



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**“INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
EN EL GRADO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL
RÍO HUALLAGA EN HUANUCO, AÑO 2017”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

PAUL SHADER ABAL HARO

HUÁNUCO-PERÚ

2018

DEDICATORIA

Al divino todopoderoso que ha permitido elaborar la presente tesis, a mi adorada madre, a mis queridas hijas e hijo, a mis hermanos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Alas Peruanas, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Académico profesional de Ingeniería Ambiental y su plana docente, por la contribución en mi formación como profesional, a mi asesor por su orientación y confianza para la realización del presente trabajo de investigación.

RESUMEN

Este trabajo da cuenta de la influencia del vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, en la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis en el año 2017.

El objetivo general del trabajo de investigación es determinar la relación que existe del vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) con el nivel de contaminación de aguas del río Huallaga en el año 2017.

La metodología usada en la investigación cuantitativa del presente trabajo fue el método deductivo-inductivo, tipo de investigación según nivel descriptivo -correlacional transversal, tipo de investigación según diseño fue de campo, investigación no experimental.

Las técnicas de investigación empleadas han sido la observación indirecta, observación estructurada.

Los instrumentos utilizados han sido el D.S. N° 003-2010-MINAM Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, la R.J. N° 010-2016-ANA Protocolo nacional de Monitoreo de la calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial, el D.S. N° 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.

La población estuvo conformada por las aguas del río Huallaga, desde el punto georreferenciado, zona 18L, 367,972.18 mE, 8'851,266.88 mN, elevación 2930.00 msnm, unión de los ríos Pallanchacra y Huallaga (distrito

de San Rafael) hasta el punto georreferenciado de las aguas del río Huallaga, zona 18L, 397,542.52 mE, 8'948,591.11 mN, elevación 772 msnm (distrito de Chinchao), en dicho tramo del río Huallaga hay 130 puntos de vertimiento.

La muestra estuvo conformada por las aguas del río Huallaga, desde el punto georreferenciado, zona 18L, 364,113.68 mE, 8'897,323.99 mN, elevación 2108.00 msnm (Puente Huancachupa) hasta el punto georreferenciado, zona 18L, 364,950.20 mE, 8'904,670.53 mN, elevación 1874.00 msnm (Puente Huayopampa), en dicho tramo del río Huallaga hay 31 puntos de vertimiento. En el tramo en estudio se han tomado 2 muestras de las aguas del río Huallaga para la caracterización de la calidad de aguas del río Huallaga y se han tomado 5 muestras para la caracterización de las aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).

Se concluyó que existe una relación directa entre el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) y el nivel de contaminación de las aguas del río Huallaga en el año 2017.

Con relación a la hipótesis 01 se concluyó que los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) identificadas en la zona de estudio generan contaminación de las aguas del río Huallaga en el año 2017.

Con relación a la hipótesis 02 se concluyó que los parámetros físicos, químicos y biológicos obtenidos de las muestras tomadas en los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) superan los estándares de calidad ambiental para las aguas del río Huallaga en el año 2017.

Con respecto a la hipótesis 03 se concluyó que a mayor vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) mayor nivel de contaminación de las aguas del río Huallaga en el año 2017.

Palabras claves: Vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales), contaminación ambiental aguas de un río.

ABSTRACT

This work accounts for the influence of the discharge of wastewater (domestic, municipal and industrial) on the degree of pollution of the waters of the Huallaga River, in the city of Huánuco, Pillco Marca and Amarilis in the year 2017.

The general objective of the research work is to determine the relationship that exists of the discharge of wastewater (domestic, municipal and industrial) with the level of pollution of the Huallaga river in 2017.

The methodology used in the quantitative research of the present work was the deductive-inductive method, type of investigation according to descriptive level -correlational cross-section, type of research according to field design, non-experimental research.

The research techniques employed have been indirect observation, structured observation.

The instruments used have been the D.S. N° 003-2010-MINAM Maximum Permissible Limits for effluents from municipal or municipal wastewater treatment plants, R.J. N° 010-2016-ANA National Protocol for Monitoring the Quality of Natural Surface Water Bodies, the D.S. N° 004-2017-MINAM Environmental Quality Standards (ECA) for Water.

The population was conformed by the waters of the Huallaga river, from the georeferenced point, zone 18L, 367,972.18 mE, 8'851,266.88 mN, elevation 2930.00 m, union of the Pallanchacra and Huallaga rivers (district of San

Rafael) to the georeferenced point of the waters of the Huallaga river, zone 18L, 397,542.52 mE, 8'948,591.11 mN, elevation 772 masl (Chinchao district), in this section of the Huallaga river there are 130 points of discharge.

The sample consisted of the waters of the Huallaga River, from the georeferenced point, zone 18L, 364.113.68 mE, 8'897.323.99 mN, elevation 2108.00 masl (Huancachupa Bridge) to the georeferenced point, zone 18L, 364.950.20 mE, 8'904.670.53 mN, elevation 1874.00 masl (Huayopampa Bridge), in this section of the Huallaga River there are 31 points of vertimiento. In the section under study, two samples of the waters of the Huallaga river have been taken for the characterization of the water quality of the Huallaga river and 5 samples have been taken for the characterization of the wastewater (domestic, municipal and industrial).

It was concluded that there is a direct relationship between the dumping of wastewater (domestic, municipal and industrial) and the level of contamination of the waters of the Huallaga River in 2017.

With regard to hypothesis 01, it was concluded that the points of discharge of wastewater (domestic, municipal and industrial) identified in the study area generate pollution of the waters of the Huallaga River in 2017.

Regarding hypothesis 02, it was concluded that the physical, chemical and biological parameters obtained from the samples taken at the wastewater discharge points (domestic, municipal and industrial) exceed the environmental quality standards for the waters of the Huallaga river in the year 2017

With respect to hypothesis 03, it was concluded that the greater the discharge of wastewater (domestic, municipal and industrial), the higher level of contamination of the waters of the Huallaga river in 2017.

Keywords:

Shedding of wastewater (domestic, municipal and industrial), environmental pollution, waters of a river.

INTRODUCCIÓN

El nivel de contaminación de los cuerpos de agua de los ríos ocurre cuando los contaminantes son descargados directamente o indirectamente al cuerpo de agua de los ríos sin un adecuado tratamiento que remueva los componentes dañinos. La contaminación del agua de los ríos afecta a las plantas y organismos que viven en estos cuerpos de agua, y en la mayoría de los casos afecta dañando no solamente a las especies individuales y las poblaciones, así como a las comunidades biológicas. El agua de los ríos se contamina mediante sustancias tóxicas como ácidas, solventes orgánicas, pinturas, metales y demás, derivados de actividades industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas, dicha agua ya no es apta para el consumo. (Heinke et al., 1999).

Cuando en el agua se encuentran sustancias ajenas a su composición normal, se dice que esta agua está contaminada.

Existen distintos tipos de contaminación:

- Por agentes físicos, causada por cualquier componente de origen físico como árboles, ramas, suelo y otros.
- Por agentes químicos agregados artificialmente al agua, como residuos industriales arrojados a ríos o mares.
- Por agentes biológicos como bacterias o pequeños microorganismos que viven en el agua.

En términos generales, el agua está contaminada naturalmente por agentes físicos y biológicos; en cambio la contaminación química se debe al ser humano.

Como sabemos, el agua es fuente de vida para muchos microorganismos que se desarrollan tanto en lagos o ríos como en el mar. Los contaminantes que se arrojan a estos medios afectan a todos los microorganismos que viven en el agua y, a su vez, a los animales que se alimentan en dichas fuentes.

Este proceso se conoce como bioacumulación, y es el problema más serio que debemos enfrentar todos los seres vivos que habitamos la Tierra. Sustancias contaminantes como metales pesados y sustancias orgánicas provenientes de diferentes actividades humanas, se transfieren de un organismo a otro en la cadena alimentaria. El proceso ocasiona serias alteraciones al medio acuático y muchas veces trastornos genéticos que difícilmente se pueden reparar.

Los vertimientos de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) a los cuerpos de agua no solo impactan la vida acuática, sino que principalmente afectan a la salud humana. La contaminación bacteriológica presente en las aguas residuales domésticas y productivas es la más relevante a nivel sanitario, ya que estas contienen en grandes cantidades microorganismos patógenos generadores de múltiples enfermedades como el cólera, amebiasis, disentería, gastroenteritis, fiebre tifoidea, hepatitis A, entre otras.

Los impactos causados a los ríos debido a la contaminación son de seria consideración. Estos afectan tanto al ecosistema general de la cuenca como a la economía del sector urbano de los alrededores. Estas consecuencias son muy difíciles de revertir, tanto por el presupuesto necesitado como el tiempo que implica cada método de purificación y limpieza para la zona.

En el Capítulo I se presenta el planteamiento del problema, descripción de la realidad problemática, caracterización del problema, la definición del problema, la delimitación espacial, temporal y social de la investigación, la

formulación del problema de investigación tanto general como específico, los objetivos de la investigación tanto general como específicos, los objetivos de la investigación tanto general como específico, la justificación, importancia y limitaciones de la investigación.

En el Capítulo II se trata de fundamentos teóricos de la investigación, el marco referencial con los antecedentes de la investigación, referencias históricas, marco legal, marco teórico, definición de términos, marco conceptual.

En el Capítulo III se trata del planteamiento metodológico con el diseño de la investigación, tipo y nivel de la investigación, método, la hipótesis general y específicas, la variable independiente y la dependiente, la cobertura de la investigación con la población y las muestras tomadas del río Huallaga, la identificación de los 31 puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) localizados en la margen izquierda del río Huallaga (15 puntos de vertimiento) y en la margen derecha del río Huallaga (16 puntos de vertimiento), técnicas, instrumentos de investigación, procesamiento y análisis de la información.

En el Capítulo IV se trata de la organización, presentación y análisis de los resultados

Finalmente, en el Capítulo V las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a las observaciones encontradas, sustentadas en los anexos del presente estudio.

ÍNDICE

| | |
|--|-------------|
| DEDICATORIA | ii |
| AGRADECIMIENTO | iii |
| RESUMEN | iv |
| ABSTRACT | vi |
| INTRODUCCIÓN | viii |
| ÍNDICE | xi |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1. Caracterización de la realidad problemática | 2 |
| 1.2. Formulación del Problema | 5 |
| 1.2.1. Problema General | 5 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 5 |
| 1.3. Delimitación de la investigación | 6 |
| 1.4. Objetivos | 6 |
| 1.4.1. Objetivo general | 6 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 6 |
| 1.5. Justificación | 7 |
| 1.6. Importancia | 8 |
| 1.7. Limitaciones | 8 |
| CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEORICOS | 9 |
| 2.1. Marco referencial | 10 |
| 2.1.1. Antecedentes de la investigación | 10 |
| 2.1.2. Referencias históricas | 25 |
| 2.2. Marco Normativo o legal | 28 |

| | | |
|---|----------------------------------|-----------|
| 2.3. | Marco conceptual | 29 |
| 2.4. | Marco teórico | 35 |
| 2.5. | Definición de términos | 50 |
| CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO | | 64 |
| 3.1. | Metodología | 65 |
| 3.1.1. | Método | 65 |
| 3.1.2 | Tipo de investigación | 65 |
| 3.1.3 | Nivel de investigación | 65 |
| 3.2. | Diseño de investigación | 66 |
| 3.3. | Hipótesis de la investigación | 66 |
| 3.3.1. | Hipótesis general | 66 |
| 3.3.2. | Hipótesis específicas | 66 |
| 3.4. | Variables | 67 |
| 3.4.1. | Variable independiente | 67 |
| 3.4.2. | Variable dependiente | 67 |
| 3.4.3. | Operacionalización de variables | 67 |
| 3.5. | Cobertura del estudio | 68 |
| 3.5.1. | Universo | 68 |
| 3.5.2. | Población | 68 |
| 3.5.3. | Muestra | 69 |
| 3.6. | Técnicas e instrumentos | 70 |
| 3.6.1. | Técnicas de la investigación | 70 |
| 3.6.2. | Instrumentos de la investigación | 71 |

| | |
|---|------------|
| 3.6.3. Fuentes de recolección de datos | 73 |
| 3.7. Procesamiento estadístico de la información | 81 |
| 3.7.1. Estadísticos | 81 |
| 3.7.2. Representación | 94 |
| 3.7.3. Comprobación de las hipótesis | 105 |
| CAPÍTULO IV: ORGANIZACIÓN, PRESENTACION Y ANALISIS DE RESULTADOS | 107 |
| 4.1. Resultados | 108 |
| 4.1.1. Caracterización puntos de vertimiento | 108 |
| 4.1.2. Caracterización aguas residuales | 109 |
| 4.1.3. Caracterización calidad de aguas rio Huallaga | 115 |
| 4.2. Discusión de resultados | 161 |
| 4.3. Contrastación de resultados | 166 |
| CONCLUSIONES | 168 |
| RECOMENDACIONES | 171 |
| BIBLIOGRAFÍA | 173 |
| ANEXOS | 178 |

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Caracterización de la realidad problemática

La contaminación del agua se ha convertido en un problema grave a nivel mundial. Se estima que cerca del 40% de la población mundial no tiene acceso a servicios de saneamiento adecuados y el mayor impacto lo sufren aquellos países en vías de desarrollo, que descargan cerca del 90% de sus aguas residuales sin ningún tratamiento a los ríos, lagos y zonas costeras, contaminando así sus fuentes de abasto. (Langergraber, & Muellegger 2005, pág. 433).

“En general, las aguas residuales contienen aproximadamente un 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas”. (Rojas, 2002).

Según (CALDERON, 2004), los principales contaminantes del agua son las aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno, en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua).

