesta de dos elementos primarios oxígeno e hidrógeno cuyo modelo inteligible no tiene presentación cabal en forma geométrica, sino más bien un modelo matemático desarrollado por la mecánica cuántica.

Estructura molecular: en este caso el agua, el átomo de oxígeno se encuentra al medio, covalente unido con dos átomos de hidrógeno, pero formando una estructura especial, los tres átomos no se encuentran en línea recta, sino que los hidrógenos están arqueados o doblados formando una molécula asimétrica. Toda molécula asimétrica tiene un exceso de carga positiva y negativa por lo tanto actúa como pequeños imanes y se comportan como dipolos eléctricos.

Clasificación de las aguas: En la intrincada red del ciclo hidrológico, el agua sufre una serie de transformaciones y movimientos que son fundamentales para el sustento de la vida en la Tierra. El sistema de clasificación del agua dentro de este ciclo abarca varios procesos fundamentales, entre ellos la evaporación, condensación, precipitación, infiltración y escorrentía. Estos procesos funcionan en armonía para facilitar la circulación del agua en varios estados, pasando sin problemas entre formas líquidas, sólidas y gaseosas a lo largo del ciclo hidrológico. Esta interacción dinámica entre diferentes estados del agua es esencial para mantener el equilibrio de los sistemas naturales y garantizar la reposición continua de los recursos hídricos para diversos ecosistemas.

Para un mejor estudio el agua se divide según los siguientes criterios:

Por su grado de pureza:

Las aguas no aptas para beber El
agua potable

Las aguas minerales

Por su localización en el ciclo hidrológico:

Las aguas atmosféricas

Las aguas superficiales

Las aguas oceánicas Las

Aguas continentales

Las Aguas congeladas o glaciares

Las Aguas subterráneas

Fuente de Contaminación.

La presencia de sustancias extrañas en las aguas naturales, que varía según su origen, puede alterar significativamente las propiedades, efectos y aprovechabilidad del agua.

Organización Mundial de la Salud (OMS) (Y1)

Dentro del sistema de las Naciones Unidas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) asume el papel fundamental de dirigir y coordinar las acciones de salud. Esta estimada organización asume la responsabilidad de encabezar los asuntos de salud global, influir en la agenda de investigación, establecer puntos de referencia, formular políticas basadas en evidencia, ofrecer asistencia técnica a las naciones y monitorear los patrones de salud en todo el mundo.

En esta era moderna, la responsabilidad de mantener una buena salud es un esfuerzo colectivo que requiere un acceso justo a la atención médica y un frente unido contra las amenazas globales.

Reglamento de la Organización Mundial de la Salud (Y.1.1)

El RSI (2005), también conocido como Reglamento Sanitario Internacional (2005), es un acuerdo internacional vinculante que ha sido firmado por 196 naciones, incluidos todos los objetivos principales es ayudar a la comunidad mundial a prevenir y abordar importantes peligros para la salud pública que tienen el potencial de cruzar fronteras y poner en peligro a la población mundial. El RSI (2005) sirve para prevenir la transmisión internacional de enfermedades, ofrecer protección contra ellas, implementar medidas de control y brindar una respuesta de salud pública, todo ello considerando el nivel de riesgo que representan para la salud pública y minimizando interrupciones innecesarias en los viajes y viajes internacionales. comercio.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (Y.1.2)

Los ODS específicos centrados en cuestiones relacionadas con el agua pretenden abordar aspectos críticos como la escasez y la calidad del agua, con el objetivo general de lograr el desarrollo sostenible. Mientras el mundo se esfuerza por alcanzar estos objetivos, es esencial evaluar el progreso realizado hasta ahora e identificar las brechas restantes. Sin embargo, la implementación de los ODS relacionados con el agua enfrenta numerosos desafíos, incluidos obstáculos políticos, económicos y ambientales que obstaculizan el progreso. Las consecuencias de no alcanzar estos ODS podrían tener impactos de gran alcance en las

comunidades y los ecosistemas de todo el mundo. Para mejorar la eficacia de estos objetivos, se deben explorar enfoques innovadores en la gestión y conservación del agua, además de optimizar la cooperación internacional y aprovechar la tecnología y la innovación. Al profundizar en el papel de los ODS a la hora de abordar los desafíos relacionados con el agua, esta investigación pretende proporcionar información sobre cómo se pueden lograr mejor estos objetivos para garantizar un futuro hídrico sostenible para todos.

El agua no solo es fundamental para la vida, sino también esencial para lograr todos los demás ODS, lo que destaca la interconexión de los desafíos globales y la necesidad de soluciones integradas. El Instituto Internacional del Agua de Estocolmo (SIWI) ha examinado exhaustivamente cómo la participación en el agua se entrelaza con todos los ODS, subrayando la importancia de la cooperación a través de diferentes fronteras para abordar de manera efectiva los desafíos relacionados con el agua. Es necesario que se tenga un enfoque integral necesario para abordar los problemas del agua, desde garantizar el suministro básico de agua y el saneamiento hasta abordar desafíos complejos como la calidad del agua y la gestión sostenible, reforzando la idea de que el agua es un catalizador para la acción y el progreso en todos los ODS.

Esta escasez no es sólo un fenómeno natural, sino que también se ve intensificada por las actividades humanas y el cambio climático, lo que lleva a situaciones en las que hay muy poca agua (sequía) o demasiada (inundaciones), lo que obstaculiza. Además, la falta de acceso a agua potable y saneamiento de calidad se extiende más allá de los centros urbanos, afectando a áreas remotas y rurales y haciendo imperativo abordar estos desafíos a través de una gestión integral del agua y prácticas sostenibles. La necesidad de un enfoque proactivo en lugar de reactivo para la gestión del agua y la formulación de políticas es clara, al igual que la importancia de desarrollar e integrar políticas de cambio climático con estrategias de desarrollo sostenible para combatir eficazmente estos obstáculos.

Factores políticos, económicos y ambientales a la implementación de estos objetivos

Los innumerables desafíos planteados por factores políticos, económicos y ambientales impactan significativamente la implementación de objetivos destinados a la gestión sostenible de los recursos hídricos. Estos factores pueden actuar como catalizadores o barreras al progreso para garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, subrayando el papel fundamental que desempeñan a la hora de facilitar o dificultar el logro de estos objetivos esenciales. Los factores políticos, por ejemplo, pueden influir en gran medida

en el panorama regulatorio y político, afectando todo, desde la asignación de recursos hasta la aplicación de estándares de calidad del agua, impactando así la implementación exitosa de objetivos de reducción del consumo de agua basados en el contexto. Los factores ambientales, por otro lado, requieren una consideración cuidadosa de los impactos ecológicos de las prácticas de gestión de los recursos hídricos, lo que impulsa la necesidad de objetivos basados en el contexto que tengan en cuenta la disponibilidad local del agua y las preocupaciones sobre la calidad. En conjunto, estos factores subrayan la complejidad de implementar los objetivos de los ODS relacionados con el agua y resaltan la importancia de un enfoque integrado que aborde las dimensiones políticas, económicas y ambientales para lograr una gestión sostenible de los recursos hídricos.

Consecuencias de no cumplir los ODS relacionados con el agua

El incumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con el agua tiene consecuencias de gran alcance tanto para la sostenibilidad ambiental como para la salud pública. No involucrar a la sociedad civil en los esfuerzos de conservación del agua puede resultar en una falta generalizada de comprensión y urgencia en la gestión eficiente de los recursos hídricos. Esta falta de participación y consulta con la sociedad civil también puede conducir a una disminución del apoyo a largo plazo a las medidas necesarias de conservación del agua, ya que las políticas formuladas sin su aporte pueden no abordar o no coincidir plenamente con las necesidades y prioridades de la comunidad. Además, la persistente degradación ambiental causada por el continuo vertimiento de desechos y la liberación de materiales peligrosos en cuerpos de agua no solo exacerba la contaminación sino que también impacta directamente la salud pública a través del alto porcentaje de aguas residuales no tratadas. Estas aguas residuales no tratadas, junto con prácticas inadecuadas de reciclaje y reutilización segura, contribuyen al agotamiento significativo de los recursos, lo que enfatiza aún más la importancia de avanzar hacia las metas de los ODS para 2030 para mejorar la calidad del agua.

Estrategias para mejorar la eficacia de los ODS relacionados con el agua

En la búsqueda de mejorar la gestión y conservación del agua, los enfoques innovadores no sólo son deseables sino esenciales. La inversión en tecnologías avanzadas se reconoce como una estrategia fundamental para lograr objetivos de gestión sostenible del agua, tanto en el futuro inmediato como en el largo plazo. Entre estas tecnologías, los sensores de humedad del

suelo emergen como una herramienta clave que permite a los agricultores optimizar las prácticas de riego. Al medir con precisión los niveles de humedad del suelo, estos sensores facilitan la aplicación de la cantidad justa de agua, reduciendo significativamente el desperdicio y asegurando que los cultivos reciban una hidratación adecuada sin exceso. Además, la adopción de humedales artificiales como método para tratar aguas residuales ejemplifica una alternativa sostenible y económicamente viable a los métodos tradicionales de tratamiento de agua. Estos ecosistemas creados por el hombre imitan los procesos de los humedales naturales, eliminando eficazmente los contaminantes del agua, contribuyendo así a la mejora general de la calidad del agua. Esta combinación de innovación tecnológica y soluciones basadas en la naturaleza ilustra un enfoque con visión de futuro para la conservación del agua, subrayando la infinidad de posibilidades no sólo para mejorar la gestión del agua sino también para contribuir positivamente al medio ambiente.

El problema de la escasez de agua, que afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, es una preocupación creciente que sólo empeorará a medida que la temperatura del planeta siga aumentando como resultado del cambio climático. La prevalencia del estrés hídrico está aumentando en numerosos países, y la exacerbación de las sequías y la desertificación está agravando aún más estos patrones. Las proyecciones para 2050 indican que debido a la escasez de agua por lo menos 1 de 4 personas se verá afectada.