Las aguas residuales afectan, de algún modo la vida normal existente en una corriente de agua. Cuando este efecto es suficiente para hacer que la corriente no sea aceptable para su “mejor utilización” se dice que está contaminada. (NEMEROW, 1998).

La contaminación de los ríos es la problemática más antigua de contaminación a nivel ambiental. La contaminación de los ríos es algo de vital importancia, no sólo para la protección del propio medio ambiente, sino de la fauna y de la vegetación que vive en ellos. La contaminación de los ríos vendría a consistir en la incorporación, al agua, de materiales considerados como extraños, tales como: productos químicos, microorganismos, aguas residuales, residuos industriales y otros. Estas materias actúan perjudicando la calidad

del agua, de forma que la hacen inútil para muchos de los usos que se llevan a cabo a día de hoy.

A nivel mundial la contaminación de los ríos se viene incrementando, lo cual amenaza la salud de más de 323 millones de personas de los tres continentes, principalmente los más pobres, por enfermedades como el cólera y la fiebre tifoidea, de acuerdo con el informe de la ONU.

A nivel continental la contaminación de los ríos se ha incrementado en un 50% según el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Se estima que la grave contaminación patógena cuyo aumento se debe principalmente a la expansión de sistemas de alcantarillado que descargan aguas residuales sin tratamiento a las aguas superficiales

A nivel local la contaminación de los ríos en la región Huánuco también se ha incrementado por el aumento de la población que se asienta en las riberas de los ríos, teniendo como consecuencia un incremento en los volúmenes descargados a los cuerpos de agua, con la consecuente entrada de contaminantes. Las descargas de las aguas residuales al río Huallaga se ha convertido en uno de los problemas ambientales más críticos y crecientes de la ciudad de Huánuco, debido al crecimiento poblacional que es notable en nuestra ciudad debido a la situación socio económica y el incremento de las construcciones en el año 2017, esto se refleja en el aumento de las descargas de las aguas residuales en el río Huallaga deteriorando cada vez más el estado de disponibilidad y calidad de dicho recurso hídrico, dichos vertimientos de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) al cuerpo de agua del río Huallaga no solo impactan la vida acuática, sino que principalmente afectan a la salud humana de la población de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis.

Del año 2015 al 2017 la población de la ciudad de Huánuco se incrementó de 86,995 a 87,923 habitantes, la ciudad de Pillco Marca

se incrementó de 27,619 a 27,917 habitantes a , la ciudad de Amarilis se incrementó de 78,155 a 78,993 habitantes , sumando un total de 194,833 habitantes (aumento de la población) y la cantidad de viviendas se incrementó de 15,500 viviendas a 17,399 viviendas (incremento de viviendas) los cuales cuentan con nuevos servicios de agua potable y genera aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) que son vertidas en el cuerpo receptor del río Huallaga, generando una contaminación ambiental.

En la ciudad de Huánuco la empresa prestadora de servicios SEDA HUANUCO capta el agua del río Higueras para brindar el servicio de agua potable a la ciudad de Huánuco, ciudad de Pillco Marca, ciudad de Amarilis, capta alrededor de 1,600 m³/seg y los almacena en 10 reservorios reuniendo un volumen total 12,331 m³ de agua potable. La dotación de agua según RNE es de 220 lts/hab/día para la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis, considerando un clima cálido. En el consumo de agua potable para la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis tenemos un Caudal promedio $Q_m=470,640$ lts/día, el Caudal máximo diario $Q_{m\ d}= 1.3 * Q_m = 611.831$ lts/día, el Caudal máximo horario $Q_{m\ h}=2.0 Q_m = 941.279$ lts/día.

La ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis generan aguas residuales con un caudal promedio de $Q_m=80\%$ de Q_m agua potable= 376,512 lts/día, el caudal máximo diario $Q_{m\ d}= 1.2 Q_m = 451,814$ lts/día, el caudal máximo horario= $3.5 Q_m=1,371.791$ lts/día, a esto hay que incrementar el ingreso por escorrentía de lluvias a los buzones, adicionales por las instituciones educativas, adicionales por industrias teniendo un caudal que ingresa a los emisores de $Q= 676,917.791$ lts/día que es el que regresa al medio ambiente en forma de agua residual (domésticas, municipales e industriales) a través de la red de alcantarillado sanitario existente en la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis que son vertidas al cuerpo receptor del río Huallaga.

Las aguas residuales albergan microorganismos que causan enfermedades (patógenos), incluyendo virus, protozoos y bacterias. Los microorganismos patógenos pueden originarse en los individuos infectados o en animales domésticos, de los cuales pueden o no presentar señales de enfermedad. La diarrea y la gastroenteritis se encuentran entre las principales causas de muerte en la región Huánuco.

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) influye en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) que generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017?
- ¿Cuáles son los parámetros que caracterizan las aguas del río Huallaga año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales)?
- ¿De qué manera la red de monitoreo (vigilancia y fiscalización) de las aguas del río permite controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales)?

1.3. Delimitación de la Investigación.

- **DELIMITACIÓN ESPACIAL.** -El área de estudio se encuentra localizado en la ciudad de Pillcomarca, Amarilis y Huánuco (tramo puente Huancachupa-puente Huayopampa), de la provincia de Huánuco, departamento de Huánuco, región Huanuco. El río Huallaga atraviesa la ciudad de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco de Sur a Norte en una longitud de cuatro kilómetros.
- **DELIMITACIÓN TEMPORAL.** -El presente trabajo de investigación es una investigación correlacional transversal pues se ha realizado en el año 2017.
- **DELIMITACIÓN SOCIAL.** - Las descargas de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) en el río Huallaga se ha convertido en un problema ambiental para la población de Pillco Marca, Amarilis y Huánuco, constituyéndose, lo que se busca identificado el problema es lograr el tratamiento de las aguas residuales y de este modo lograr la recuperación del río Huallaga, un importante recurso hídrico de la región Huánuco.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.

1.4.2. Objetivos específicos

- Identificar los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) que generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.

- Determinar los parámetros que caracterizan las aguas del río Huallaga año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).
- Analizar el monitoreo (vigilancia y fiscalización) cumplimiento de los ECAs para controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de las aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).

1.5 Justificación

La justificación del presente trabajo de investigación es determinar la contaminación del río Huallaga por la descarga del vertimiento de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales), lo cual genera una contaminación ambiental incumpléndose los LMP (vertimiento de aguas residuales) y los ECA (calidad de agua del río Huallaga), generar una conciencia y educación ambiental y participación multisectorial de las entidades involucradas (OEFA, ANA, DIGESA, SENACE, SIBNEFA, GOBIERNO REGIONAL, GOBIERNOS LOCALES) y buscar lograr el tratamiento de dichas aguas residuales para poder recuperar este recurso hídrico muy importante para la región Huánuco.

•Justificación Teórica

Este trabajo de investigación en su aplicación será de utilidad para posteriores investigaciones respecto a determinarse el grado de contaminación del río Huallaga, buscar un tratamiento adecuado en el marco de la legislación ambiental y lograr la recuperación de este recurso hídrico muy importante para la región Huánuco.

•Justificación Metodológica

Este trabajo de investigación servirá como bibliografía de consulta para las personas interesadas en conocer a mayor profundidad las causas de la contaminación del río Huallaga.

• **Justificación Práctica**

Este trabajo de investigación servirá para dar a conocer la caracterización de las aguas residuales vertidas al río Huallaga y la calidad de las aguas del río Huallaga, que permitirán tomar acciones positivas en la recuperación del río Huallaga.

1.6 Importancia

Es presente trabajo de investigación es importante porque se pretende analizar la influencia de las descargas de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) en el cuerpo receptor del río Huallaga, determinar su grado de contaminación y con ello brindar información a las autoridades competentes y a los interesados sobre el tema para plantear la alternativa de solución que va en la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en Huánuco y de ese modo lograr la recuperación del río Huallaga que a la fecha presenta problemas de contaminación en sus aguas.

1.7 Limitaciones

En la presente investigación se indica como limitantes los siguientes factores:

- **Económicos:** debido a la falta de disponibilidad de laboratorios acreditados por el INACAL en la región Huánuco y solo disponer del laboratorio de la DIRESA y la información proporcionada por el ANA-ALA-H-SDGGRH, para la caracterización de las aguas residuales y la calidad de aguas del río Huallaga.
- **Tiempo:** debido a la falta de disponibilidad bibliográfica sobre el tema relacionado con la contaminación del río Huallaga.
- **Alcance:** sirva como base de datos para futuras investigaciones sobre la contaminación del río Huallaga.

CAPITULO II
FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Marco Referencial

Este aspecto se refiere al conjunto de aportes teóricos existentes sobre el problema objeto del presente, estos se encuentran contenidos en fuentes documentales que son investigaciones previas que se han tomado y que nos servirá para la argumentación de la hipótesis propuesta.

2.1.1. Antecedentes de la investigación

ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Loayza, E (2009). En su trabajo de investigación *“Diagnostico de contaminacion de agua en la quebrada camaronera, parque nacional Manuel Antonio, area de conservacion pacifico central, MINAET Costa Rica”*, concluye:

- La Quebrada Camaronera está bastante afectada por la contaminación, sin embargo, se pueden resaltar zonas con mayor o menor impacto. La zona más impactada es la baja, ya que se encuentra bajo la influencia de la mayor cantidad de actividades comerciales y residenciales. Los sitios que se identificaron con menor contaminación son aquellos que se caracterizan por estar más alejados de la actividad humana.
- La ausencia de un Plan Regulador en el área de influencia directa del Parque propicia el crecimiento descontrolado de la infraestructura turística, con todos los problemas asociados como la fragmentación y pérdida de hábitat para la vida silvestre, la carencia de una adecuada recolección y tratamiento de los desechos sólidos y líquidos, la necesidad creciente de suministro de agua potable, energía eléctrica y otros servicios.
- Las características topográficas de la zona, como que el mar está más alto que el nivel del suelo de Quepos centro, contribuye al problema de los drenajes y de las aguas negras. Esto acontece en la inundación de terrenos, en zonas precarias, aledañas a zonas de protección como lo es la quebrada Camaronera.

- Aunque no se puede comprobar la relación directa de enfermedades con la quebrada, su estado puede facilitar la proliferación de vectores y convertirse en un problema de salud pública, debido (entre otros factores) a la cantidad y acumulación de desechos sólidos y Coliformes fecales que se observaron en el cauce.
- A pesar de que en Costa Rica se ha concretado legislación y reglamentación para la disposición de aguas residuales, en el área en estudio se ha identificado la ausencia del cumplimiento de esta en algunos de los casos y viviendas en particular
- La mayoría de los territorios aledaños a la quebrada, así como la naciente no cumplen con las especificaciones legales respectivas a las zonas de protección indicadas en la Ley Forestal.
- La falta de educación ambiental, técnicas de tratamiento y recursos son las principales causas de los ineficientes métodos de vertido de aguas residuales y de la mala disposición de desechos sólidos.
- Las zonas de descarga de aguas residuales están colapsando. El consumo y el abasto de agua en el hotelería son muy grandes, sin tener un sistema de alcantarillado sanitario que pueda darle el tratamiento a esta agua.

Según (Hidalgo, M & Mejia, Elizabeth (2010). en su trabajo de investigación *“Diagnóstico de la contaminación por aguas residuales domésticas, cuenca baja de la quebrada la macana, san Antonio de prado. Municipio de Medellín”*, concluye:

Los sistemas de tratamiento integrales cuentan varias cámaras y la primera de ellas hace las veces de trampa de grasas, lo cual implica que los mantenimientos deben de ser más frecuentes para asegurar un buen funcionamiento, porque excesos de descargas grasas pueden causar una colmatación e inoperancia del sistema.

Los sistemas tradicionales de tratamiento de aguas residuales pueden complementar con un tratamiento dado por campos de infiltración y pocas veces se realiza vertido directo de la descarga

al suelo o a la fuente. Las condiciones topográficas y de los suelos encontrados en el corregimiento de San Antonio de Prado, que presentan una alta susceptibilidad a los procesos erosivos lo que genera deslizamientos, cárcavamientos, restringen la posibilidad de realizar este tratamiento complementario.

Sin embargo, el factor pendiente en el caso particular de la quebrada La Macana es un factor positivo porque ayuda a la oxigenación de la corriente y a la autodepuración de la misma produciendo un efecto de dilución sobre los diferentes parámetros. No obstante, lo anterior, la capacidad de autodepuración de la corriente tiene un límite, el cual puede ser rebasado si se presentan fallas en los sistemas por falta de mantenimiento, si se superan las capacidades poblacionales para las cuales fueron diseñados los sistemas, si no se controla las descargas directas y futuras. Es importante ejercer un control especial sobre las actividades económicas de la zona tales como avícolas y piscícolas en lo relacionado con el manejo de las descargas, las cuales merecen en tratamiento especial.

Con esta monografía se evidenció que el sistema de tratamiento de aguas residuales implementado en la cuenca baja de la quebrada La Macana está funcionando adecuadamente y es efectivo; sin embargo se resalta que para garantizar este buen funcionamiento en el tiempo es necesario que se controlen los siguientes aspectos: El diagnóstico, el diseño de acuerdo a las necesidades de la población y a las características del entorno, la construcción, la puesta en marcha del sistema (inoculación) y sobre todo el mantenimiento adecuado.

Para el tramo objeto de estudio un 10% de los habitantes no cuentan con sistema de tratamiento de aguas residuales por encontrarse en zona de alto riesgo, descargando directamente a la quebrada y produciendo el 38% de la carga contaminante. Dado que estos representan un porcentaje importante se recomienda implementar para ellos un sistema de tratamiento no convencional que permita mediante mangueras y tuberías flexibles y recoger

estas aguas residuales y llevarlas hasta un sitio donde sea posible realizar el tratamiento con el fin de disminuir esta carga contaminante y mejorar la calidad del agua de la fuente receptora.

En general la cuenca presenta contaminación por Coliformes totales, todas las muestras tomadas en el tramo de estudio presentan calidad de agua deficiente desde el punto de vista bacteriológico de acuerdo con el RAS 2000. Esta situación es necesaria de controlar dado que estos organismos son altamente infecciosos y son los responsables de causar enfermedades. Para lo anterior es necesario seguir las recomendaciones sobre el mantenimiento dadas en la cartilla en relación con la disposición adecuada de los lodos evitando realizar estas descargas a través de la purga del tanque directamente la fuente natural; esta debe ser mezclada con tierra, basura orgánica, hierba cortada y cal para ser utilizada como abono dispuesto en un hueco a una distancia adecuada de las viviendas.

Resulta importante que con el apoyo de la universidad se pueda avanzar en futuras trabajos de maestría que permitan ampliar el alcance de la presente investigación o realizar esta investigación en cuencas similares a la estudiada con miras a implementar una red de monitoreo desde la academia, información está de gran valor para la comunidad y el medio ambiente.

Gonzales, O. & Navarrete, F. (2014-2015). *“Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre andrés de vera y picoazá, del cantón portoviejo. Universidad Técnica de Manabí. Ecuador”*, concluye:

- Una vez identificadas y georreferenciadas las fuentes que inciden directamente en la contaminación del río Portoviejo en el tramo de estudio, se puede indicar que la principal fuente que afecta la calidad de agua del río es el vertimiento de aguas residuales a la cuenca.

- En el estudio realizado se identificaron 20 descargas de aguas residuales las cuales se pudo corroborar mediante la medición del OD y la verificación en campo, pues se puede observar que en los colectores de alcantarillado pluvial existen descargas permanentes en época seca que fue realizada esta investigación y calculado su caudal aproximado de vertimiento.
- Se puede identificar también otro factor importante que son la acumulación de residuos sólidos, principalmente en los puentes de acceso a la ciudad de Portoviejo, identificados en el presente trabajo con los puntos 0,3,5,7,8,10,14 y 21 respectivamente (Tabla No.9).
- De las mediciones de oxígeno disuelto realizado en los vertimientos para caracterizar aproximadamente su calidad de agua, se puede indicar que el vertimiento 13 identificado en la ciudadela La Paz llegó a obtener un valor de 0,90 mg/l, lo cual demuestra que es un residual muy contaminante. Además, la mayoría de vertimientos verificados tienen rangos inferiores a 4 mg/l. También se puede indicar que mediante la caracterización del OD en la descarga de las lagunas de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Portoviejo, esta no cumple con lo reglamentario para este parámetro pues la norma indica que no puede ser inferior a 6 mg/l y se obtuvieron valores bajo este límite (Tabla No. 12).
- De las mediciones de OD en el río entre las descargas de vertimientos se puede concluir que el tramo de estudio cuenta con una capacidad de autodepuración principalmente entre el punto 0 al 8, pues a medida que se aleja del punto de descarga el OD se va recuperando. Sin embargo, se puede también indicar que desde el tramo 8 al 14 existe una mayor afectación, así como posterior a la descarga del punto 19 en que el OD baja considerablemente. (Ver anexo 1.)
- Varios de los parámetros que se alteran a lo largo del tramo de estudio son el color y el olor del agua y se produce sedimentación

putrefacta en el lecho del río, esto colabora con la proliferación de lechuguines o jacintos de agua que inciden en dichos parámetros.

- Es visible la presencia de animales (avícola, porcino y vacuno) cuyos desechos son vertidos sin tratamiento al Río Portoviejo

Huertas, F.& Sanchez, C.(2009). *“Seguimiento de las descargas de aguas residuales del sistema de alcantarillado sobre canales y quebradas en Bogotá: caso río Arzobispo. Universidad de la Salle-Medellín. Colombia”*, concluye:

La evaluación del impacto ambiental generado por el hombre en el Río Arzobispo Tramo 1 (Parque Nacional – Kr. 7 con Calle 39) y Tramo 2 (Calle 39 entre Kr 7 y Kr 14), se encuentra que muchos de los indicadores de calidad del agua en la corriente están dentro del rango de calidad “buena”, no obstante, el indicador que arrojó resultados preocupantes fue el de Coliformes totales. En este sentido, es evidente la participación activa de descargas de aguas residuales.

Para el tramo número tres (Kr. 14 con Calle 39^a – Kr. 24 con Calle 45) la calidad del agua pasa a un rango de “calidad aceptable”, en donde, se encuentran valores altos en la DBO5 y Coliformes. Estos valores indican un aumento en la concentración de materia orgánica en este tramo y sostenimiento de las concentraciones de Coliformes. Al mismo tiempo, el agua del río en el tramo 3 adquiere un color turbio y existen los primeros indicios de malos olores debido a las grandes descargas de aguas residuales y las intrusiones por indigentes.

Finalmente, en el tramo final del estudio, Kr. 24 con Calle 45 – Kr. 30 con Calle 49^a, la calidad del recurso mantiene una “aparente aceptabilidad”. En este tramo se encuentra la gran descarga del aliviadero de aguas residuales del sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad en la zona. Si bien existe un aporte considerable de aguas residuales que poseen condiciones de mala calidad del agua, previamente ha existido un proceso de aireación

del caudal en los tramos del canal que mantiene, en valores ahora moderados, las concentraciones de materia orgánica. De igual forma, una parte de los Coliformes se ha degradado previo a la descarga del aliviadero. En este último tramo, los parámetros analizados aumentan sus concentraciones. Por su parte, el color del agua se hace más turbia y el mal olor del agua ya es evidente debido a los contenidos y procesos biológicos de degradación de la materia orgánica.

Entre los posibles planes de mejoramiento se encuentra el desarrollo de obras de optimización/ampliación del alcantarillado en la zona con el fin de reducir a cero las descargas de aguas residuales al canal. En este sentido, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá tiene que responsabilizarse de la rehabilitación y optimización del sistema de alcantarillado de la zona de estudio y debe establecer un marco normativo que indique los usuarios sobre cuál debe ser el uso y el manejo del recurso, esta última tarea acompañada con las autoridades ambientales involucradas. Finalmente, la EAAB debe empatar las descargas de aguas residuales de algunas casetas en el parque nacional a los sistemas de alcantarillado sanitario en la zona.

Al mismo tiempo, se necesita la participación de las empresas de aseo urbano para la recolección permanente de basuras y la acción de la policía nacional para retirar indigentes que atentan contra la seguridad e integridad del recurso. Con relación a las descargas se debe monitorear su desarrollo y evaluar el costo de la descarga en términos de impacto ambiental, que deben ser asumidas por la EAAB. La entidad ambiental encargada debe asumir su responsabilidad y exigir el cumplimiento de las normas respectivas. Se debe generar una cultura ciudadana sobre el uso y el cuidado adecuado del recurso agua que es de vital importancia para la vida humana y realizar seguimientos y controles en la ronda del Río Arzobispo para mejorar la calidad del recurso y de la zona por la que este recorre la ciudad.

Finalmente, en el desarrollo del problema de afectación de la calidad del agua del Río Arzobispo en el tramo de estudio y sus consecuencias en el ambiente, la sociedad y economía de la región asociada, que se agravan aguas abajo del último punto de análisis, se encuentra que la normatividad que restringe el impacto humano de las corrientes superficiales existe pero sus ambigüedades, incumplimiento de las responsabilidades de las autoridades ambientales, falta de voluntad política de las autoridades y el desinterés de los ciudadanos para propender por mejores ambientes urbanos son hoy las situaciones que generan problemas de contaminación de corrientes en entornos urbanos. En este sentido, la academia y los líderes de opinión deben ser los actores que presionen a las autoridades e instituciones para actuar decididamente en la mitigación de los impactos generados en el recurso agua que es cada vez más indispensable.

ANTECEDENTES NACIONALES

Reyes, C. (2012). *“Estudio de la contaminación de las aguas del río Chillón. Tesis para optar el grado académico de maestro en ciencias con mención en minería y medio ambiente. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. Lima”*, concluye:

- La Cuenca del río Chillón, se encuentra comprendida entre la Cordillera de la Viuda, por el Este, y el borde del Océano Pacífico por el Oeste. Tiene una superficie aproximada de 2,225 Km², un perímetro de 279 Km y una pendiente topográfica media de 4.5%.
- En el amplio cono deyectivo del río Chillón, se presenta un extenso y potente manto freático, actualmente sometido a una indiscriminada explotación, con un bombeo equivalente a 1600 litros/ segundo.
- La recarga de esta napa freática se produce mediante dos fuentes de alimentación:

- De las filtraciones de las aguas del río Chillón y de sus canales de riego.
 - Por el afloramiento de aguas de profundidad en el área del Zapallal, con temperaturas de 26 y 27°C.
 - Las fuentes de agua del río Chillón son de 4 tipos:
 - Agua superficial no regulada (Esguerrimiento superficial del río Chillón).
 - Agua superficial regulada Represamiento de las lagunas.
 - Agua subterránea.
 - Agua de recuperación o de cola.
-
- En la zona agrícola es posible la ocurrencia de un peligro físico natural, la cual está siendo ocupada por asentamientos humanos de manera informal, las viviendas existentes en dicha zona han sido construidas con material noble, y se han usado dosificaciones inadecuadas de mezclas en la cimentación, lo cual significa que no se tuvo en cuenta que la napa freática se encuentra en la actualidad a 20 cm, de la superficie del suelo.
 - En las Pampas de Ventanilla existen condiciones muy favorables para las ocurrencias de fenómenos de licuefacción espontánea de las arenas.
 - Las características geomorfológicas de la Cuenca húmeda o receptora de lluvias (superficie accidentada con fuertes pendientes) y su bajo poder retentivo de humedad (suelos con escasa cobertura vegetal) determinan que las descargas del río tengan una respuesta inmediata a las precipitaciones pluviales.
 - En el escenario a corto plazo los niveles de confiabilidad indican que existirá un déficit hídrico de 16.5 MMC entre los meses de julio y diciembre, agudizándose el nivel en el mes de diciembre, principalmente en los sectores San Lorenzo, Carabayllo, Isleta y La Cachaza, esto último debido a que se espera mayor competencia entre los usos agrícola y poblacional.

- En la Cuenca del río Chillón, se han identificado cinco (05) unidades hidrogeológicas, siendo los depósitos aluviales los más importantes para la prospección y explotación de las aguas subterráneas.
- Actualmente se explota del acuífero una masa de agua subterránea, equivalente a 66'153,985 m³ por año, mayormente utilizados para uso doméstico (40'365,257 m³).
- La cuenca baja del río Chillón, en caso de ocurrencia del fenómeno El Niño es propensa a inundaciones producto de la crecida del río Chillón, debido a que se encuentra ubicado en un foco de deyección natural del río, existiendo en dicha cuenca viviendas y plantas envasadoras de gas licuado.
- En la Encañada Chuquitanta, debido al represamiento inducido por la Encañada Cucaracha, se está produciendo la sedimentación de los sedimentos que el río acarrea desde la cuenca alta; proceso intensificado por la abundante acumulación de desmontes urbanos de la Ciudad de Lima y El Callao. Estos procesos están poniendo en peligro la Zona por que las máximas crecidas podrían generar desbordes del río y causar destrucción de extensas zonas urbanas de Chuquitanta.
- De acuerdo a la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 y la Resolución Jefatural N° 002-2010 –ANA, Anexo N° 1, clasifica a las aguas del río Chillón como Categoría Subc: 1-A2.
 - a) Desde el Puente Huaros hasta el Km 90 aguas abajo de Canta - zona óptima.
 - b) Desde el Km 90 aguas abajo hasta la altura del Puente Magdalena – zona de mediana a baja contaminación.
 - c) Desde la altura del Puente Trapiche en adelante – zona de mayor riesgo potencial de contaminación. En esta ubicación le corresponde la Categoría 3, “Agua a ser usada para riego de vegetales de tallo bajo y tallo alto”.
- La contaminación en la cuenca baja del río Chillón, depende de una serie de factores entre los que se puede señalar las

actividades humanas que la consideran como un botadero de basura, las actividades industriales dedicadas a la fabricación de pinturas, fundición, papeleras clandestinas, reciclaje de residuos sólidos, acumulación de desmonte, crianza de animales, arrojamiento de aguas residuales, asentamientos humanos (AA.HH), los cuales carecen de servicios de agua y desagües se aprecia que el color de las aguas del río Chillón se deterioran, existiendo un total incumplimiento de las normativas existentes.

- Otro de los impactos negativos más fuertes en la cuenca baja del río Chillón, es la existencia de criaderos de cerdos cercanos a la ribera del río que en su mayoría se alimenta de basura arrojada al río. Siendo, los desechos o desagües de estas actividades son abiertamente arrojados al lecho de río sin siquiera recibir dichos efluentes un mínimo tratamiento primario.
- El agua del río Chillón no es apta para riego de vegetales y bebida de animales ya que la concentración de dos parámetros como son Coliformes fecales y Coliformes totales superan el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para el agua en la categoría 3, siendo su principal fuente de contaminación el canal de la Cachaza, por lo tanto, los Coliformes fecales y Totales, superan los valores del ECA, D.S N° 002.2008-MINAM, Categoría Subc: 1-A2, Categoría 3.
- En un estudio realizado por Inrena se señala que el 86% de las muestras analizadas de agua de pozo no son aptas para consumo humano, siendo las fuentes de contaminación las prácticas inadecuadas del manejo del agua y el agua del canal de la Cachaza que se infiltra en el manto freático.
- En las visitas de campo se observa, que la Junta de Regantes de terrenos de cultivo del río Chillón utilizan al máximo el agua del río, de tal manera que se llega a ver tramos del cauce completamente secos, luego el caudal se incrementa con caudales procedentes de descargas de criaderos de cerdos y descargas industriales ubicadas en las riberas del río, tal como

viene ocurriendo cerca de la Asoc. San Martín de Porres en Carabayllo.