Ley y códigos de Agua (Y.2)

Para comenzar, es importante señalar que la Ley General de Aguas es un componente de los sistemas legislativos que clasifican el agua como un recurso público, en contraste con los sistemas legislativos privados y mixtos. El código de 1902 se refería a sistemas mixtos. No se puede enfatizar lo suficiente la importancia de la Autoridad de Gobierno Local (AGL) a la hora de determinar la priorización del uso del agua. El artículo 27 de la legislación describe claramente el orden en que se deben utilizar los recursos hídricos. Las necesidades primarias y el suministro de poblaciones, la cría y explotación de animales, la agricultura adecuada, los usos energéticos, industriales y mineros, así como otras aplicaciones diversas, son aspectos importantes que considerar.

Ley de aguas ANA (Y.2.1)

El objetivo detrás de las leyes y regulaciones nacionales relativas al agua potable no debería ser el cierre de sistemas de suministro deficientes, sino más bien garantizar agua potable segura

para los consumidores. El escenario ideal implica la implementación y el cumplimiento de leyes, normas y códigos adecuados para monitorear eficazmente la calidad del agua potable. Los detalles particulares de estas leyes variarán según factores como consideraciones nacionales, constitucionales y otras consideraciones relevantes (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Normas de aguas (Y.2.2)

1. La legislación primaria que rige la gestión integrada de los recursos hídricos en el Perú es la Ley de Recursos Hídricos (Ley N° 29338). Establece los principios, objetivos y directrices que sustentan el uso, conservación y gestión sostenible del agua.
2. El Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos (Decreto Supremo N° 001-2010-AG) sirve de soporte a la Ley de Recursos Hídricos al brindar detalles complementarios para su efectiva ejecución; Abarca cuestiones relacionadas con la administración, protección y supervisión de la gestión de los recursos hídricos según lo estipulado por la ley.
3. La Ley General de Aguas (Decreto Ley No. 17752) fue reemplazada en gran medida por la Ley de Recursos Hídricos, pero aún es relevante para algunos aspectos históricos y específicos de la gestión del agua en el Perú.
4. La Ley de Modernización de los Servicios Sanitarios (Ley N° 30045) regula los servicios de agua potable y alcantarillado, con el objetivo de introducir eficiencia y sostenibilidad en la prestación de estos servicios.
5. Se dictó el Decreto Supremo N° 023-2014-VIVIENDA, que reglamenta la Ley de Modernización de los Servicios Sanitarios. También establece los principios básicos que deben guiar la gestión de los servicios de agua potable y alcantarillado.
6. La Norma Técnica Peruana (NTP) abarca una gama de normas técnicas relativas a la calidad del agua, el tratamiento de aguas residuales y otras facetas técnicas relacionadas con la administración del agua.

7. En el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) es donde se encuentran las disposiciones técnicas relativas a la construcción de sistemas de infraestructura hídrica, tanto de abastecimiento como de saneamiento.

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano

La Dirección General de Salud Ambiental, dependiente del Ministerio de Salud, desarrolló minuciosamente este Reglamento, compuesto por 10 títulos, 81 artículos, 12 disposiciones complementarias, 5 anexos y 12 disposiciones transitorias y finales. Su objetivo principal es garantizar la seguridad del agua potable estableciendo límites máximos permisibles para diversos parámetros químicos microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, orgánicos, inorgánicos y radiactivos. Además, este Reglamento asigna responsabilidades adicionales a los Gobiernos Regionales en materia de monitoreo de la calidad del agua, al tiempo que fortalece el papel de la DIGESA como Autoridad Sanitaria en estas materias. En última instancia, el objetivo final de este Reglamento es proteger la salud y el bienestar públicos mitigando los posibles riesgos para la salud asociados con el consumo de agua. Para información más completa, consultar el ANEXO 1

Códigos de agua (Y.2.3) Código

de Aguas de 1902 (CA9)

Visión de la Gestión: Sectorial (agrarista)

Propiedad del agua: El líquido elemento es un bien público, que puede variar su condición siempre y cuando esta no pase por una propiedad privada, aquí entra en vigencia, con el derecho que tienen los hacendados.

Roles del Ejecutivo: Se tiene una problemática en el uso del agua, ya que día a día se crean nuevas comisiones de regantes que no se ajustan a las normas vigentes.

Capacidad de la Autoridad: La autoridad a la cual le compete hacer que se cumplan las normas no llega a abastecerse en poder monitorear el uso que se le da al líquido elemento.

2.3 Bases filosóficas

En la época del 70, específicamente en el año 1977 en una conferencia realizado en el mar de la plata, se llegó a establecer que todo individuo debe tener un acceso igualitario al agua potable, ya que es un derecho que esta sea llevada a él o pueda tener el acceso a esta, entregándosela en una calidad y cantidad óptima para que esta pueda sufrir las necesidades de dicha persona. Este acuerdo se ha venido aceptando y refrendando en varios organismos gubernamentales internacionales, los cuales han confirmado que es necesario que todo individuo reciba el líquido elemento.

La ONU a través de sus distintos comités ha establecido un conjunto de estándares conocidos como Observación General No. 15, que proporciona una interpretación precisa del Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, 1966 (PIDESC). Este pacto ha sido ratificado por 151 Estados. Según el Comité, estas normas definen el derecho al agua.

El Pacto, específicamente el párrafo 1 del artículo 11, establece el derecho de toda persona y su familia a un nivel de vida satisfactorio, que abarque elementos esenciales como alimentación, vestido y vivienda adecuados. Es importante señalar que esta lista no es exhaustiva, como lo indica el uso de la palabra "incluido". El derecho al agua es innegablemente crucial para garantizar un nivel de vida aceptable, ya que es un requisito fundamental para la supervivencia.

Partiendo del reconocimiento del agua como elemento fundamental, se vuelve imperativo optimizar la cooperación internacional para abordar los desafíos hídricos. Esta optimización implica un enfoque multifacético que incluye no sólo la colaboración transfronteriza sino también el intercambio de conocimientos, tecnología y recursos a través de fronteras geográficas, políticas y económicas. La clave de este esfuerzo cooperativo es el enfoque en tecnologías avanzadas de gestión del agua. Este enfoque no solo aborda los desafíos inmediatos de la escasez y la calidad del agua, sino que también contribuye a generar resiliencia a largo plazo contra el cambio climático y futuras crisis hídricas.

2.4 Definición de términos básicos

- Agua de superficie: Es, en términos generales cualquier tipo de agua que se encuentre en movimiento o estática en la superficie, tal es el caso de lagos, ríos, embalses.
- Agua subterránea: Aguas provenientes de acuíferos u otros orígenes subterráneos.

- Plumbosovencia: Solubilidad del plomo en agua.
- STD: Sólidos totales Disueltos. Se mide por evaporación, es considerado como una medida que si bien es cierto muestra valores, sin embargo, obvia muchos otros que es necesario para poder tener claro el nivel de solidos totales disueltos.
- Agua cruda: agua que se encuentra en estado natural, sin modificación química.
- Agua de consumo humano: Agua con tratamiento ideal, apta para ser consumida y demás actividades ligadas a la persona.
- Agua tratada: liquido elemento sometido a operaciones y procesos químicos, biológicos
- Consumidor: Aquel que hace uso del agua.
- Agua: compuesto de hidrógeno (H_2) y oxígeno (O), existe en forma líquida y también se puede encontrar en estado gaseoso como vapor atmosférico o en forma sólida como hielo. Su fórmula química es H_2O . Además, el agua contiene minerales disueltos y sustancias orgánicas que contribuyen a sus características únicas, como el color, el aroma y el sabor.
- Metal pesado: Los elementos químicos con un peso atómico que oscila entre 63,55 (Cu) y 200,59 (Hg), y un peso específico superior a 4 ($g\ cm^{-3}$), se clasifican como metales pesados. Es importante reconocer que casi todos los elementos metálicos de valor económico y, por tanto, de importancia en la minería, pertenecen a esta clasificación.
- Mercurio: es un metal líquido con una apariencia blanca plateada que exhibe volatilidad a temperatura ambiente normal.
- Plomo: Un metal de color gris azulado que posee tanto maleabilidad como ductilidad
- Gestión de la calidad de agua para consumo humano: abarca una gama de actividades técnicas, administrativas y operativas. El objetivo principal de estas actividades es garantizar que se cumplan los límites máximos permisibles, tal como se describen en este reglamento. Al lograr una calidad óptima del agua, se satisfacen las necesidades de la población en términos de agua potable.

- Límite máximo permisible: se refiere a los valores más altos aceptables para los parámetros representativos que determinan la calidad del agua.
- Parámetros inorgánicos: consisten en compuestos que carecen de enlaces carbono-hidrógeno y están compuestos de varios elementos, incluidos plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel y más.

2.5 *Hipótesis de investigación*

2.5.1 **Hipótesis General**

El impacto de los metales pesados se relaciona significativamente en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho – 2019.

2.5.2 **Hipótesis Específicos**

La presencia del Plomo se relaciona significativamente en el agua de consumo.

La presencia del Mercurio se relaciona significativamente en el agua de consumo

2.6 Operacionalización de las variables

Modelo de Matriz de Operacionalización de las variables. (X- Y)

VARIABLES	DIMENSIONES		INDICADORES	REACTIVOS (Ítems)	ESCALA	
(x) Metales pesados	X.1	Plomo	X.1.1.	Concentración (ppm)	X1.1.- ¿Cuenta con suficiente conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo?	SIEMPRE CASI
			X.1.2.	Potencial de hidrogeno (pH)	X1.2.- ¿Muestro interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo?	SIEMPRE A VECES
			X.1.3.	Límite máximo permisible (LMP) Concentración	X1.3.- X1.3.- ¿Conozco perfectamente el límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo? X2.1.- ¿Cuenta con suficiente conocimiento que el agua de	CASI NUNCA NUNCA
	X.2.	Mercurio	X.2.1.	(ppm)	consumo contiene al metal pesado Mercurio?	
			X.2.2.	Potencial de hidrogeno (pH)	X2.2.- ¿Muestro interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo?	
			X.2.3.	X2.3.- Límite máximo permisible (LMP)	X2.3.- ¿Conozco perfectamente el límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo Y1.1.- ¿Conozco el reglamento de la OMS con el objetivo	SIEMPRE
(Y) Agua de consumo	Y.1.	Organización mundial de la salud	Y.1.1.	Reglamento de OMS de	de mejorar el consumo de agua?	CASI SIEMPRE A VECES
				Objetivos de	Y1.2.- ¿Estoy actualizado con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y	CASI NUNCA NUNCA
			Y.1.2.	Desarrollo Sostenible	protección de la salud?	
	Y.2.	Ley y códigos de aguas	Y.2.1.	Ley de aguas ANA	Y2.1.- Conozco la ley de la autoridad nacional del agua en forma correcta concordante al consumo del agua?	
			Y.2.2.	Normas de aguas	Y2.2.- ¿Conozco las normas en forma precisa concordante al consumo de agua?	
			Y.2.3.	Códigos de agua	Y2.3.- ¿Conozco los códigos del agua para garantizar la calidad del agua que consume?	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

En el presente estudio se utilizó el Diseño Correlacional y Comparativo, No Experimental. Este diseño de investigación, caracterizado como un marco estructurado (Sampieri et al., 2010), tiene como objetivo evaluar el alcance de la relación entre múltiples variables de interés dentro de una o más muestras. Al comparar las observaciones recopiladas y analizar las inferencias entre dos o más poblaciones distintas, este diseño busca determinar el grado de asociación (Metales pesados y DS N° 031-2010-SA).

La investigación sigue un enfoque transeccional, lo que significa que los datos se recopilan en un momento específico en el tiempo. Este tipo de diseño de investigación tiene como objetivo describir variables y analizar su ocurrencia o relación en ese momento particular. (Hernández S., p.151).

Estos diseños suelen implicar identificar y describir variables específicas, como individuos, objetos o situaciones.

Tabla 1

Formula del diseño descriptivo

DESCRIPTIVOS
Se recolectan datos y se describe categoría, concepto, variable (X_i)
Se recolectan datos y se describe categoría, concepto, variable (X_i)
Se recolectan datos y se describe categoría, concepto variable (X_k)
Tiempo único El interés es cada variable tomada individualmente X1 X2 X3

Fuente: Hernández et al

Nivel de Investigación.

La presente investigación opera a nivel descriptivo correlacional, ya que tiene como objetivo presentar las características de los metales pesados en el agua y determinar su influencia en la

variable dependiente a través del análisis de correlación utilizando datos de muestra (Sampieri et al., 2010). Según Hernández et al. (2010), el objetivo del investigador es proporcionar una descripción detallada, centrándose en cómo existen y se manifiestan.

Tipo de Investigación.

Según los hallazgos de Sampieri, R y coautores (1998), el propósito de la investigación básica o pura es mejorar el conocimiento. Este tipo de investigación está impulsada por el deseo de satisfacer la curiosidad y comprender las razones detrás de los cambios sociales o los mecanismos que impulsan ciertos fenómenos. La investigación básica sirve como fuente principal para generar nuevas ideas, teorías y principios, con el objetivo en última instancia de ampliar nuestra comprensión. Es importante señalar que la investigación básica es principalmente de naturaleza teórica y se centra en ampliar el conocimiento sobre comportamientos o fenómenos específicos. Por lo tanto, el presente estudio cae dentro de la categoría de investigación básica o pura.

La investigación realizada se centra en el análisis de los metales pesados presentes en el agua potable y sus interrelaciones, con el objetivo de obtener información social para evaluar el impacto en función de la intensidad de presencia de metales pesados. Este estudio entra dentro de la categoría de investigación básica debido a su finalidad (Sampieri et al., 2010).

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población.

La población está constituida por el agua distribuida a la Ciudad Universitaria pozos tres y nueve

Tabla 2

Población de Estudiantes en Ciudad Universitaria

UNIVERSIDAD	SEXO		TOTAL
	FEMENINO	MASCULINO	
Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión -UNJFSC	3 513	3 231	6 744

Nota. Sunedu 03 de abril del 2019

Tabla 3
Población Total en Ciudad Universitaria

POBLACIÓN	CANTIDAD	TOTAL
Población Estudiantil universitario	6 744	6 744
Personal Administrativo	450	450
Personal Docente	600	600
Personal de Limpieza	100	100
Personal en concesionarios	150	150
Personal de mantenimiento	50	50
Personal de vigilancia	40	40
Total		8134

Nota. Datos obtenidos de Recursos Humanos en UNJFSC

3.2.2 Muestra

La muestra representativa se tomará de cada sector poblacional para la presente investigación correspondiente a los usuarios tanto concesionarios de alimentos como universitarios, docentes (pabellón de docente) y personal administrativo (registro académico) y demás durante el periodo de estudio.

$$n = \frac{Za^2pqN}{(N - 1)E^2 + Za^2pq}$$

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza= 95%= 0,95 Za =1,96

P= Variabilidad positiva (0,05)

q= Variabilidad negativa (0,95)

E= Error o precisión= 0,0535

N= Tamaño de la población en ciudad universitaria = 8 134

$$n = \frac{(1,96)^2(0,05)(0,95)8\ 134}{8\ 133(0,0535)^2+(1,96)^2(0,05)(0,95)} = 63$$

La muestra seleccionada, es 63, al 95 % de nivel de confianza. Asimismo, también se considerarán todos los pozos que abastecen de agua a la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Tabla 4
Muestra Seleccionada

POBLACIÓN	CANTIDAD	MUESTRA SELECCIONADA
Población Estudiantil universitario	6 744	50
Personal Administrativo	450	4
Personal Docente	600	5
Personal de Limpieza	100	1
Personal en concesionarios	150	1
Personal de mantenimiento	50	1
Personal de vigilancia	40	1
Total	8 134	63

Nota.Datos recopilados del área de RR.HH.

Muestras pozos tres y nueve

3.3 *Técnicas de recolección de datos*

3.3.1 **Técnicas a emplear**

A continuación, se mencionan algunas técnicas e instrumentos que fueron llevados a cabo dentro de esta investigación.

Técnicas:

Los métodos empleados en este estudio incluyen análisis de documentos, diseño experimental, encuestas y observación.

Instrumentos:

- Archivos de investigación, incluidas fuentes bibliográficas y periodísticas.
- Cuestionarios y guía de observación.

Esta fase inicial de investigación marca el comienzo de futuros estudios, por lo que es necesario utilizar la siguiente técnica.

Cuestionario

Esta técnica nos permitió la recogida de información que fue considerada pertinente para el cumplimiento de objetivos planteados en el estudio.

El proyecto de investigación se llevaría a cabo utilizando dos metodologías: Cuantitativa – Cualitativa (Mixta).

3.3.2 Descripción de los instrumentos

Cuestionario.

A través de la hoja de preguntas el cuestionario permite una respuesta directa, este instrumento de investigación social es bastante utilizado para estudiar cantidad de personas, debido a su contenido, cada ítem es estandarizado y elaborado con anticipación, así mismo validadas por especialistas en Tratamiento de agua.

3.3.3 Confiabilidad del instrumento

Programas Estadísticos.

Se utilizará (SPSS 26.00, EXCEL 2019) como herramienta para el procesamiento de datos estadísticos.

Procesamiento y análisis de datos.

Se utilizará los porcentajes como herramientas para el procesamiento y análisis de datos.

Presentación de Resultados.

Se utilizarán gráficos de barras y diagramas circulares para la presentación de los datos recopilados.

3.4 *Técnicas para el procedimiento de la información*

Análisis Documental

El tema de investigación se explorará mediante el análisis de documentales y la utilización de diversas herramientas. Estos recursos pertenecen directamente al tema del estudio. Además, se recopilará información sobre cada dimensión de las variables a través de entrevistas realizadas mediante un cuestionario especialmente diseñado. Las preguntas se centrarán en aspectos concretos que evalúen la eficacia del servicio de Supervisión para mejorar el proceso de aprendizaje.

Al utilizar el poder de la observación y sus herramientas, podemos obtener una comprensión profunda de diversos procesos, la interconexión entre los individuos y sus respectivas situaciones o circunstancias, el desarrollo de los acontecimientos a lo largo del tiempo y el surgimiento de patrones dentro de los contextos sociales y culturales que dar forma a las experiencias humanas. Además, este enfoque nos permite identificar y abordar eficazmente los problemas existentes.

Ficha Técnica de Instrumentos

La evaluación incluye preguntas relacionadas con el punto de vista del maestro sobre la efectividad del Servicio de Supervisión para mejorar la experiencia educativa. La evaluación se realizará mediante la Escala Likert, una herramienta de medición que va del 1 al 4. Para recopilar los datos necesarios se administrará un cuestionario fiable y válido. El cuestionario se aplicará a la muestra preseleccionada para garantizar la fiabilidad.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

Tabla5:

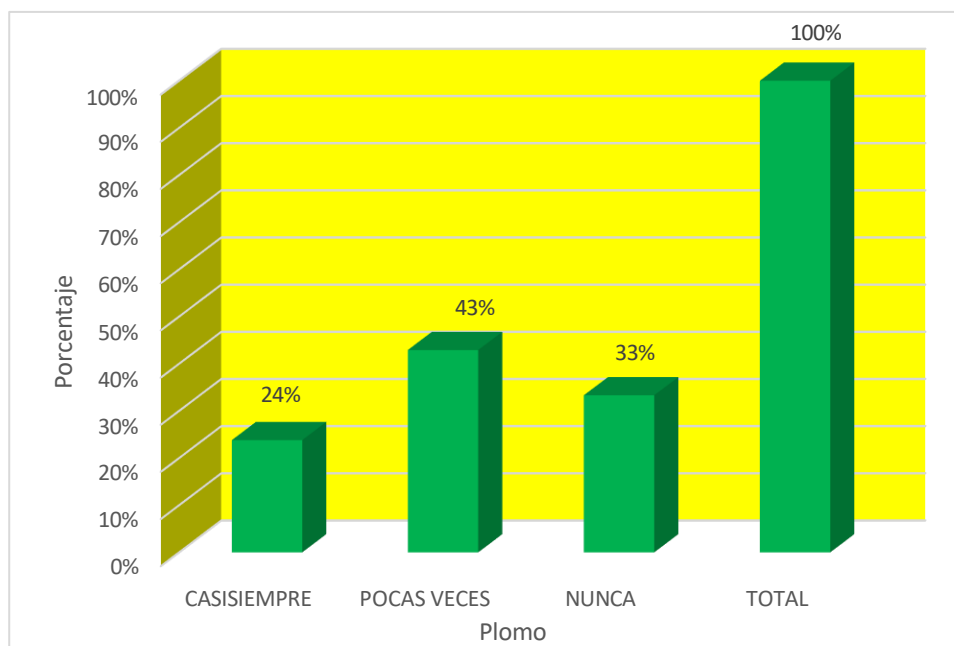
Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
CASI SIEMPRE	15	24
POCAS VECES	27	43
NUNCA	21	33
Total	63	100,0

Nota: Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 1

Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo.