- Los agricultores del valle del río Chillón que se ubican aguas abajo de la descarga del vertimiento de las industrias papeleras son los más perjudicados ya que este efluente al ser descargado en las aguas del río Chillón trae consigo gran cantidad de sustancias orgánicas cloradas y soda cáustica produciéndose dioxinas. El impacto negativo de estos efluentes se muestra en la fotografía N° 10-1, se observa que los suelos de los sembríos de flores y hortalizas se ven contaminados por estos productos químicos.
- Cabe mencionar que en la reunión de junta de regantes del río Chillón se observa la pasividad del gobierno central, sobre todo la ANA, ya que en varias oportunidades dichos usuarios se han quejado de la gran contaminación de los efluentes de la papelería Yesicar y la Resolución Directoral N° 073-2011-ANA-DGCRH, dice que dichos efluentes de esta papelería se encuentran dentro de los valores del ECA para agua, y el D.S N°002.2008-MINAM, Categoría 3, pero la contaminación del canal de la cachaza, se sigue produciendo ya que estos señores arrojan sus efluentes en horas de madrugada para de ese modo evadir los resultados de toma de muestras.
- Debido a la excesiva contaminación de las aguas del río Chillón en la cuenca baja se reportan enfermedades de tipo diarreico, malaria, dengue, intoxicaciones severas e infecciones respiratorias.
- Cuando las aguas residuales sin tratar son vertidas a los cuerpos de agua, el hábitat de la vida acuática y marina se verá afectado por acumulación de sólidos, el oxígeno disminuirá por la descomposición aerobia de la materia orgánica y los organismos acuáticos se perjudicarán debido a la presencia de sustancias tóxicas, pudiéndose producir la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar la pesca y las áreas recreativas.

- El Gobierno para el presente año ha otorgado medidas extraordinarias con la finalidad de acelerar la ejecución de ampliación y mejoramiento del colector de Puente Piedra y el tratamiento de aguas servidas del área de drenaje de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Puente Piedra, esperamos se haga efectiva tal medida.
- Por otro lado, cabe señalar que no sólo el Estado es el único que invierte; también existen algunas Organizaciones No Gubernamentales (ONG), que lo hacen en este sector de agua y saneamiento, pero les falta un control y la Fiscalización de los órganos competentes.
- Observamos que la contaminación de las aguas subterráneas se produce por la migración de los contaminantes desde la superficie hasta los acuíferos subterráneos adyacentes. Este proceso es relativamente lento, dependiendo principalmente de las características del suelo y del tipo de contaminante, así, por ejemplo, los metales pesados peligrosos (cadmio, plomo, arsénico, hierro) tienden a ser inmovilizados por precipitación, u otros procesos, en muchos acuíferos, pero migran significativamente en sistemas de aguas subterráneas con bajo pH.
- De los vertimientos hallados en la Cuenca del río Chillón, se concluye finalmente que ninguno de ellos recibe siquiera un tratamiento primario.
- Finalmente decimos que la educación es la mejor arma para combatir todos y cada uno de estos males y generar una salud ambiental en el entorno de la Cuenca del río Chillón, Las Municipalidades y el gobierno local, con el apoyo de la empresa privada, tienen el deber de realizar actividades de concientización, sobre todo en las escuelas, ya que finalmente son los niños y jóvenes los más afectados con las contaminaciones de las aguas del río Chillón.

ANTECEDENTES LOCALES

Pomahuali, T. (2014). *“Identificación de fuentes contaminantes de los cuerpos naturales de agua superficial jurisdicción de la Administración Local de Agua Tingo María. Informe de práctica pre profesional. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María”*, concluye:

1. Se identificó cuarenta y cinco (45) puntos de vertimientos de aguas residuales domésticas (52%), veinte (20) puntos de vertimientos de aguas residuales de actividades productivas (23 %), dos (2) puntos de descargas de agua de mina (2%), así como también se identificó dos (02) pasivos mineros.
 2. Asimismo se identificó dieciocho (18) botaderos de residuos sólidos de los cuales trece (13) ubicados en la ribera del río Huallaga y cinco (05) en la ribera de los ríos tributarios.
 3. Se determinó que la DBO5 de un tramo del río Huallaga desde Cayumba hasta el sector la Muyuna (4 puntos de muestreo), de la quebrada Cocheros y del río Tulumayo sobrepasan los ECAs para agua.
 4. Se determinó la carga contaminante que aporta algunos tipos de agua residual al río Huallaga que es de 44.62 kg/día, 2.36 kg/día y 6.56 Kg/día que aporta el agua residual doméstica de Cayumba, el agua residual de la granja porcina y el del camal Municipal de Tingo María respectivamente.
 5. Se propuso 15 puntos de monitoreo de la calidad del agua en base de la identificación de fuentes contaminantes en la jurisdicción de la Administración Local de Agua Tingo María.
- Soto, F. (2014). *“Caracterización de la calidad del agua superficial en las microcuencas del ámbito de la Administración Local de Agua Tingo María. Informe practica pre profesional. Universidad Nacional Agraria La Selva. Tingo María”*, concluye:
- El potencial de Hidrogenión en las aguas de la Quebrada Cocheros, Rio Supte, Rio Aucayacu, Rio Sangapilla y del Rio Huallaga son ligeramente básicas, en ninguno de los puntos

evaluados los valores obtenidos exceden los establecidos en los ECA para agua.

- Se determinó de acuerdo a los valores de los resultados de Oxígeno Disuelto, a excepción de las aguas de la Quebrada Cocheros parte baja, las aguas del Río Supte, Río Aucayacu, Río Sangapilla y del Río Huallaga son consideradas de Buena calidad, en veinte de los veintidós puntos evaluados los valores obtenidos se encuentran por encima del valor mínimo establecido en los ECA para agua.
- De acuerdo a la Conductividad Eléctrica, las aguas de la Quebrada Cocheros, Río Supte, Río Aucayacu, Río Sangapilla y del Río Huallaga han sido clasificadas para la agricultura como aguas de buena calidad, en ninguno de los puntos evaluados los valores obtenidos exceden los establecidos en los ECA para agua.
- La DBO5 en el Río Huallaga, Quebrada Cocheros y Río Tulumayo nos indica una elevada contaminación orgánica.
- De acuerdo a la correlación de parámetros (pH, OD y CE), se determinó que la temperatura es un factor influyente en la variabilidad de los parámetros evaluados.

Tamani, Y. (2014). *“Evaluación de la calidad de agua del río negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytía. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María”*, concluye:

1. La evaluación de los parámetros fisicoquímicos determinaron que las aguas del río negro son de buena calidad, a excepción de la demanda química de oxígeno que mostró concentraciones muy elevadas de carga orgánica. Y la evaluación de los parámetros microbiológicos determinaron que las aguas del río negro no son de buena calidad.
2. Las comparaciones con los Estándares de Calidad Ambiental determinaron que las aguas del río Negro a partir de la estación E-02 no son de buena calidad en las categorías I, III y IV (categoría del río) por lo tanto no son para uso poblacional ni

recreativo y no presentan características óptimas para la conservación del ambiente acuático.

2.1.2. Referencias Históricas

El río Huallaga tiene su nacimiento en la laguna Taulicocha, en la parte alta del Cerro de Pasco, se debe a la unión entre los ríos Ticlayan, Pucurtuay y Pariamarca. Recibe a su vez las aguas del Río Huertas, el cual posee un gran caudal. El río Huallaga recorre hacia el Norte y Nor-Este por los departamentos de Pasco, Huánuco y San Martín, alcanzando mayor amplitud en el departamento de Huánuco.

La cuenca alta del río Huallaga es una zona con una densidad poblacional sumamente baja y carente de áreas agrícolas, la mayoría de las cuales se cultivan al secano (ríos de precipitación); por lo que se estima que el uso de las aguas para el consumo humano, agrícola y minero-industrial es sumamente bajo y no llega ni siquiera al 25 por ciento, del caudal mínimo de la época de estiaje (10.3 m³/s) (Espinoza, E. 2002).

Se realizó el estudio de la Calidad de Aguas de los ríos Huallaga, San Juan y Tingo. El análisis de la calidad de aguas de los ríos Huallaga, San Juan y Tingo, fue impulsado con la finalidad de conocer la situación de estos recursos hídricos respondiendo a la problemática expresada por las comunidades. De ellas podemos destacar: Alteración de los recursos hídricos, causados por la disposición de residuos líquidos provenientes de empresas mineras; situación que es denunciada constantemente por pobladores ante el Centro Labor. Alteración de los recursos hídricos causados por la disposición de aguas servidas (Caracterizada por un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas) y residuos sólidos. No existe una planta de tratamiento de aguas servidas para la ciudad de Cerro de Pasco. No se cuenta con un Relleno Sanitario operativo para la ciudad de Cerro de Pasco. Desconocimiento de la población sobre datos actuales de parámetros que demuestren la situación

actual de los recursos hídricos (pH, temperatura, sólidos totales disueltos, Coliformes fecales, metales). Para la toma de muestras y análisis respectivo se contrató a Environmental Quality Analytical Services S.A. – EQUAS S.A.; acreditada por INDECOPI con el Sistema de Calidad ISO/IEC 17025, Resolución N° 101-2007/CRT-INDECOPI. Las muestras fueron tomadas el 8, 9 y 10 de junio del 2008. El análisis e interpretación de los resultados de Calidad de Agua, se realiza considerando los Valores Límites establecidos por la Ley General de Aguas D.L. 17752 y sus modificatorias al reglamento, artículo 81 y 82 efectuados mediante D.S. 007-83-SA y D.S. 003-2003 SA, por el uso que tienen los cuerpos de agua establecidas en la Clase III “Agua para riego de vegetales de consumo crudo y bebida de animales”. El estudio promovido por el Centro Labor contó con el apoyo de Christian Aid y de Heifer Project Internacional Perú. Los resultados de los niveles de zinc alcanzados están por debajo de las normas nacionales e internacionales. Este parámetro supera significativamente los niveles permisibles nacionales e internacionales, el punto más crítico es E-3 300 mg/L correspondiente a la muestra Río Huallaga, Comunidad Campesina de Yanapampa, seguido de los puntos E-6 (Río Huallaga, Comunidad Campesina Salcachupan), E-7 220 mg/L (Río Huallaga a 200 m aguas debajo de la unión con el río Tingo), E-1 210 mg/L (Río Alto Huallaga, Paríamarca) y E-4 180 mg/L (Río Huallaga, Chicrin – puente), los altos niveles de Coliformes fecales en estos puntos posiblemente se deban a la carga orgánica que emiten dichas comunidades al río, siendo que muchas de estas emiten sus aguas residuales al río Huallaga sin ningún tratamiento. Los puntos donde la cantidad de Coliformes fecales es disminuida están ubicados en E-2 19 mg/L (Río Huallaga, a 60 m aguas debajo de la unión con el río Pucayacu) esto posiblemente este influido por el descenso de carga orgánica emitida por una población y E-5 (Río Huallaga, Comunidad Campesina Malauchaca). Este último resultado no parece coincidir con el razonamiento anterior, ha de tenerse en cuenta si en este lugar existen pozos sépticos donde se trate el agua

antes de ser enviado al río, u otro factor externo que contribuya a este resultado.

A nivel Nacional a partir del 01 de abril de 2009, ha entrado en vigencia la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, la Autoridad Nacional del Agua entidad que responsable de la protección de los recursos hídricos y los bienes asociados. En este marco la Autoridad Nacional del Agua, en su condición de ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, y en cumplimiento a lo establecido en dicha Ley, es responsable de la vigilancia de la calidad en los cuerpos naturales de agua del país; así como también de la fiscalización de la calidad del agua por el otorgamiento de autorización de vertimiento y/o reuso de aguas residuales tratadas. La Autoridad Nacional del Agua (ANA) ha advertido que el estado de calidad de agua de la parte alta del río Huallaga y tributarios son de naturaleza neutra, con presencia de Coliformes termo tolerantes y nitrógeno amoniacal que superan el ECA-Agua. La presencia de estos parámetros se debe a las descargas de aguas residuales domésticas. (Huaman,G., Cosme, W., y Chavez. L., Diciembre 2008)

Los ríos, Huallaga e Higueras, hacen parte de la red hídrica del distrito de Huánuco, fuentes que revisten una gran importancia para la ciudad, tanto por sus usos actuales como por sus potenciales. Por ejemplo, el río Higueras abastece de agua para la obtención de agua potable a la ciudad de Huánuco, asimismo ambos ríos han sido utilizados como sistemas de irrigación y de recreación, además ha hecho parte del componente paisajístico de relevancia para la ciudad.

Sin embargo, la calidad de las aguas de ambas fuentes se ha venido deteriorando progresivamente limitando su aprovechamiento, debido a los vertimientos de aguas residuales provenientes de las viviendas e industrias de nuestra ciudad a través de las conexiones erradas

existentes en el sistema de alcantarillado pluvial que drena sobre ambos cauces.

La Dirección de Salud Ambiental de Huánuco DIGESA, también ha realizado el monitoreo del agua del río Huallaga, indicando que el 40% de la población de zonas rurales beben agua no apta para consumo humano, porque contiene Coliformes fecales.