Nota. La Figura muestra los porcentajes del nivel de conocimiento del Plomo en el agua de consumo.

Se visualiza que de las 27 personas encuestados (43%) respondieron

que pocas veces, 21 encuestados (33%) respondieron que nunca tuvieron conocimiento de la presencia del Plomo en el agua de consumo y finalmente 15 encuestados (24%) respondieron, casi siempre tuvieron conocimiento que el agua de consumo contiene Plomo.

Tabla 6

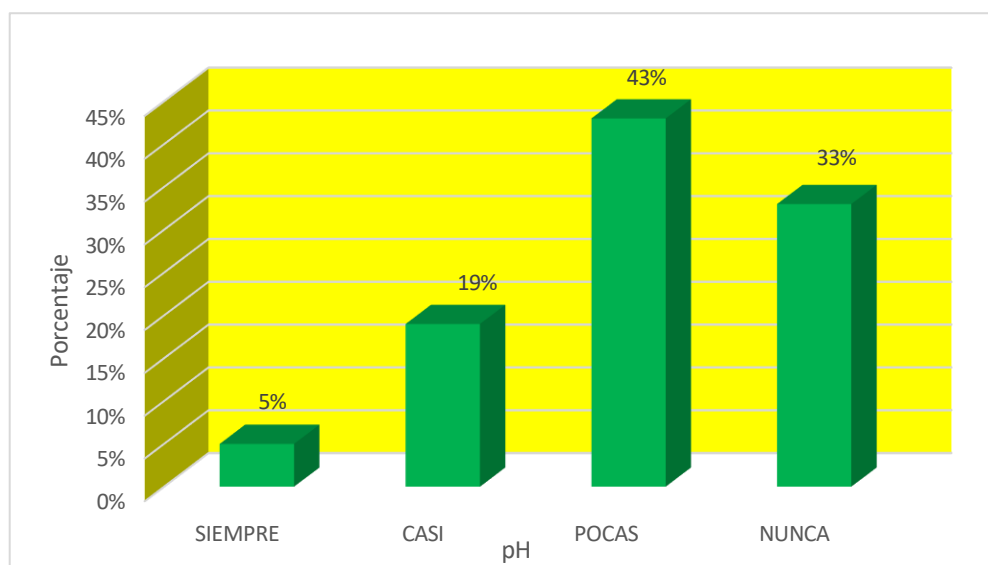
Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	3	4,8
CASI	12	19,0
POCAS	27	42,9
NUNCA	21	33,3
Total	63	100,0

Nota: Datos tomados de encuesta aplicada

Figura 2

Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo.



Nota. La Figura muestra los porcentajes por conocer el pH

El total de personas a las que se le aplicó el instrumento fue de 63 de diversas áreas, en lo cual 27 (43%) mencionan que pocas veces le ha tomado interés conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo ,21 de ellos (33%) respondieron que nunca ha interesado conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo, mientras que 12 encuestados (19,0%) respondieron que casi siempre ha interesado conocer el potencial de hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo entrevistado y finalmente 03 encuestados, que representa el 5% respondieron que siempre ha interesado conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo.

Tabla 7

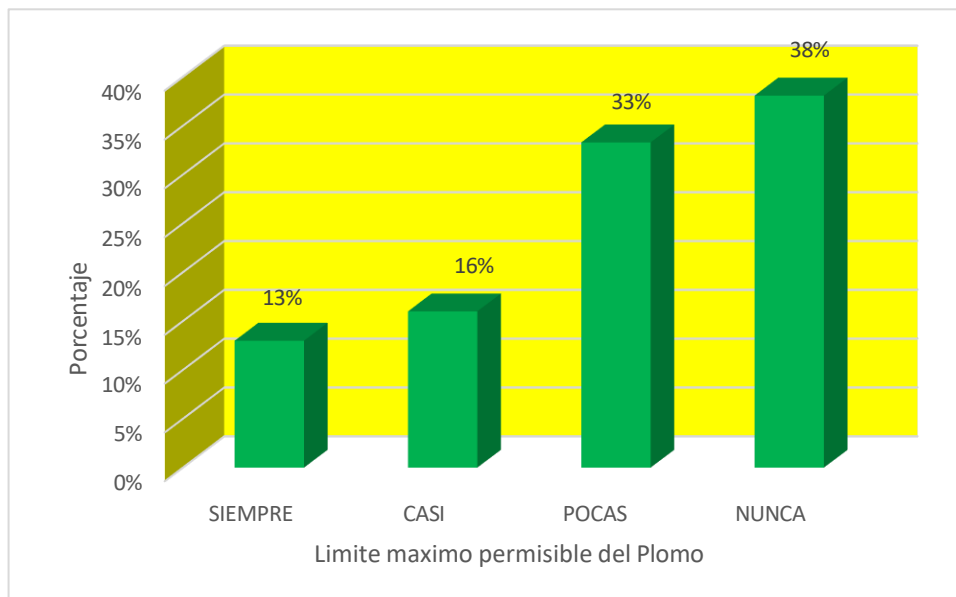
Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	9	14,3
CASI	9	14,3
POCAS	21	33,3
NUNCA	24	38,1
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 3

Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo



Nota. La figura muestra las cifras del límite máximo permisible del Plomo

Se visualiza que de 63 personas a las que se le aplicó el instrumento, 24 (38%) respondieron que nunca tuvieron conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo, 21 (33%) respondieron que pocas veces tuvieron conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo, 09 encuestados que representan el 16% respondieron que casi siempre tuvieron conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo, 09 encuestados que representan el 13% respondieron que siempre tuvieron conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo.

Tabla 8

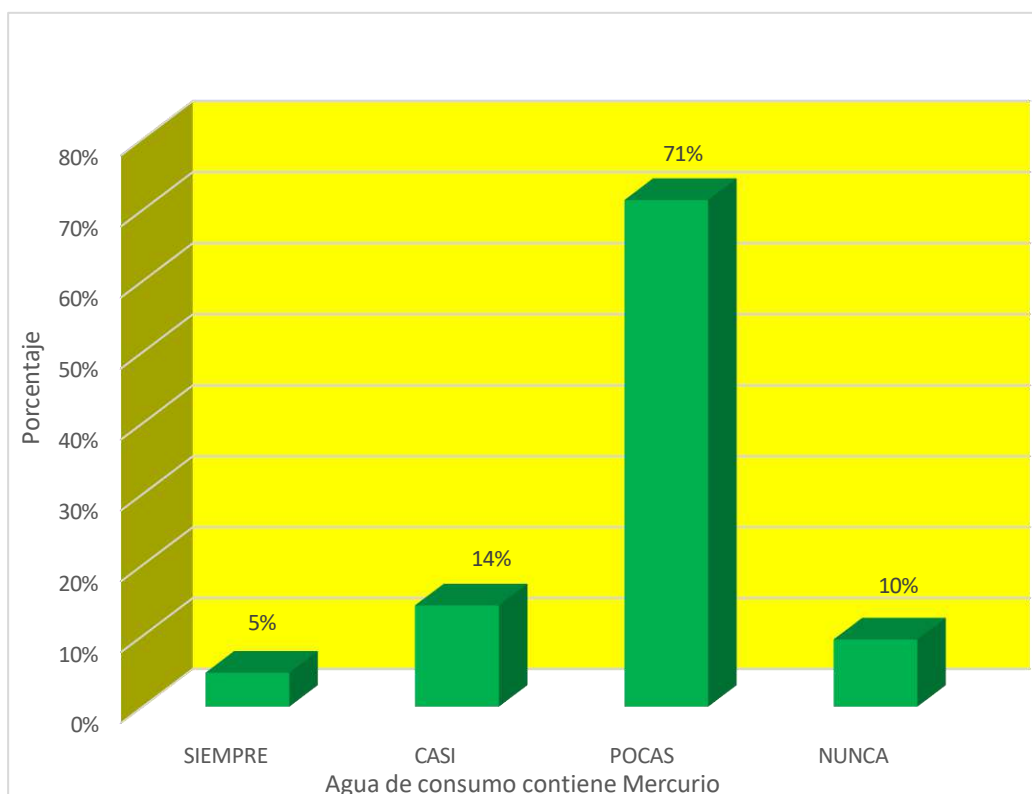
Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Mercurio.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	3	14,3
CASI	9	14,3
POCAS	45	71,4
NUNCA	6	9,5
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 4

Conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Mercurio.



Nota. La figura muestra las cifras del nivel de conocimiento del Mercurio en el agua de consumo.

Se visualiza que de 63 personas (100%) , 45 (71%) respondieron que pocas veces muestran si tiene conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado, Mercurio, por otro lado 09 (14%) de ellos dijeron que casi siempre, 06 (10%) mencionan que nunca y por ultimo 03 (5%) mencionaron que siempre

Tabla 9

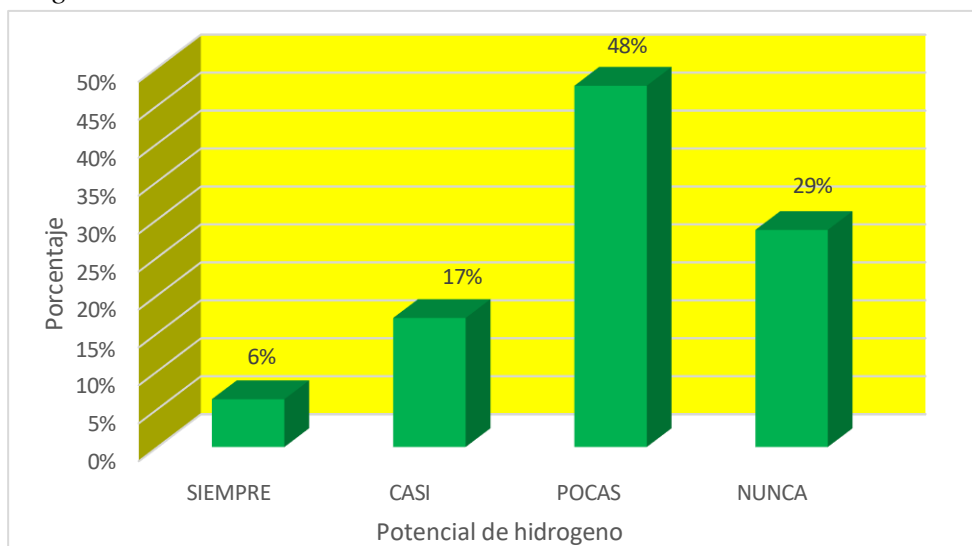
Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	4	6,3
CASI	11	17,4
POCAS	30	47,6
NUNCA	18	28,6
Total	63	100,0

*Nota.*Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 5

Interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo.



Nota: La figura muestra las cifras del interés por conocer el pH

A continuación, se visualiza en el gráfico que 63 encuestados que

representan el 100%, si muestra interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo, respondieron el 48% que pocas veces, el 29% nunca, el 17% casi siempre y finalmente el 6% siempre.

Tabla 10:

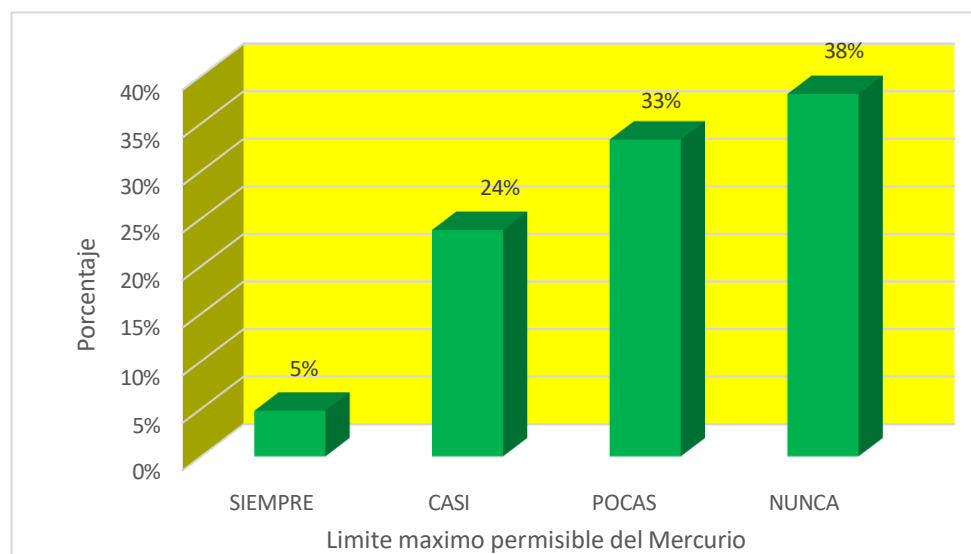
Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	3	4,8
CASI	15	23,8
POCAS	21	33,3
NUNCA	24	38,1
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 6

Conocimiento del límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo.



Nota. La figura muestra las cifras del conocimiento del LMP del Hg

Del total de las personas a las que se le aplicó el instrumento, con el ítem “si conocen sobre el límite máximo permisible del metal pesado Mercurio

en el agua de consumo”, 24 (38%) dijeron que pocas veces, 21 (33%) respondieron pocas veces, 15 (24%) respondieron casi siempre y por último 03 (5 %) mencionaron que siempre.

Tabla 11

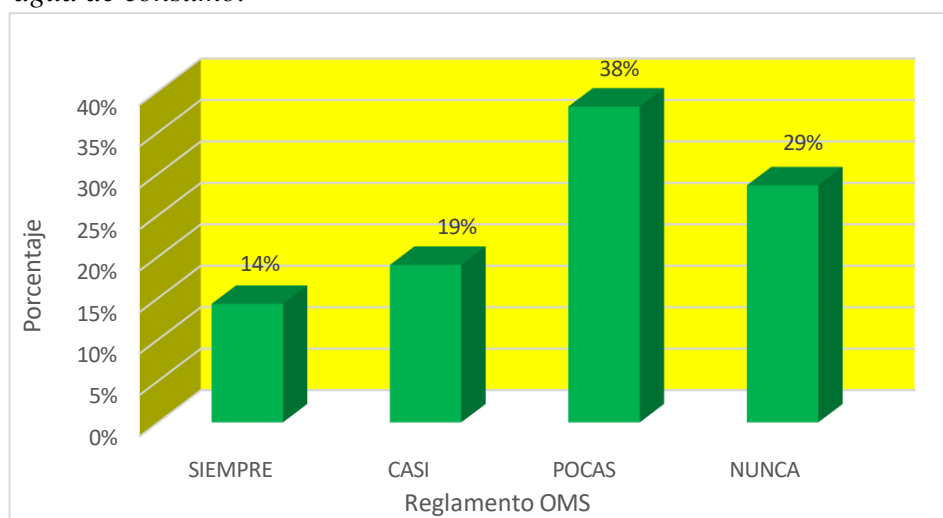
Conocimiento del reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	9	14,3
CASI	12	19,0
POCAS	24	38,1
NUNCA	18	28,6
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 7

Conocimiento del reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el agua de consumo.



Nota. La figura muestra las cifras del conocimiento del reglamento de la OMS

Del total de la población 100%, se aprecia el número de cada respuesta brindada por los encuestados en el ítem “sobre el Conocimiento del reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el consumo de agua” 24 (38 %) mencionaron que pocas veces, 18 (29%) mencionan que nunca, por

otro lado 12 (19%) de ellos respondieron que casi siempre y finalmente 09 (14,3%) respondieron que siempre.

Tabla 12

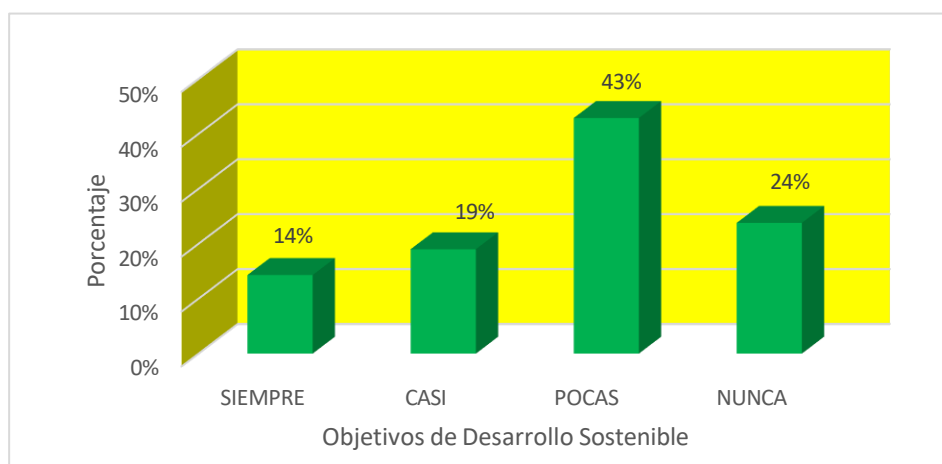
Actualización con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	9	14,3
CASI	12	19,0
POCAS	27	42,9
NUNCA	15	23,8
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 8

Actualización con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud.



Nota. La figura muestra las cifras de actualización con los ODS

Se visualiza que del total de encuestados, en el ítem “si esta actualizado con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud” 27 (43%) mencionaron que pocas veces, 15 (24%) optaron por la respuesta nunca, 12 (19%) de las personas mencionaron que casi siempre y por ultimo 09 (14%) respondieron que siempre,

Tabla13

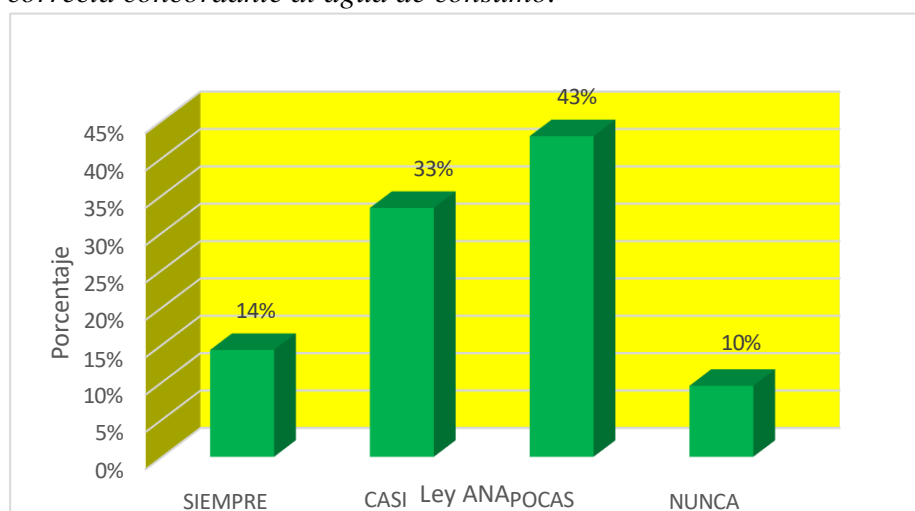
Conocimiento de la Ley de la Autoridad Nacional del Agua en forma correcta concordante al agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	9	14,3
CASI	21	33,3
POCAS	27	42,9
NUNCA	6	9,5
Total	63	100,0

Nota Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 9

Conocimiento de la Ley de la Autoridad Nacional del Agua en forma correcta concordante al agua de consumo.