2.2.- Marco Normativo o Legal

-Constitución Política del Perú (1993)

-Ley No. 28611 “Ley General del Ambiente” (2005), en su Título II de los sujetos de gestión ambiental en su capítulo 3. Población y Ambiente, establece que, la prevención de riesgos y daños a la salud de las personas es prioritaria en la gestión ambiental. Asimismo, menciona que es responsabilidad del estado a través de la Autoridad de Salud y de las personas Naturales y Jurídicas, contribuir a una efectiva gestión del ambiente y de los factores que generan riesgos a la salud de las personas. Además, afirma que la Política Nacional de Salud incorpora la política de Salud Ambiental como área prioritaria, a fin de velar por la minimización de riesgos ambientales derivados de las actividades y materias comprendidas bajo el ámbito de este sector.

-D. S. N° 004-2017-MINAM; que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, el 16 de junio del 2017.

-Ley No. 29338 “Ley de Recursos Hídricos”; de acuerdo a la primera disposición complementaria Transitoria entra en vigencia a partir del 01 de abril del 2009.

-D.S N° 023-2009-MINAM del 19 de diciembre de 2009, aprueban disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua.

-Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA del 22 de marzo del 2010, aprueban la clasificación de los cuerpos de agua superficiales y marino costeras.

-D.S N° 001-2010- AG del 24 de marzo del 2010, aprueban el Reglamento de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos.

-D. S N° 003-2010-MINAM, Aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales (PTAR).

-Ley General de Salud No. 26842; en la cual indica que el Ministerio de Salud, a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), es la Autoridad encargada de la Protección del Ambiente para la Salud, conforme se establece en el Título II: DE LOS DEBERES RESTRICCIONES Y RESPONSABILIDADES EN CONSIDERACION A LA SALUD DE TERCEROS, en los art. 103 al 107 del CAPÍTULO VIII: DE LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE PARA LA SALUD.

-Ley No. 29712 “Ley que modifica la ley 26842, Ley General de Salud, sobre funciones y competencias de la Autoridad de Salud”, modificación de los artículos 105, 106 y 122.

-Resolución Ministerial No. 258-2011/MINSA del 7 de abril del 2011, aprueban documento técnico “Política Nacional de Salud Ambiental 2011-2020, cuarta política, calidad sanitaria de los recursos hídricos.

-Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA del 11 de enero del 2016, aprueba el protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hidricos Superficiales.

2.3. Marco Conceptual

Aunque el agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas regiones del país, este

deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país, pues constituye un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento tanto en calidad como en cantidad y por ende la salud de las personas, las actividades pecuarias, agrícolas y la conservación del medio ambiente.

Las causas principales de esta deficiente calidad del agua son la falta de tratamiento de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) que son vertidas a fuentes naturales de agua. La contaminación del agua varia en intensidad de acuerdo con las distintas zonas del país y dependen de las actividades humanas y productivas predominantes en dichas zonas.

La magnitud de los problemas de contaminación por aguas residuales depende, por un lado, de las fuentes de aguas residuales, los volúmenes vertidos, tasa de residencia, tipos y cargas de contaminantes, y, por otro lado, de la resiliencia del cuerpo receptor, es decir de la capacidad para diluir y asimilar aquellos nutrientes en función de su hidrodinámica fluvial.

Los vertimientos de aguas residuales de origen doméstico, municipal e industrial sin ningún tipo de tratamiento, son también responsables del deterioro del cuerpo de agua de un río.

-CONTAMINACION

Se denomina contaminación a la introducción directa o indirecta en el ambiente de diferentes elementos que debido a su composición puedan representar un peligro para la salud así como para la vida vegetal y animal, la contaminación puede ser de origen natural o antropogénica, generando como consecuencia el deterioro de la naturaleza; En otras palabras la contaminación es el cambio indeseable de las características físicas, químicas y microbiológicas del aire, suelo y agua; que puede dañar o afectar a los seres vivos (Mora y Mata, 2003).

-CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Se define como contaminación del agua a la excesiva presencia de materia orgánica, o sustancias tóxicas no orgánicas de tal modo que sobrepasan los parámetros establecidos.

Contaminación Orgánica: Esta contaminación es definida por la presencia excesiva de materia orgánica en descomposición o en estado de descomposición presente en el agua; generando la disminución de oxígeno en el ambiente acuático debido a la excesiva presencia de desechos orgánicos en la superficie los cuales impiden el paso de la luz solar a este ambiente acuático. Cuando el agua de lagos o ríos está sobrecargada de desechos orgánicos, escasea el oxígeno y las plantas y animales pueden morir ya que esta masa densa obstaculiza el paso de la luz solar y el intercambio de gases con la atmósfera.

Contaminación Inorgánica: Se denomina contaminación inorgánica del agua a la presencia de sustancias tóxicas, las cuales son originadas principalmente por las industrias, por el uso excesivo de pesticidas, así como por lixiviados de mineras, entre otros; estas sustancias son liberadas sin previo tratamiento a los ríos, lagos o lagunas perjudicando a los seres vivos tanto animales como vegetales presentes en este recurso y otros que dependen de este importante recurso hídrico. (Barba, 2002, p.14)

La contaminación orgánica e inorgánica cuando exceden los parámetros establecidos tiene graves efectos para la población, agricultura y la ganadería, esto genera que el agua no pueda utilizarse para el riego de los cultivos ni para bebedero de animales y de ninguna manera para uso directo de la población.

-PRINCIPALES FUENTES DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Esas fuentes de contaminación pueden ser de origen natural como de origen antropogénico.

Naturales: Dentro de los contaminantes naturales tenemos a elementos que tan solo con su presencia en la corteza terrestre y en los océanos generan altos índices de contaminación a la biosfera, tal es el caso del mercurio; caso similar son los hidrocarburos, los cuales se encuentran en su estado natural, pero al mismo tiempo contaminan las aguas subterráneas.

Antropogénica: Esta contaminación es generada al momento que el hombre empieza a interactuar con el ambiente natural, debido al excesivo y descontrolado aumento poblacional, lo cual trae consigo la aparición de innumerables industrias, así como de diferentes agentes contaminantes originados por el hombre; a continuación, se detallan las principales fuentes de contaminación antropogénica del agua:

Industria. El principal problema de las industrias son sus vertimientos, ya que liberan sus aguas residuales a los cuerpos de agua sin ningún previo tratamiento, generando una de las mayores contaminaciones del agua.

Vertidos Urbanos. Son aguas negras, se caracterizan por su contaminación orgánica (fecal), disuelta o suspendida, la actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos.

Minería. Esta es la actividad que más contaminación emite, en todas las zonas donde se realiza la minería existe un fuerte impacto ambiental ya sea en el recurso agua, suelo, aire así mismo perjudica de gran manera a la salud.

Agricultura y Ganadería. En esta actividad el mayor problema es la contaminación generada por el excesivo uso de pesticidas, los cuales contaminan directamente el agua superficial y con el tiempo logran alcanzar el agua subterránea generando un problema aún mayor; además de contaminar el agua, también contaminan los vegetales y alcanzan a contaminar a los seres humanos al mismo tiempo. (Fernández, 2010, p.8).

-AGUAS RESIDUALES

Aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren un tratamiento previo. (D.S. N° 001-2010-AG).

METCALF (1985) menciona que la composición de las aguas residuales es muy variada. Para el caso particular de aguas residuales domésticas se tienen estudios que permiten determinar los contaminantes presentes, así como los rangos del grado de contaminación de las mismas.

El vertimiento directo de aguas servidas o residuales de las ciudades y pueblos a los ambientes acuáticos y sin tratamiento previo, es el problema más grave de contaminación de las aguas en todo el país, porque apenas se trata el 25% de los efluentes y en forma incompleta. (MINAM, 2008).

Se define como agua residual a las cuales ya han sido utilizadas y que deben de recibir un previo tratamiento antes de volver a ser utilizadas nuevamente. Se entiende que son aquellas aguas eliminadas por el ser humano luego de ser utilizadas en diferentes usos, como higiene personal, alimentación, limpieza, lavado de ropa, etc. La cual, luego de ser utilizada contiene microorganismos como bacterias, las cuales son nocivas para el hombre entre ellas tenemos: (Coliformes fecales, salmonellas, Vibrio cólera), también parásitos (guardia, helicobacter pylori, entamoebas) y protozoarios, etc. Así mismo contiene materia orgánica, son las partículas que están en suspensión en el agua y son aprovechados por las bacterias presentes. (Ramírez, 2011, p.35).

-CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES

Según la Autoridad Nacional del Agua. ANA (2010), la contaminación del agua por descarga de aguas residuales se genera

debido a la acumulación indeseable de diversos elementos y sustancias presentes en los vertimientos de aguas residuales crudas o insuficientemente tratadas, la cuales superan la capacidad de asimilación y/o autodepuración del cuerpo receptor generando concentraciones en el cuerpo de agua que exceden el estándar de calidad.

-CLASIFICACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

Denominados técnicamente vertidos, los cuales son generados en los núcleos de población urbana, como resultado de las actividades propias de estos.

Aguas Negras, Fecales o Aguas Sanitarias. Se denomina así a las aguas que han sido utilizadas directamente por el hombre para realizar sus necesidades fisiológicas quedando totalmente contaminada luego de su utilización.

Aguas de Lavado Doméstico. Son las llamadas aguas grises, que según el diccionario técnico de aguas son las procedentes de los usos domésticas, hasta antes de mezclarse con las agua negras.

Aguas de Drenajes de Calles. Estas aguas presentan, en general un volumen muy reducido en comparación con las aguas negras o grises, además su contaminación depende de las condiciones ambientales locales.

Agua de Lluvia y Lixiviados. Es el agua que cae de las nubes en forma líquida y sólida, engloba distintos gases disueltos y otros contaminantes presentes en la atmósfera.

Aguas Residuales Industriales. Son aquellas aguas que se proceden de cualquier actividad cuyo proceso de producción, transformación o manipulación de recursos necesite de agua, además de ellos se debe recalcar que presentan características muy distintas de las aguas residuales urbanas. (Espigares y Pérez, p.2).

-CAUSAS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR AGUAS RESIDUALES

La Autoridad Nacional del Agua. "Define que la Contaminación por vertimientos de aguas residuales, es la más alarmante en todo el Perú" (ANA, 2010, p.13). Se llegó a dicha conclusión debido a la existencia de los datos que se presentan a continuación:

- 61% de la población del Perú cuenta con sistemas de desagüe.
- La producción de aguas residuales es del orden de 960,5 MMC/año (30 m³/s).
- Sólo el 20,62% son tratadas (198 MMC/AÑO).
- 761 MMC/año son vertidos directamente a ríos, lagos y zonas marino costeras.

-EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR AGUAS RESIDUALES

Efectos directos que perjudican la salud de la población. Deterioro y/o pérdida de la calidad del agua. Aumento de los costos para el tratamiento de agua potable. Restricción de uso de aguas destinadas para consumo y riego. Desarrollo insostenible. Deterioro de los ecosistemas acuáticos. Pérdida de flora y fauna acuática (ANA, 2010, p.31).

2.4. Marco Teórico

Hernández y Baptista (1994), plantea que: "el marco teórico implica analizar y exponer aquellas teorías, enfoques teóricos, investigaciones y antecedentes en general, que se consideran válidos, para el coneccto encuadre del estudio" (p.22).

-Hidrología y Geografía

El río Huallaga nace de la unión de las aguas de los ríos Pariamarca y Pucayacu L.S.: $10^{\circ}36'42''$ y L.W: $76^{\circ}10'33''$ a una altitud de 3600 m.s.n.m., en la localidad de La Quinua, entre los afluentes principales tiene: la quebrada Tingoragra, río Pucayacu y río Tíclacayan, río Pucayacu y río Pariamarca. El río Huallaga tiene una longitud total de 27000 Km. hasta la unión con el río Tingo en el lugar denominado Salcachupan entre las coordenadas geográficas L.S. $10^{\circ}23'09''$ L.W. $76^{\circ}12'21''$ a una altitud de 2786 m.s.n.m., su caudal es variable durante todo el año actualmente tiene un caudal de 4,200 lt/seg. El río Huallaga forma parte del Sistema Hidrológico del Océano Atlántico.

El río Huallaga recorre hacia el Norte y Nor-Este por los departamentos de Cerro de Pasco y Huánuco, alcanzando mayor amplitud en Huánuco.

La cuenca integral del Huallaga, desde sus nacientes a la altura de Cerro de Pasco hasta la ciudad de Huánuco (Puente Taruca), tiene una extensión aproximada de 4789.4 Km². a lo largo del recorrido la pendiente promedio del cauce aunque es variada analizada por tramos, es de 0.89 %; es una cuenca húmeda en su integridad, sometida a precipitaciones significativas; tiene dos subcuencas principales y subcuencas secundarias: cuatro en el Alto Huallaga y tres en el río Huertas, además tiene una subcuenca lateral del río Higueras (Espinoza, 2002).

La cuenca del río Huallaga es una zona con una densidad poblacional sumamente baja y carente de áreas agrícolas, la mayoría de las cuales se cultivan al secano (ríos de precipitación); por lo que se estima que el uso de las aguas para el consumo humano, agrícola y minero-industrial es sumamente bajo y no llega ni siquiera al 25 por ciento, del caudal mínimo de la época de estiaje (10.3 m³/s) (Espinoza, E. 2002).

La cuenca integral del río Huallaga tiene una baja densidad de drenaje, con una relación 0.486 km/km^2 . La subcuenca de río Alto Huallaga, tiene una relación de 0.483 km/km^2 y sus subcuencas secundarias tienen una variación que va de 0.62 a 0.41 km/km^2 . La subcuenca del río Huertas tiene una relación de 0.405 km/km^2 , variando la densidad de drenaje en sus subcuencas secundarias de 0.48 kms/km^2 . La densidad de drenaje en la subcuenca del río Higueras es de 0.458 km/km^2 .

-El agua

Según Contreras, K. (2008), el agua es un líquido incoloro, inodoro e insípido que está compuesto por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno (H_2O). Puesto que todas las sustancias son de alguna manera solubles en agua, se le conoce frecuentemente como el disolvente universal. El agua se combina con ciertas sales para formar hidratos, reacciona con los óxidos de los metales formando ácidos y actúa como catalizador en muchas reacciones químicas importantes. Es uno de los agentes ionizantes más conocidos. El color del agua se debe a la presencia de minerales como hierro, manganeso, materia orgánica y residuos coloridos de la industria.

- El agua como bien económico

Entre otros muchos, el Worldwatch Institute, World Resources Institute, Programa para el Medio Ambiente de las Naciones Unidas, International Rivers Network, Greenpeace, Clean Water Network, Comisión del Sierra Club y Friends of the Earth International nos dan una serie advertencia acerca de la situación global del agua dulce, que representa probablemente la mayor amenaza jamás conocida para la supervivencia de nuestro planeta.

Lamentablemente, el modelo neoliberal inspirado en lo que se ha llamado Consenso de Washington, parte de la idea de que la economía liberal del mercado constituye la única opción económica posible para todo el mundo. Un aspecto clave de este consenso es la comercialización de los bienes de uso común. Todo está a la

venta, incluso aquellas áreas de la vida que, como los servicios sociales y los recursos naturales, fueron considerados en su día legado de la humanidad.

En el mundo, son muchos los gobiernos que, abdicando de su responsabilidad de proteger los recursos naturales con que cuentan, renuncian a su autoridad en favor de empresas privadas que se enriquecen explotando esos recursos. Ante la crisis del agua dulce, ahora ya perfectamente documentada, gobiernos e instituciones internacionales abogan por una solución basada en el Consenso de Washington: la privatización y la comercialización del agua.

De acuerdo con algunos organismos internacionales, el agua es una necesidad humana; no un derecho humano. Esto no es una simple cuestión semántica; la diferencia en la interpretación es fundamental. Una necesidad humana puede ser satisfecha de muchos modos, especialmente a base de dinero. Pero nadie puede poner en venta un derecho humano.

La problemática respecto del agua en el mundo es prioritaria, sin duda. En nuestro país, los políticos en el poder han sido perjudiciales en esta tarea de salvar y proteger los recursos hídricos. La corrupción y la mala gobernabilidad han sido prevalecientes en este país subdesarrollado. Se gobierna para hacer negocios; de ninguna manera para realizar un bien común o un fin público. (Romero, P. 2007).

- El agua como servicio público

El agua tiene valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en la gestión integrada y en el equilibrio entre estos, el agua es parte integrantes de los ecosistemas y renovable a través del ciclo hidrológico.

El agua constituye patrimonio de la Nación, el dominio sobre ella es inalienable e imprescriptible, es un bien de uso público y su administración solo puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común, la protección ambiental y el interés de la Nación. No hay propiedad privada sobre el agua. Los bienes naturales del agua que

comprende el río Huallaga son los cauces o álveos, lechos y riberas, los materiales que acarrea y deposita el agua en los cauces, la vegetación ribereña y de las cabeceras de cuenca, las fajas marginales de los cuerpos de agua.

Un servicio público es una actividad de interés general o de la comunidad que bien puede ser asumida por la Administración Pública o los particulares, bajo la regulación del derecho administrativo.

Los principios que orientan los servicios públicos son:

- Continuidad: su permanencia
- Igualdad: se prestan sin discriminación alguna
- Adaptación: la realidad debe guiar su efectiva prestación
- Precio: razonable en función del bien público que debe cumplir (se suele llamar tasa a este pago).

En el caso del servicio público de la prestación de agua a la comunidad, dada su gran importancia para la vida de las personas, el desarrollo sustentable y sostenible y el medio ambiente, sin duda que se trata de un servicio que debe estar a cargo del Estado; siendo su privatización o prestación a cargo y por cuenta de empresarios particulares, un enorme riesgo y potencial daño para la sociedad, ya que el empresario tiene como guía el beneficio económico; y al Estado se le asigna, al menos teóricamente, la responsabilidad del bien común o el interés general, en el marco de la sociedad democrática y del Estado social de derecho. El servicio de agua es un servicio público y que como tal se trata de una actividad de interés general, dirigida a la satisfacción de necesidades colectivas. (Romero, P. 2007).

-La contaminación hídrica

El agua, el compuesto más abundante en la superficie del planeta que habitamos, puede ser contaminado como resultado de casi

cualquier actividad humana. Cualquier cambio químico, físico o biológico en la calidad del agua que tenga un efecto negativo en ésta, en los seres vivos que habitan en ella o que la consumen, es considerada contaminación hídrica.

La contaminación hídrica consiste en la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

Si bien la contaminación de las aguas puede provenir de fuentes naturales (por ejemplo, la lluvia proviene del agua), la mayor parte de la contaminación actual proviene de actividades realizadas por el hombre. El desarrollo y el crecimiento demográfico suponen un mayor consumo del agua, generando más residuos, muchos de los cuales se llegan a depositarse en el agua, que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de los ríos.

El agua ha sido siempre el principal vehículo empleado por el hombre para la eliminación de los residuos generados por su actividad. El desarrollo económico descontrolado y el aumento de la población ha incrementado de tal manera el impacto del hombre sobre la hidrosfera que ha superado ampliamente su capacidad de auto- depuración y ha traído como consecuencia la pérdida de calidad y, por lo tanto, la disminución del agua como recurso.

ANDREWS, L. (2001) manifiesta que la contaminación del agua no depende exclusivamente de las grandes industrias, pues su uso como vertederos de desechos es una mala práctica frecuente incluso en pequeños ríos y quebradas. Los efectos de la contaminación del agua incluyen los que afectan a la salud humana.

La descarga de materia orgánica provoca un decremento en la concentración del oxígeno disuelto del cuerpo de agua, lo cual pone en peligro la vida acuática, ya que se requiere cuando menos de 3 a 4 mg/l de oxígeno disuelto para mantener un nivel de vida aceptable. Cuando se llega aun abatimiento total de oxígeno disuelto, se crean

condiciones sépticas que producen malos olores y sabores en los cuerpos, además de matar a los peces y demás organismos deseables. (Olmos, R. y Marques, S., 2003).

En el agua se identifican materias que en los análisis de agua aparecen con alto porcentaje, entre ellos tenemos los residuos alimenticios que poseen altos niveles de demanda bioquímica de oxígeno, estos residuos se disuelven en las fuentes de agua originando graves consecuencias en la vida de la flora y fauna acuática, además del deterioro estético. (Durán Chévez & Vílchez Ochoa, 2009).

Todos los organismos vivos dependen del oxígeno (O₂) para sobrevivir y poder producir la energía necesaria para su desarrollo y producción. El (O₂) que se encuentra en el agua de abastecimiento, especialmente superficial penetra en el agua por absorción. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad de agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida, es indicador de fuerte contaminación, condiciones sépticas de materia orgánica y de desarrollo de una actividad bacteriana intensa. La materia orgánica en descomposición aumenta la demanda del oxígeno (BUJAN, 1997).

El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua y de los organismos que pueda desarrollar en ella. Generalmente un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir (ROMERO, 1998).

Los niveles de OD pueden variar de 0 – 18 mg/L, aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 – 6 mg/L para soportar una diversidad de vida acuática. A 20 °C y presión atmosférica estándar (a nivel del mar), la cantidad máxima de oxígeno que puede disolverse en agua dulce es 9 mg/L. Si la temperatura del agua está por debajo de 20 °C, puede haber más

oxígeno disuelto en la muestra. En general, un nivel de oxígeno disuelto de 9 – 10 mg/L se considera muy bueno (ROMERO, 1998).

Cuadro 1

Calidad del agua por el nivel de oxígeno disuelto (OD)

| Nivel de OD (mg/L) | Condición | Consecuencias |
|--------------------|---------------|---|
| 0,0 | Anoxia | Muerte masiva organismos aerobios |
| 0,0 - 5,0 | Hipoxia | Desaparición de organismos y especies |
| 5,0 - 8,0 | Aceptable | Adecuada para la vida acuática |
| 8,0 - 12,0 | Buena | Especies peces y otros organismos acuáticos |
| > 12,0 | Sobresaturada | Sistema plena producción fotosíntesis |

-Agentes contaminantes-Desechos tóxicos

Se comprende por desechos tóxicos a los desechos que son perjudiciales para la vida, es decir, que pueden contaminar al medio ambiente, y en este caso a la principal fuente de vida que es el agua. Son aquellos residuos que quedan tras ser utilizados por alguna actividad, por lo general productiva y capaces de producir algún daño a las personas y al ambiente, que generalmente provienen del hombre (aguas residuales, desechos biológicos) y de la agricultura (plaguicidas, insecticidas, biosidas), que en concentraciones elevadas es muy dañino y peligroso para el ambiente.

-Consecuencias de la contaminación del agua

El agua que nos proporciona, en sus distintas formas, la naturaleza, no reúne los requisitos para ser consumida de forma directa por el ser humano, debido a la contaminación que contiene. Para lograr la calidad satisfactoria en el agua, y que ésta sea potable, se realizan destilaciones u otros procesos de purificación. El agua puede contaminarse de diferentes formas, aunque la más común en la actualidad es mediante descarga de agua servida o cloacas de áreas urbanas en ríos y arroyos. Otros focos de contaminación de las aguas son los desechos orgánicos provenientes de mataderos de ganado o de aves. El procesamiento de frutas y vegetales requiere grandes cantidades de agua para el lavado, el pelado y blanqueado,

lo que produce gran cantidad de agua servida con alto contenido orgánico.

Estas concentraciones de materia orgánica originan un alto porcentaje de fosfatos en el agua de los ríos o arroyos en que se descargan. Estos fosfatos ocasionan un rápido crecimiento en la población de algas. Las algas utilizan el oxígeno en gran cantidad, lo que hace que disminuya en el agua la concentración necesaria de éste para permitir la respiración de los animales acuáticos, causando su muerte.

-Fuentes de contaminación hídrica

Las principales causas de la contaminación hídrica son; la falta de educación de los seres humanos, así como, el desarrollo industrial sin control ambiental, el crecimiento demográfico de las ciudades, éstas son las causas que ha originado desde hace tiempo que el agua se haya contaminado cada vez más.

Existen también productos contaminantes que afectan el agua de los ríos, lagos y mares debido a que se arrojan a las aguas que pueden usarse para el consumo, los productos que afectan el agua son:

-Aguas negras o servidas

-Desechos industriales

-Productos de aplicación agrícola, tales como: abonos, plaguicidas y funguicidas.

Cuando el agua contiene muchos desechos, le falta el oxígeno y se impide el desarrollo de los seres vivos que habitan en los ríos y lagos, produciéndose la muerte de gran cantidad de animales y plantas. Sin oxígeno no sólo se afecta la composición y calidad del agua, sino que, además, se rompe su ciclo normal, disminuyéndose la cantidad de agua utilizable.

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud) el agua está contaminada cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizada beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales. En los cursos de agua, los microorganismos descomponedores mantienen siempre igual el nivel de concentración de las diferentes

sustancias que puedan estar disueltas en el medio. Este proceso se denomina auto depuración del agua. Cuando la cantidad de contaminantes es excesiva, la autodepuración resulta imposible.

Estos contaminantes pueden ser:

-Los desechos orgánicos, que son el conjunto de residuos orgánicos producidos por los seres humanos, ganado, etc. Incluyen heces y otros materiales que pueden ser descompuestos por bacterias aeróbicas, es decir en procesos con consumo de oxígeno. Cuando este tipo de desechos se encuentran en exceso, la proliferación de bacterias agota el oxígeno, y ya no pueden vivir en esta agua peces y otros seres vivos que necesitan oxígeno. Buenos índices para medir la contaminación por desechos orgánicos son la cantidad de OD (Oxígeno disuelto en agua) o la DBO (Demanda Bioquímica de oxígeno).

-Las sustancias químicas inorgánicas, que pueden ser los ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo. Si están en cantidades altas pueden causar graves daños a los seres vivos, disminuir los rendimientos agrícolas y corroer los equipos que se usan para trabajar con el agua.

-Los nutrientes vegetales inorgánicos, Nitratos y fosfatos que son sustancias solubles en el agua, que las plantas necesitan para su desarrollo, pero si se encuentran en cantidad excesiva inducen el crecimiento desmesurado de algas y otros organismos provocando la eutrofización de las aguas. Cuando estas algas y otros vegetales mueren, al ser descompuestos por los microorganismos, se agota el oxígeno y se hace imposible la vida de otros seres vivos. El resultado es un agua maloliente e inutilizable.

-Los productos químicos, incluyendo los pesticidas, diversos productos industriales, las sustancias tensas activas contenidas en los detergentes, y los productos de la descomposición de otros compuestos orgánicos.

-Los sedimentos formados por partículas del suelo y minerales arrastrados por las tormentas y escorrentías desde las tierras de

cultivo, los suelos sin protección, las explotaciones mineras, las carreteras y los derribos urbanos.

-El vertimiento de aguas servidas, donde la mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.).

-El vertimiento de basuras y desmontes en las aguas, que es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el fierro produce óxido de fierro), de impacto negativo.

-El vertimiento de relaves mineros, esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Los relaves mineros contienen fierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de mercurio en las aguas de ríos y quebradas.

-El vertimiento de productos químicos y desechos industriales que consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales, ganaderas y agrícolas (algunos de estos insumos químicos son los plaguicidas, herbicidas, biosidas, etc.).

-Aguas residuales

Aguas residuales son aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tengan que ser

vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren un tratamiento previo. (D.S. N° 001-2010-AG). Metcalf & Edy, (1985) menciona que la composición de las aguas residuales es muy variada. Para el caso particular de aguas residuales domesticas se tienen estudios que permiten determinar los contaminantes presentes, así como los rangos del grado de contaminación de las mismas.