Nota. La figura muestra las cifras del conocimiento de la ley de la ANA

Del 100% de encuestas sobre el ítem “Conocimiento de la ley de la autoridad nacional del agua en forma correcta concordante al consumo del agua”, 27 (43%) optaron por responder que pocas veces, siendo esta la respuesta que prevalece por tener un número mayor de personas, seguido de 21 (33%) respondieron casi siempre, siendo también un número de personas que no debe dejarse de lado, 09 (14%) mencionaron que casi siempre y finalmente 06 (10%), respondieron que nunca.

Tabla 14

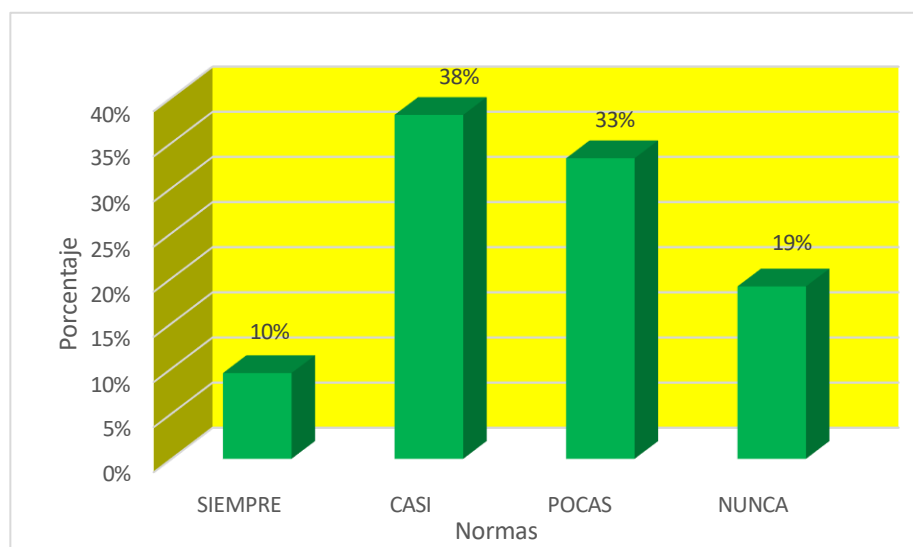
Conocimiento de las normas en forma precisa concordante al agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	6	9,5
CASI	24	38,1
POCAS	21	33,3
NUNCA	12	19,1
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 10

Conocimiento de las normas en forma precisa concordante al agua de Consumo.



Nota. La figura muestra las cifras del conocimiento de las normas concordantes

De 63 (100%) personas a las que se le aplicó el instrumento respondieron en el ítem “Si el conocimiento de las normas en forma precisa concordante al consumo de agua asegura mejoramiento del servicio del agua”. 24 (38%) personas mencionaron que casi siempre, por otro lado 21 (33%) de ellos, respondieron que pocas veces, 12 (19%), mencionaron que nunca y por último 06 (10%) mencionan que siempre.

Tabla 15

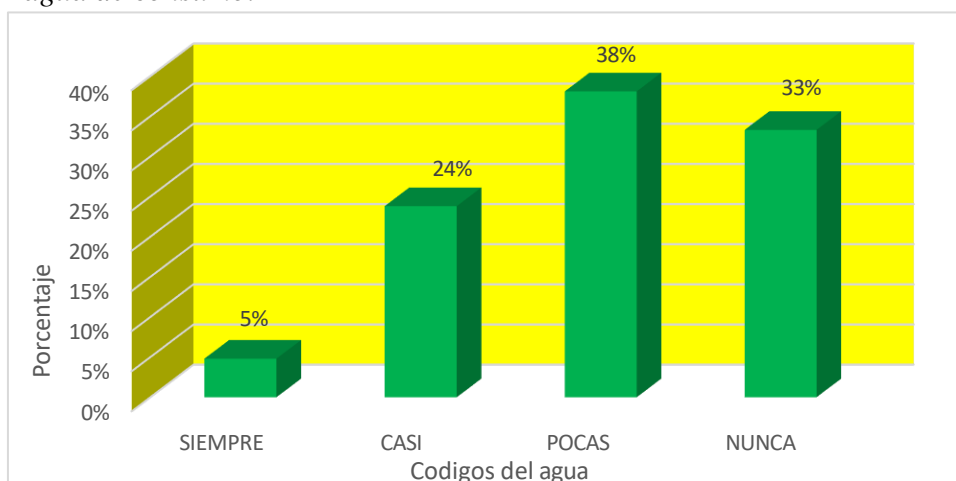
Conocimiento de los códigos del agua para garantizar la calidad del agua de consumo.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	3	4,8
CASI	15	23,8
POCAS	24	38,1
NUNCA	21	33,3
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 11

Conocimiento de los códigos del agua para garantizar la calidad del agua de consumo.



Nota. La figura muestra las cifras del conocimiento de los códigos del agua

Se visualiza que de 63 (100 %), en el ítem “el conocimiento de los códigos del agua garantiza la calidad del agua que consume”, 24 (38.1%) de ellos mencionaron que pocas veces, 21 (33.3%) respondieron que nunca, a la vez 15 (23.8 %) mencionan que casi siempre y finalmente 03 (4,8 %), para este ítem manifestaron que siempre.

Tabla16

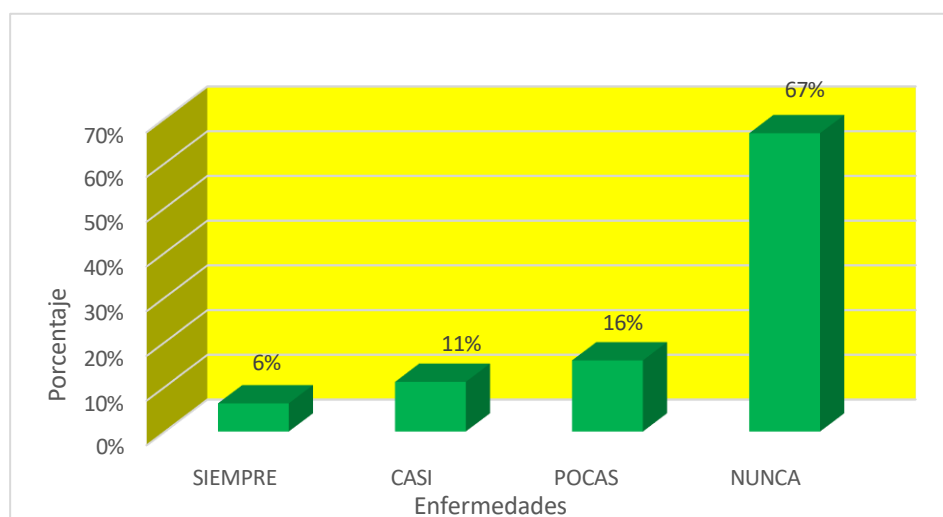
Sufre de enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos, gripes, presión arterial alta y dolores del corazón.

RESPUESTA	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SIEMPRE	4	6,3
CASI	7	11,1
POCAS	10	15,9
NUNCA	42	66,7
Total	63	100,0

Nota. Datos tomados de la encuesta aplicada

Figura 12

Sufre de enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos gripes, presión arterial alta y dolores del corazón.



Nota. La figura muestra las cifras sobre el padecimiento de enfermedades De 63 encuestados siendo este el total, en el ítem “Sufre de enfermedades al riñón, dolores de estómago, dolores de huesos, gripes, presión arterial alta y dolores del corazón” 67% que nunca, 10 encuestados que representan el 16% que pocas, 7 encuestados que representan el 11% casi siempre y finalmente 4 encuestados que representan el 6%, dijo que siempre.

Se utilizó la técnica de análisis de espectrometría de absorción atómica electrotrémica para el caso del Plomo, el cual se obtuvo como resultado $<0,001$ mg/ de Plomo.

Por otro lado, la técnica de análisis de espectrometría de absorción atómica por vapor frío fue empleada para el caso de Mercurio, obteniendo un resultado de $<0,0005$ mg/L de Mercurio.

4.2 *Contrastación de hipótesis*

Hipótesis General

H1: El impacto de los metales pesados se relaciona significativamente en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho – 2019.

H0: El impacto de los metales pesados no se relaciona significativamente en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho – 2019.

Correlación de Pearson

Metales pesados	Consumo de agua
Pearson correlation	R= 0,79 P= 0,000*

Existe una correlación positiva (0,79) entre el impacto de los metales pesados y el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión-Huacho – 2019.

Hipótesis Específica 1

H1: La presencia del Plomo se relaciona significativamente en el agua de consumo.

H0: La presencia del Plomo no se relaciona significativamente en el agua de consumo.

Correlación de Pearson

Presencia del Plomo	Consumo de agua
Pearson correlation	R= 0,73 P= 0,000*

Existe una correlación positiva (0,73) la presencia de Plomo se relaciona en el agua de consumo.

Hipótesis Específica 2

H1: La presencia del Mercurio se relaciona significativamente en el agua de consumo.

H0: La presencia del Mercurio no se relaciona significativamente en el agua de consumo.

Correlación de Pearson:

Presencia del Mercurio	Consumo de agua
Pearson correlation	R= 0,70 P=0,000*

Existe una correlación positiva (0, 070) entre la presencia de Mercurio y el agua de consumo.