Cuadro 2

Composición típica del agua residual domestica bruta

| Contaminantes | Unidades | Concentración | | |
|---|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Débil | Media | Fuerte |
| Solidos totales (ST) | mg/l | 350 | 720 | 1200 |
| Solidos Disueltos totales (SDT) | mg/l | 250 | 500 | 850 |
| Fijos | mg/l | 145 | 300 | 525 |
| Volátiles | mg/l | 105 | 200 | 325 |
| Sólidos en suspendidos (SS) | mg/l | 100 | 220 | 350 |
| fijos | mg/l | 20 | 55 | 75 |
| Volátiles | mg/l | 80 | 165 | 275 |
| Solidos Sedimentables | mg/l | 5 | 10 | 20 |
| Demanda Bioquímica de Oxigeno 5 días,20°C (DBO5,20°C) | mg/l | 110 | 220 | 400 |
| Carbono Orgánico Total (COT) | mg/l | 80 | 160 | 290 |
| Demanda Química de Oxigeno (DQO) | mg/l | 250 | 500 | 1000 |
| Nitrógeno (Total en la forma N) | mg/l | 20 | 40 | 85 |
| Orgánico | mg/l | 8 | 15 | 35 |
| Amoniaco libre | mg/l | 12 | 25 | 50 |
| Nitritos | mg/l | 0 | 0 | 0 |
| Nitratos | mg/l | 0 | 0 | 0 |
| Fosforo (Total en la forma P) | mg/l | 4 | 8 | 15 |
| Orgánico | mg/l | 1 | 3 | 5 |
| Inorgánico | mg/l | 3 | 5 | 10 |
| Cloruros | mg/l | 30 | 50 | 100 |
| Sulfatos | mg/l | 20 | 30 | 50 |
| Alcalinidad (como CaCO3) | mg/l | 50 | 100 | 200 |
| Grasa | mg/l | 50 | 100 | 150 |
| Coliformes totales | n.º/100ml | 10 ⁶ -10 ⁷ | 10 ⁷ -10 ⁸ | 10 ⁷ -10 ⁹ |
| Compuestos orgánicos volátiles (COVs) | µg/l | <100 | 100-400 | >400 |

Fuente: METCALF (1985)

El vertimiento directo de aguas servidas o residuales de las ciudades y pueblos a los ambientes acuáticos y sin tratamiento previo, es el problema más grave de contaminación de las aguas en todo el país,

porque apenas se trata el 25% de los efluentes y en forma incompleta. (MINAM, 2008)

La DBO es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables. Nos indica la materia orgánica presente en el agua, porque cuanto más hay, más activas estarán las bacterias aerobias, y más oxígeno se consumirá. Por tanto, si la DBO es alta indica contaminación y mala calidad del agua y al revés. (CISTERNA, P. y PEÑA, D., 2000).

El LMP es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y las instituciones que forman el Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Cuadro 3

Límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

| PARAMETRO | UNI DAD | LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS |
|-------------------------------|------------|---|
| Aceites y grasas | mg/L | 20 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100 mL | 10,000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 200 |
| pH | unidad | 6.5-8.5 |
| Solidos Totales en Suspensión | mL/L | 150 |
| Temperatura | °C | <35 |

FUENTE: DECRETO SUPREMO Nº 003-2010-MINAM

El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

Cuadro 4

Categoría 4-conservación del ambiente acuático

| PARAMETROS | UNIDADES | LAGUNAS Y LAGOS | RIOS | | ECOSISTEMA MARINO COSTERO | |
|---|------------------------------------|--------------------|-------------------|-----------|------------------------------|-----------|
| | | | COSTA Y SIERRA | SELVA | ESTUARIOS | MARINOS |
| FÍSICOS Y QUÍMICOS | | | | | | |
| Aceites y grasas (MEH) | mg/L | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 | 5,0 |
| Cianuro Libre | mg/L | 0,0052 | 0,0052 | 0,0052 | 0,001 | 0,001 |
| Color (b) | Color verdadero Escala Pt/Co | 20(a) | 20(a) | 20(a) | ** | ** |
| Clorofila A | mg/L | 0,008 | ** | ** | ** | ** |
| Conductividad | (μ S/cm) | 1000 | 1000 | 1000 | ** | ** |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DB05) | mg/L | 5 | 10 | 10 | 15 | 10 |
| Fenoles | mg/L | 2,56 | 2,56 | 2,56 | 5,8 | 5,8 |
| Fósforo Total | mg/L | 0,035 | 0,05 | 0,05 | 0,124 | 0,062 |
| Nitratos (NO ₃) (c) | mg/L | 13 | 13 | 13 | 200 | 200 |
| Amoniaco Total (NH ₃) | mg/L | (1) | (1) | (1) | (2) | (2) |
| Nitrógeno Total | mg/L | 0,3 15 | ** | ** | ** | ** |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo) | mg/L | ≥ 5 | ≥ 5 | ≥ 5 | ≥ 4 | ≥ 4 |
| Potencial Hidrogeno (pH) | Unidad de pH | 6,5 a 9,0 | 6,5 a 9,0 | 6,5 a 9,0 | 6,5 a 8,5 | 6,5 a 8,5 |
| Solidos Suspendidos Totales | mg/L | ≤ 25 | ≤ 100 | ≤ 400 | ≤ 100 | ≤ 30 |
| Sulfuros | mg/L | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| Temperatura | ° C | Δ 3 | Δ 3 | Δ 3 | Δ 2 | Δ 2 |
| INORGÁNICOS | | | | | | |
| Antimonio | mg/L | 0,64 | 0,64 | 0,64 | ** | ** |
| Arsénico | mg/L | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,036 | 0,036 |
| Bario | mg/L | 0,7 | 0,7 | 1 | 1 | ** |
| Cadmio Disuelto | mg/L | 0,00025 | 0,00025 | 0,00025 | 0,0088 | 0,0088 |
| Cobre | mg/L | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,05 | 0,05 |
| Cromo VI | mg/L | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,05 | 0,05 |
| Mercurio | mg/L | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| Níquel | mg/L | 0,052 | 0,052 | 0,052 | 0,0082 | 0,0082 |
| Plomo | mg/L | 0,0025 | 0,0025 | 0,0025 | 0,0081 | 0,0081 |
| Selenio | mg/L | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 0,071 | 0,071 |
| Talio | mg/L | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 | ** | ** |
| Zinc | mg/L | 0,12 | 0,12 | 0,12 | 0,081 | 0,081 |
| ORGÁNICOS | | | | | | |
| Compuestos Orgánicos Volátiles | | | | | | |
| Hidrocarburos totales de Petróleo | mg/L | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Hexaclobutadieno | mg/L | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 | 0,0006 |
| BTEX | | | | | | |
| Benceno | mg/L | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Hidrocarburos Aromáticos | | | | | | |
| Benzo(a)Pireno | mg/L | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| Antraceno | mg/L | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 | 0,0004 |
| Fluoranteno | mg/L | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |

| Bifenilos Policlorados | | | | | | |
|-------------------------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Bifenilos Policlorados (PCB) | mg/L | 0,000014 | 0,000014 | 0,000014 | 0,000014 | 0,000014 |
| PLAGUICIDAS | | | | | | |
| Organofosforados | | | | | | |
| Malation | mg/L | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 | 0,0001 |
| Paration | mg/L | 0,000013 | 0,000013 | 0,000013 | 0,000013 | 0,000013 |
| Organoclorados | | | | | | |
| Aldrin | mg/L | 0,000004 | 0,000004 | 0,000004 | ** | ** |
| Clordano | mg/L | 0,0000043 | 0,0000043 | 0,0000043 | 0,000004 | 0,000004 |
| DDT | mg/L | 0,000001 | 0,000001 | 0,000001 | 0,000001 | 0,000001 |
| Dieldrin | mg/L | 0,000056 | 0,000056 | 0,000056 | 0,000019 | 0,000019 |
| Endosufan | mg/L | 0,000056 | 0,000056 | 0,000056 | 0,000087 | 0,000087 |
| Endrin | mg/L | 0,000036 | 0,000036 | 0,000036 | 0,0000023 | 0,0000023 |
| Heptacloro | mg/L | 0,000038 | 0,000038 | 0,000038 | 0,000036 | 0,000036 |
| Heptacloro Epoxido | mg/L | 0,000038 | 0,000038 | 0,000038 | 0,000036 | 0,000036 |
| Lindano | mg/L | 0,00095 | 0,00095 | 0,00095 | ** | ** |
| Pentaclorofenol (PCP) | mg/L | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| Carbonato | | | | | | |
| Aldicarb | mg/L | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 0,00015 | 0,00015 |
| MICROBIOLGICOS | | | | | | |
| Coliformes Termotolerantes | (NMP/100 mL) | 1000 | 2 000 | 2000 | 1000 | 2000 |

FUENTE: DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃-).

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

El protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales es de uso obligatorio a nivel nacional para el monitoreo de la calidad ambiental del agua de los cuerpos de agua tanto continentales (ríos, quebradas, lagos, lagunas, entre otras) en cumplimiento de la ley de Recursos Hídricos, Ley N° 29338, su Reglamento y demás normas de calidad del agua.

El monitoreo del agua es un proceso de seguimiento de las condiciones de calidad y de cantidad de este recurso en cualquiera de los ambientes en que este presente, continental (superficial y subterráneo), marino o costero, durante un tiempo indefinido o definido y en un área específica. (IDEAM, 2004).

La red de monitoreo es un sistema de monitoreo ambiental continuo. Cuenta con puntos de medición con disponibilidad de datos sobre la calidad de agua. Su objetivo es obtener información de la calidad del agua, de forma confiable y clara, para evaluar el cumplimiento de estándares de calidad y verificar la tendencia de la concentración de los contaminantes, como información base para la definición de políticas de control de contaminación. (ANA, 2011)

IDEAM (2004) indica que cuando se tiene una red de monitoreo para conocer el comportamiento y hacer seguimiento al estado del recurso hídrico, entonces se consideran criterios técnicos mínimos para la selección de los sitios de muestreo. El objetivo del monitoreo es de control y vigilancia, las estaciones están ubicadas donde se localizan los proyectos que hacen uso del recurso (ejemplo sitios donde se hacen vertimientos) o donde se presentan afectaciones por fenómenos naturales (ejemplo sitios sometidos a inundaciones, sequías).

2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

-Agua. - nombre común que se aplica al estado líquido del compuesto de hidrógeno y oxígeno H₂O. En 1781 el químico británico Henry Cavendish, sintetizó agua detonando una mezcla de hidrógeno y aire. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados claramente hasta dos años más tarde, cuando el químico francés Antoine Laurent de Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto de oxígeno e hidrógeno. En un documento científico presentado en 1804, el

químico francés Joseph Louis Gay-Lussac y el naturalista alemán Alexander Von Humboldt demostraron conjuntamente que el agua consistía en dos volúmenes de hidrógeno y uno de oxígeno, tal como se expresa en la fórmula actual H₂O.

-El agua de río. - Corriente de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo. La gran mayoría de los ríos desaguan en el mar o en un lago, aunque algunos desaparecen debido a que sus aguas se filtran en la tierra o se evaporan en la atmósfera.

-Calidad del agua.- El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia si está relacionado con el uso del recurso. Esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria.

-Alteración calidad del agua.- Las características de agua son alteradas por la introducción de materias o formas de energía que, de modo directo o indirecto perjudican su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica. Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (GALLEGO, 2000).

El agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración y su aparente abundancia hace que sea el vertedero habitual de residuos: pesticidas, desechos químicos, metales pesados, aguas servidas, etc. Los efectos de la degradación del agua son muy diversos y dependen del elemento contaminante.

Pero entre los más visibles podemos nombrar: disminución y/o desaparición de la vida acuática, incremento de enfermedades hídricas (como: cólera, parasitosis, diarreas, hepatitis, fiebre tifoidea) o aparición de nuevas, deterioro de la calidad de un curso de agua

con fines recreativos (natación, buceo, windsurf, pesca, navegación, etc.), ruptura del equilibrio ecológico (al desaparecer especies que servían de alimento a otras), costos elevados para potabilizar el agua (OWEN, 2005).

El deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves del país y es un impedimento para lograr el uso eficiente del recurso, y compromete el abastecimiento en calidad, en cantidad y en forma sostenible. Las causas principales están en la contaminación industrial, la falta de tratamiento de las aguas servidas, el uso indiscriminado de agroquímicos y el deterioro de las cuencas de los ríos. (AMBIENTE, 2008).

-Contaminación. - Proceso por el cual un ecosistema se altera debido a la introducción, por parte del hombre, elementos, sustancias y/o energía en el ambiente hasta un grado capaz de perjudicar su salud, atentar contra los sistemas ecológicos y organismos vivientes, deteriorar la estructura y características del ambiente o dificultar el aprovechamiento racional de los recursos naturales.

-Contaminante. - Toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna, o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

-Contaminación de los cuerpos de agua.- Los cuerpos de agua sufren de diferentes tipos de contaminación, causados, en su mayoría, por las actividades del ser humano y, en menor grado, por fenómenos Naturales. (CAMPOS, 2000).

Las aguas residuales afectan, de algún modo la vida normal existente en una corriente de agua. Cuando este efecto es suficiente para hacer que la corriente no sea aceptable para su “mejor utilización” se dice que está contaminada. (NEMEROW, 1998)

Las corrientes de agua pueden asimilar cierta cantidad de residuos antes de llegar a estar contaminados. En líneas generales, cuanto

más caudalosos rápidos y más aislados estén los cursos de agua, y no hayan sido utilizados, más capaces son de tolerar una mayor cantidad de aguas residuales. (NEMEROW, 1998).