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1 *Discusión de resultados*

El impacto de la contaminación por plomo y mercurio en la calidad del agua potable y la salud humana es un tema crítico que requiere atención urgente y estrategias integrales para salvaguardar la salud pública. El trabajo de investigación enfatiza los riesgos significativos que plantea el plomo que ingresa a los sistemas de agua potable a través de la corrosión de los materiales de plomería, particularmente en casas más antiguas construidas antes de 1986. Incluso niveles mínimos de exposición al plomo, tan bajos como 5 $\mu\text{g}/\text{dL}$, pueden resultar en daños sustanciales a la salud destacando la naturaleza tóxica del plomo en concentraciones muy bajas. Además, la presencia de contaminación por mercurio, especialmente en regiones afectadas por actividades mineras ilegales, exacerba la contaminación del agua y plantea graves riesgos para la salud de las poblaciones locales. Para abordar estos desafíos, es esencial un enfoque multifacético que abarque acciones inmediatas como tratamientos de control de la corrosión y estrategias a largo plazo para mitigar la contaminación por plomo y mercurio de manera efectiva. Nuestro estudio subraya la importancia de comprender las vías a través de las cuales el plomo y el mercurio pueden contaminar el agua potable e implementar medidas para reducir estos riesgos. También enfatizamos en la necesidad de supervisión regulatoria, acciones individuales dentro de hogares e instituciones y estrategias efectivas para mitigar los contaminantes de las operaciones mineras con el fin de salvaguardar la calidad del agua y proteger la salud humana. El debate destaca la naturaleza intrincada de la contaminación por plomo y mercurio, los profundos y diversos efectos que plantean en la salud y la necesidad constante de investigación, vigilancia y esfuerzos de colaboración para abordar estas apremiantes preocupaciones ambientales y de salud pública.

Los hallazgos estadísticos del estudio realizado en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión Huacho en 2019 revelan una relación significativa entre los metales pesados y su impacto en el agua potable. El coeficiente de correlación de

Pearson, que arroja un valor de 0,79, indica una fuerte asociación. Para analizar más a fondo las variables, nos centramos en la primera dimensión, que examina la presencia de Plomo y su correlación con el consumo de agua. El coeficiente de correlación de Pearson para esta dimensión es de 0,73, lo que indica una asociación muy favorable.

En la segunda dimensión se encontró una fuerte correlación de 0,70, lo que indica una conexión significativa entre la presencia de Mercurio y el agua potable de la Universidad Nacional Huacho José Faustino Sánchez Carrión en el año 2019. Esta asociación se determinó mediante el análisis de correlación de Spearman, el cual confirma la validez de la relación.

En la región de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión – Huacho, se midió la concentración de metales pesados específicos (Hg y Pb) en el agua destinada al consumo humano. Los resultados del Pozo 3 y Pozo 9, que reciben agua de Manzanares, arrojaron niveles de 0,001 mg/L de Plomo y 0,0005 mg/L de Mercurio. Estos valores se encuentran por debajo de los límites permisibles establecidos por el DS N°031-2010-SA-MINSA, así como de los límites máximos establecidos para agua potable o agua de consumo humano, los cuales son 0,1 mg/L de Plomo y 0,001 mg/L de Mercurio. Según la Organización Mundial de la Salud, los límites máximos permitidos para agua potable o para consumo humano son 0,003 mg/L de Cadmio, 0,1 mg/L de Plomo y 0,001 mg/L de Mercurio.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Mediante los resultados que se han llegado a obtener, a raíz de la evaluación que se realizó a los miembros de la comunidad Universitaria, nos permite inferir que sí existe una correlación altamente significativa entre las variables de estudio consumo de agua y el impacto de metales pesados.

Se concluye que el nivel de los metales que fueron evaluados para este estudio de investigación (Hg y Pb), se encuentran en el rango óptimo, ya que los resultados del pozo 3 Urb. Huacho y pozo 9 de la ciudad de Manzanares no sobrepasan los límites que están establecidos para consumo humano por la norma peruana D.S. N°004-2017-MINAM para aguas Categoría 1A.

Se concluye que el nivel de los metales que fueron evaluados para este estudio de investigación (Hg y Pb), se encuentran en el rango óptimo, ya que los resultados del pozo 3 Urb. Huacho y pozo 9 de la ciudad de Manzanares no sobrepasan los límites que están establecidos para consumo humano por la norma peruana DS N°031-2010 -SA-MINSA.

Se concluye que el nivel de los metales que fueron evaluados para este estudio de investigación (Hg y Pb), se encuentran en el rango óptimo, ya que los resultados del pozo 3 Urb. Huacho y pozo 9 de la ciudad de Manzanares no sobrepasan los límites que están establecidos para consumo humano por la norma peruana Organización Mundial de la Salud.

6.2 *Recomendaciones*

- a) Para avanzar aún más en este estudio, se recomienda realizar muestreos durante diferentes períodos del año, particularmente durante las temporadas de lluvias. Esto permitirá verificar cualquier posible arrastre de metales de Plomo y Mercurio como resultado del impacto del aumento de los niveles de agua en los manantiales que sirven como fuentes para los Sistemas de Agua Potable locales. Esta investigación está siendo realizada por la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- b) Para comprender mejor el comportamiento de los metales pesados en las proximidades de fuentes de agua, es aconsejable realizar más investigaciones sobre diferentes tipos de metales pesados. Esto nos permitirá anticipar y mitigar cualquier potencial vertido de estos metales a corrientes subterráneas, que en última instancia podría impactar el suministro de agua de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
- c) Priorizar en el corto plazo la implementación de las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales.
- d) Implementar con urgencia el Programa de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes Líquidos de las actividades mineras e industriales.
- e) Fiscalizar la gestión ambiental y efluentes procedentes de las actividades industriales y mineras en la cuenca alta del río Huaura.
- f) Desarrollar un programa de mejoramiento de la calidad del agua en la ciudad universitaria significa proveer agua de buena calidad y disminuir impactos negativos, asegurando mejor calidad de vida
- g) Se debería de realizar inspecciones sanitarias, limpieza de las instalaciones verificación de accesorios que se encuentren completos y operativos y métodos de desinfección del agua, entre otros.
- h) Establecer protocolos sobre uso y cuidado del agua de consumo en la ciudad universitaria.

VII: REFERENCIAS

7.1 Fuentes documentales

- Agenciasinc. (05 de 2013). *agenciasinc.es*. Obtenido de <https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-contaminacion-por-mercurio-en-el-agua-se-puede-detectar-con-un-movil>
- Avalos, Y. (2019). Contaminación por plomo en suelo, agua, alimentos y sus efectos en los seres humanos. *Revista De Investigaciones De La Universidad Le Cordon Bleu*, 59-68.
- Boston Public Health Commission. (01 de 2019). *El Plomo en el Agua*. Obtenido de www.bphc.org
- Cleanwater. (01 de 2018). *cleanwater.org*. Obtenido de <https://cleanwater.org/es/plomo-y-agua-potable>
- Diaz, F. (2014). Mercurio en la minería del oro: impacto en las fuentes hídricas destinadas para consumo humano. *REVISTA DE SALUD PÚBLICA*, 947-957.
- Healthychildren. (01 de 2019). *healthychildren.org*. Obtenido de <https://www.healthychildren.org/Spanish/safety-prevention/at-home/Paginas/lead-in-tap-water-household-plumbing.aspx>
- Miteco. (01 de 2019). *miteco.gob.es*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/mercurio/mercurio_salud.html
- Nuñez, M., Agudelo, E., & Gil, B. (2015). UN ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LA PRESENCIA DE MERCURIO EN AGUA, SEDIMENTO Y PECES DE INTERÉS SOCIO-ECONÓMICO EN LA AMAZONIA COLOMBIANA . *Minam*, 1-26.
- Oregonstate. (01 de 2019). *extension.oregonstate.edu*. Obtenido de <https://extension.oregonstate.edu/es/catalog/pub/em-9402-s-plomo-en-su-agua-potable>
- Pabón, Benitez, Sarria, & Gallo. (2018). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 9-18.
- Storymaps. (01 de 2019). *storymaps.com*. Obtenido de Aguas Peligrosas: <https://storymaps.com/stories/f84356054a6442e7aa48417b35dff1cb>

7.2 Fuentes bibliográficas

- Andía W. 2006. Manual de gestión ambiental. Centro de investigación y capacitación empresarial (CICE). Librería Editorial “El Saber”. Lima Perú. 202 pág.
- Badillo JF. 1997. Plomo. En curso básico de toxicología ambiental. Albert LA. Ed. Centro panamericano de ecología humana y salud. OPS. OMS. Editorial Limusa S. A. de C.V. Grupo Noriega Editores. Tercera reimpresión. México. 311 pág.
- Batista, J., Schuhmacher, M., Domingo, J., & Corbella, J. (1996). Mercury in hair for a child population from Tarragona Province, Spain. *Science of the total Environment*, 193(2), 143-148.
- Bernal Cesar A. Metodología de la Investigación – Sexta Edición Tercera Edición 2010
- Bundschuh, J. et al., 2012. One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*
- Castillo, A.Y.G. (2010). Evaluación química toxicológica de plomo en suelo de Lima Metropolitana. Tesis profesional Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Christine Marie George *et al.* Arsenic exposure in drinking water: an unrecognized health threat in Peru *Bull World Health Organ.* 92(8): 565– 572. 2014.
- Dickson, T. (2003). Química enfoque ecológico. México. Limusa. Noriega editores: 95-102.
- Doménech X. Peral J. 2012. Química ambiental de sistemas terrestres. Editorial Reverté S.A. Impreso por Impulso Global Solutions. España. 293 pág.
- Hernández R, Fernández C, Baptista M- Metodología de la Investigación – Sexta Edición - 2003
- Hernández R, Fernández C., Baptista M.- Metodología de la Investigación – Sexta Edición - 2004
- IDEAM (2014). Informe batimetría Lago de Tota. Grupo de Modelación, Subdirección de Hidrología. 40p.

- O. Karnitz Jr, L. V. A. Gurgel, J. C. P. de Melo, V. R. Botaro, T. M. S. Melo, R. P. de Freitas Gil, and L. F. Gil. "Adsorption of heavy metal ion from aqueous single metal solution by chemically modified sugarcane bagasse". *Bioresource Technology*, 2007, vol. 98, pp. 1291-1297.
- Orozco C; Pérez A; Gonzales Ma N; Rodríguez F; Alfayate JM. 2008. *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. Paraninfo S.A. Madrid España. 5ta reimpresión. 684 pág.
- Programa de Monitoreo Conjunto OMS/UNICEF para agua potable y saneamiento (Joint Monitoring Program for Water and Sanitation). 2010.
- Yuan G. L., Sun T.H., Han P., Li J., Lang X.X. (2014). Source identification and ecological risk assessment of heavy metals in topsoil using environmental geochemical mapping: Typical urban renewal area in Beijing, China. *Journal of Geochemical Exploration*, 136, pp 40-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gexplo.2013.10.002>
- ESPINOSA RAMÍREZ Adriana Janneth (2018), Tesis de doctorado: El agua, un reto para la salud pública La calidad del agua y las oportunidades para la vigilancia en Salud Ambiental, Universidad Nacional de Colombia.
- GAVILANEZ GARCÍA Luis Enrique (2016), Tesis de doctorado: Estudio de la Concentración del Plomo en el Agua del Río Tumbes Periodo 2012 – 2015 Como Causa de la Minería Aurífera y su Relación con la Salud de los Pobladores del Caserío de Rica Playa – Tumbes – 2016. Universidad Nacional de Tumbes.
- GRASSI Diego Alejandro (2015), Tesis de doctorado: Interacción de metales pesados con diferentes matrices orgánicas. Universidad de Buenos Aires.
- RODRÍGUEZ Corina Iris (2014), Tesis de doctorado: Evaluación Ambiental del Uso y Gestión del Agua Subterránea en el Partido de Tandil. Pautas para su Gestión Sustentable, Tesis para optar el grado académico de Doctor en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de la Plata. Argentina.
- ROLDÁN SANTIAGO Aurea Angelita (2016), Tesis de doctorado: Propuesta de Optimización del Uso del Agua Potable en la i.e. 80824 “José Carlos Mariátegui” el Porvenir-Trujillo - 2014. Universidad Nacional de Trujillo;
- RUIZ SANCHEZ, Berardo Beder (2009). Tesis de Doctorado: Impacto Antrópico sobre los humedales el Paraíso, Medio Mundo y la Encantada, Huaura, Lima – Perú 2007-2008. Universidad Nacional de Trujillo.

7.3 Fuentes hemerográficas

21 localidades del país consumen agua de calidad no garantizada / viernes 26 de noviembre, 2010 <http://www.actualidadambiental.pe/?p=8046>
 Revista Ambiental (4/2006). Experiencia de Sectorización y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable en la Ciudad de Huacho
http://www.bibliotecacentral.uni.edu.pe/pdfs/AMBIENTAL/4,2006/art_007.pdf

Vigilancia de la calidad de agua para consumo humano enero 2019 urbano
https://www.hdhuacho.gob.pe/WEB/descargas_epi/agua/2019/AGUA_ENERO.pdf
https://www.hdhuacho.gob.pe/WEB/descargas_epi/agua/AGUA_DICIEMBRE.pdf

7.4 Fuentes electrónicas

Arnous O.M, Hassan A.A.M. (2015). Heavy metals risk assessment in water and bottom sediments of the eastern part of Lake Manzala, Egypt, based on remote sensing and GIS. *Arabian Journal of Geosciences*, 8, (10), pp. 7899-7918. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s12517-014-1763>

IDEAM, Estudio Nacional del Agua. (2014). Recuperado de: http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf

Romero. Tratamientos Utilizados En Potabilización De Agua. Mayo 2015. De <http://incyt.org/web/agua-potable/>

Organización Mundial de la Salud (2008). Guías para la calidad del agua potable Vol1: Recomendaciones https://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3rev/es/

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2004). La calidad del agua potable en el Perú. Jujuy, Cuarta en Cobertura de Agua Potable en Red del País. 2011. Recuperado de <http://www.eltribuno.info/ujuy-cuarta-cobertura-agua-potable-red-del-pais-n77059>.

https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf

<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/5072>

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/75142/9789243562636_spa.pdf;jsessionid=162D0A92B977E7F4BFE79EC2513B1A24?sequence=1

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5307/>

<http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/5307/1/16103409.pdf>

<https://www.lenntech.es/la-evaluacion-de-la-calidad-agua-faq-calidad-agua>
<http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/128357>

<http://repositorio.minedu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/865/503.%20II%20Censo%20Nacional%20Universitario%202010%20Princi>

<https://www.sunedu.gob.pe/sibe/>

ANEXOS

ANEXO N°01

DS N° 031-2010-SA

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE
PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN ⁻ L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Niquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	mg U L ⁻¹	0,015

ANEXO N°2



UNIVERSIDAD NACIONAL
“JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Estimado colega, esperamos tu colaboración respondiendo con responsabilidad y honestidad, el presente cuestionario. Se agradece no dejar ninguna pregunta sin contestar.

El **objetivo** es, recopilar información, para conocer los **METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN EL AGUA DE CONSUMO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ -HUACHO- 2019**

Instrucciones: Lea cuidadosamente las preguntas y marque con un aspa(x) la escala que crea conveniente.

Escala valorativa.

Nunca	Casi nunca	A veces	Casi siempre	Siempre
1	2	3	4	5

METALES PESADOS (X)						
N°	Pregunta	N	C.N	A	C.S	S
	X.1.- Plomo					
1	X1.1.- ¿Cuenta con suficiente conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Plomo?					
2	X1.2.- ¿Muestro interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Plomo en el agua de consumo?					
3	X1.3.- ¿Conozco perfectamente el límite máximo permisible del metal pesado Plomo en el agua de consumo?					
	X.2.- Mercurio					
4	X1.1.- ¿Cuenta con suficiente conocimiento que el agua de consumo contiene al metal pesado Mercurio?					
5	X1.2.- ¿Muestro interés por conocer el potencial de Hidrogeno del metal pesado Mercurio en el agua de consumo?					
6	X1.3.- ¿Conozco perfectamente el límite máximo permisible del metal pesado Mercurio en el agua de consumo?					
	AGUA DE CONSUMO (Y).					
	Y.1.- Organización mundial de la salud					

7	Y1.1.- ¿Conozco el reglamento de la OMS con el objetivo de mejorar el consumo de agua?					
8	Y1.2.- ¿Estoy actualizado con los ODS establecidos por los países que se preocupan por la conservación y protección de la salud?					
	Y.2.- Ley y códigos de agua					
9	Y2.1.- ¿Conozco la ley de la autoridad nacional del agua en forma correcta concordante al consumo del agua?					
10	Y2.2? ¿Conozco las normas en forma precisa concordante al consumo de agua?					
11	Y2.4.- ¿Conozco los códigos del agua para garantizar la calidad del agua que consume?					

Aquel que no lucha por ser el mejor, está condenado por aquellos que lo hacen

Muchas gracias por tu colaboración

ANEXO N°03 MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: METALES PESADOS Y SU IMPACTO EN EL AGUA DE CONSUMO EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSE FAUSTINO SANCHEZ -HUACHO- 2019

PROBLEMÁTICA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General ¿Cómo el impacto de los metales pesados se relaciona en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho -2019?</p>	<p>Objetivo General Conocer el impacto de los metales pesados en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho -2019.</p>	<p>Hipótesis General El impacto de los metales pesados se relaciona significativamente en el agua de consumo en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión - Huacho -2019.</p>	<p>V. Independiente (X) Metales pesados</p>	<p>X1.-Plomo</p>	<p>X1.1.- Concentración (ppm) X1.2.-Potencial de hidrógeno (pH) X1.3.-Límite Máximo Permissible (LMP)</p>	<p>Población :8134 Muestra :63 Método: Científico.</p> <p>Técnicas: Para el acopio de Datos: Cuestionario Análisis Documental y Bibliográfica Instrumentos de recolección de datos: Guía de observación. Cuestionario de encuesta. Análisis de contenido y Fichas.</p> <p>Para el Procesamiento de datos. Tabulación de datos.</p> <p>Técnicas para el análisis e interpretación de datos. Paquete estadístico SPSS 25.0 Estadística descriptiva para cada variable.</p> <p>Para presentación de datos Cuadros, gráficos y figuras estadísticas.</p> <p>Para el informe final: Tipo de Investigación: Básica. Nivel: Descriptiva Esquema propuesto por la EPG. UNJFSC. Correlacional</p>
				<p>X2.-Mercurio</p>	<p>X2.1.- Concentración (ppm) X2.2.-Potencial de hidrógeno (pH) X2.3.-Límite Máximo Permissible (LMP)</p>	
<p>Problema Específicos 1.- ¿Cómo el impacto del plomo se relaciona en el agua de consumo? 2.- ¿Cómo el impacto del Mercurio se relaciona en el agua de consumo?</p>	<p>Objetivos Específicos 1.-Conocer el impacto del plomo y su relación en el agua de consumo. 2.-Conocer el impacto del mercurio y su relación en el agua de consumo.</p>	<p>Hipótesis Específicas 1.-La presencia del plomo se relaciona significativamente en el agua de consumo. 2.- La presencia del mercurio se relaciona significativamente en el agua de consumo.</p>	<p>V. Dependiente (Y) Consumo de agua</p>	<p>Y1. Organización Mundial de la Salud</p>	<p>Y1.1.-Reglamento de OMS Y1.2.-ODS</p>	
				<p>Y2.-Ley y Códigos de Aguas</p>	<p>Y2.1.-Ley de aguas ANA Y2.2.-Normas Y2.3.-Codigos</p>	

Dr. Ángel Hugo Campos Díaz
ASESOR

Dr. José Vicente Nunja García
PRESIDENTE

Dr. Pedro James Vásquez Medina
SECRETARIO

Dra. Jaqueline Victoria Aroni Mejía
VOCAL

Dr. Algemiro Julio Muñoz Vilela
VOCAL