-Grado de contaminación del agua.- Por su grado de contaminación, las aguas se dividen en tres zonas que son:

a.- Polisaprobiana.- zona más intensamente contaminada, pobre en oxígeno y rica en compuestos orgánicos; el número de microorganismos por 1 ml, llega a 1000000 y mas, predominando la Escherichia coli y las bacterias anaerobias que provocan procesos de putrefacción y fermentación.

b.- Mesosaprobiana.- zona de contaminación moderada. En la misma ocurre la mineralización de sustancias orgánicas, acompañada de oxidación intensa y una manifiesta nitrificación. Hay centenares de miles de bacterias y el contenido de Escherichia coli es pequeño.

c.- Oligosaprobiana.- Característica de aguas limpias. La cantidad de microorganismos es de poca consideración. Hay decenas y centenas de m.o.s.por ml. La Escherichia coli está ausente.

En la determinación del grado de contaminación del agua conjuntamente con, el índice de Escherichia coli, también se toma en cuenta la presencia de Streptococcus faecalis, habitante permanente del intestino humano.

Por sus características, el agua se considera un factor importante en la transmisión de muchas enfermedades infecciosas como: la fiebre tifoidea, gastroenteritis salmonelòsica, coler, disentería, leptospirosis y otras.

Saprobio: grado de contaminación de las aguas por microorganismos; es el conjunto de seres vivos que habitan en las aguas que contienen grandes cantidades de restos de animales y vegetales.

-Fuentes contaminantes de las aguas superficiales.- La contaminación de los recursos hidráulicos procede de fuentes puntuales y fuentes difusas (no puntuales). (BARCELO, 2000)

Las fuentes puntuales descargan contaminantes en localizaciones específicas a través de tuberías o alcantarillas a cuerpos de agua superficial (NEBEL, B. y WRIGHT, T., 1996).

Comprende a los efluentes de agua residual doméstica e industrial, siempre y cuando exista una estructura que permita su identificación y caracterización. (BARCELO, 2000)

Las fuentes no puntuales son más complejas y difíciles. Son grandes áreas de terreno que descargan contaminantes al agua superficial y subterránea sobre una región extensa, y partes de la atmósfera donde los contaminantes son depositados en las aguas superficiales. Los ejemplos pueden incluir los vertimientos de sustancias químicas en el agua superficial y la infiltración desde tierras de cultivo (NEBEL y WRIGHT, 1996).

-Aguas residuales. - son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectada negativamente por influencia antropogénica, proceden de las heces y orina humanas, del aseo personal y de la cocina y de la limpieza de la casa. Suelen contener gran cantidad de materia orgánica y microorganismos, así como restos de jabones, detergentes, lejía y grasas. La FAO define aguas residuales como: agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella.

La OEFA define aguas residuales como: aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.

-Aguas residuales domésticas. - Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente.

-Aguas residuales municipales. - Son aquellas aguas residuales domésticas que pueden estar mezcladas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial previamente tratadas, para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

-Aguas residuales industriales. - Son aquellas que resultan del desarrollo de un proceso productivo, incluyéndose a las provenientes de la actividad minera, agrícola, energética, agroindustrial, entre otras.

-Monitoreo de la calidad del agua.- El agua es un recurso limitado y fundamental para el desarrollo de la vida, sin embargo, se ve sometido a muchas presiones antrópicas (generadas por el ser humano) que pueden afectar potencialmente su calidad. Las principales razones para el establecimiento del monitoreo de la calidad del agua tienen que ver con la necesidad de verificar si la calidad del recurso cumple con las condiciones para los usos requeridos, con la determinación de las tendencias de la calidad del ambiente acuático y como éste se ve afectado por el vertido de contaminantes originados por actividades humanas y con la estimación de los flujos de contaminantes y nutrientes vertidos a las masas de agua. Los resultados de estos monitoreos se suelen analizar mediante el uso de indicadores.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2003) define un indicador como “un parámetro o un valor derivado de parámetros, que sugiere, proporciona información acerca de, o describe el estado de un fenómeno, el medio ambiente o un área, con un significado que se extiende más allá de que estén directamente vinculados con el valor de un parámetro”. Aplicando esto a la gestión hídrica, se podría definir un indicador de la calidad

del agua como “un parámetro o valor derivado de parámetros que sugiere, proporciona información de o describe el estado de calidad de las aguas que se estén estudiando”.

El agua dulce es un recurso finito ya que es esencial para la agricultura, la industria y las necesidades básicas de la existencia humana. El monitoreo de la calidad del agua es una herramienta fundamental en el manejo de los recursos de aguas dulces.

-Mejora de la gestión de la calidad del agua.- La DIGESA era la responsable de la Vigilancia y Fiscalización de la Calidad de los recursos hídricos (D.L. No 17752), otorgaba mediante R.D. la autorización sanitaria para el vertimiento de aguas residuales tratadas a los cuerpos de aguas del país (continentales y marino costero), además del reúso de las aguas residuales, a través de los Procedimientos 14 y 15 del TUPA del MINSA. El control, supervisión y fiscalización se realiza bajo el cumplimiento de las normas de calidad sobre la base de los ECAs para Agua.

El vertimiento de agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, se autoriza previa OTF sobre el cumplimiento de ECA-agua (de la autoridad de salud) y LMP (de la autoridad ambiental).

La ANA, ejerce el control, supervisión, fiscalización y sanción para asegurar la calidad del agua en sus fuentes naturales.

La AAA, vigilancia y monitoreo de la calidad de los cuerpos de agua y control de vertimientos autorizados o no autorizados. La protección del agua tiene por finalidad prevenir el deterioro de su calidad; proteger y mejorar el estado de sus fuentes naturales y los ecosistemas acuáticos; establecer medidas específicas para eliminar o reducir progresivamente los factores que generan su contaminación y degradación.

-Vigilancia y fiscalización de la calidad del agua.- La protección del agua incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ella.

La vigilancia de la calidad de agua tiene el objetivo de conocer cuál es la calidad del agua en sus fuentes naturales y si ésta mejora a través del tiempo como consecuencia de acciones preventivas y correctivas, para garantizar todos los usos. La supervisión se orienta a comprobar el cumplimiento de las normas aplicables, por los usuarios y a determinar las causas que finalmente llevan a una acción de fiscalización con resoluciones de sanción y multa.

La Autoridad Nacional del Agua en coordinación con el Consejo de Cuenca, en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa. Fiscaliza el cumplimiento de calidad ambiental del agua sobre la base de los ECAs para agua.

La Autoridad Nacional del Agua implementa actividades de vigilancia y monitoreo con el fin de prevenir y combatir los efectos de la contaminación del agua por actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso.

-Acciones estratégicas para la vigilancia de la calidad del agua

-Identificación de fuentes de contaminación. Reconocimiento de la cuenca, identificación de actividades socioeconómicas. Identificación de vertimientos autorizados y no autorizados. Propuesta de red de monitoreo para la vigilancia y fiscalización.

-Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos (participativo). Red Nacional de Monitoreo. Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos. Monitoreo participativo. Caracterización y diagnóstico de la calidad del agua de las cuencas. Establecimiento de medidas para la recuperación de la cuenca.

La Autoridad Nacional de Agua ejercerá la facultad sancionadora ante cualquier infracción a las disposiciones contenidas en la Ley o al Reglamento por parte de las personas naturales o jurídicas públicas o privadas sean o no usuarios de agua. La ANA realiza acciones de evaluación, supervisión y fiscalización a los vertimientos autorizados y no autorizados que se descargan a los cuerpos de agua priorizando aquellos con elevado grado de afectación.

La fiscalización ambiental es la acción de control, que realiza una entidad pública dirigida a verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de un administrado, sea este una persona natural o jurídica, de derecho privado o público. Comprende las acciones de fiscalización ambiental que son ejercidas por el OEFA y las EFA, de acuerdo con sus competencias, y puede ser entendida en sentido amplio y en sentido estricto.

La fiscalización ambiental, en sentido amplio, es entendida como un macroproceso que comprende las funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, sanción y aplicación de incentivos, para cuya ejecución la EFA puede realizar acciones de vigilancia, control, monitoreo, seguimiento, verificación u otras similares de obligaciones ambientales fiscalizables, a fin de garantizar su cumplimiento. En sentido estricto, es la facultad de investigar la comisión de posibles infracciones administrativas, e imponer sanciones y medidas correctivas.

El OEFA ejerce funciones de evaluación, supervisión y fiscalización en lo referido al tratamiento de las aguas residuales provenientes de las actividades económicas de sectores como la mediana y gran minería, hidrocarburos en general, electricidad, procesamiento industrial pesquero, acuicultura de mayor escala, así como producción de cerveza, papel, cemento y curtiembre de la industria manufacturera.

-Parámetros fisicoquímicos del agua.- Los parámetros fisicoquímicos dan una información extensa de la naturaleza de las especies químicas del agua y sus propiedades físicas, sin aportar información de su influencia en la vida acuática; los métodos biológicos aportan esta información, pero no señalan nada acerca del contaminante o los contaminantes responsables, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico (SAMBONI, 2007).

-Parámetros físicos del agua.- No son índices absolutos de contaminación, sino indicadores relativos. Sus valores normales pueden variar considerablemente en cada caso hay que medir la desviación respecto al valor normal. Los cambios pueden ser tan apreciables que un sólo parámetro llegue a dar una idea del grado de contaminación y de la extensión de la zona afectada. Principales parámetros físicos:

- Turbidez
- Sólidos en suspensión (SS)
- Transparencia
- Propiedades organolépticas (color, olor, sabor)
- Temperatura
- Conductividad

-Parámetros químicos del agua.- Son muy importantes para definir la calidad del agua permiten identificar y cuantificar agentes causales de contaminación.

Si el agua no ha recibido vertidos urbanos o industriales, deben analizarse los siguientes parámetros:

- Iones más importante (bicarbonatos, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio y sodio), Dureza, SS, Salinidad (→ Conductividad)

- Oxígeno disuelto (OD), demanda química de oxígeno (DQO)
- Carbono orgánico disuelto (COD) o total (COT)

Si es necesario realizar observaciones más detalladas (por la finalidad específica del estudio o por el grado de contaminación), pueden incluirse otros parámetros:

- Compuestos de nitrógeno, fosfatos, hierro, cloro, azufre; DBO5, pH
- Fenoles, derivados del petróleo, detergentes, pesticidas
- Fósforo orgánico e inorgánico, contaminantes traza (metales pesados, fluoruros, etc.).

-Parámetros biológicos del agua.- Indicadores biológicos como alternativa a las limitaciones de los parámetros físico-químicos (complementarios, no como alternativa a los parámetros en sí mismos) Se basan en la utilización de organismos vivos como indicadores de la calidad del agua representan la actividad biológica en el agua mediante el control de la presencia, abundancia, estructura, etc., de organismos vivos Permiten estimar la calidad del agua al resultar indicadores de sus características físico-químicas también pueden indicar la presencia de vertidos de aguas residuales (p.e: microorganismos entéricos).

Organismos que se usan como indicadores comprenden prácticamente todos los seres vivos acuáticos: bacterias, hongos, macro-invertebrados, peces, etc.

- Clasificación según taxonomía: fito (vegetal), zoo (animal), ictiofauna (peces)
- Clasificación según hábitat: bentos (fondo del ecosistema marino, sustrato), plancton (columna de agua).
- Los invertebrados bentónicos son los taxones más utilizados como indicadores de la calidad del agua inconveniente: exigencia de criterios taxonómicos (conocimientos de biología).

Principales parámetros biológicos:

- Patógenos (CT, CF, EF)
- Zoobentos / Fitobentos
- Zooplancton / Fitoplancton
- Ictiofauna

-Oxígeno disuelto del agua superficial.- El oxígeno es un elemento necesario para todas las formas de vida. Los torrentes naturales para los procesos de purificación requieren unos adecuados niveles de oxígeno para proveer para las formas de vida aeróbicas. Como los niveles de oxígeno disuelto en el agua bajen de 5.0 mg/l, la vida acuática es puesta bajo presión. A menor concentración, mayor presión. Niveles de oxígeno que continúan debajo de 1-2 mg/l por unas pocas horas pueden resultar en grandes cantidades de peces muertos. (CEPIS, 1987).

Todos los organismos vivos dependen del oxígeno, O₂ para sobrevivir y poder producir la energía necesaria para su desarrollo y producción. El O₂ que se encuentra en el agua de abastecimiento, especialmente superficial penetra en el agua por absorción. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, mala calidad de agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida, es indicador de fuerte contaminación, condiciones sépticas de materia orgánica y de desarrollo de una actividad bacteriana intensa. La materia orgánica en descomposición aumenta la demanda del oxígeno (BUJAN, 1997).

El nivel de oxígeno disuelto puede ser un indicador de contaminación del agua y de los organismos que pueda desarrollar en ella. Generalmente un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir (ROMERO, 1998).

Los niveles de OD pueden variar de 0 – 18 mg/L, aunque la mayoría de los ríos y riachuelos requieren un mínimo de 5 – 6 mg/L para soportar una diversidad de vida acuática. A 20 °C y presión atmosférica estándar (a nivel del mar), la cantidad máxima de oxígeno que puede disolverse en agua dulce es 9 mg/L. Si la temperatura del agua está por debajo de 20 °C, puede haber más oxígeno disuelto en la muestra. En general, un nivel de oxígeno disuelto de 9 – 10 mg/L se considera muy bueno (ROMERO, 1998).

-Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).- Cantidad de oxígeno disuelto (mg O₂/l) necesario para oxidar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo se consume aproximadamente el 70 % de las sustancias biodegradables. (ANDRADE et al, 2010)

La DBO es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables. Nos indica la materia orgánica presente en el agua, porque cuanto más hay, más activas estarán las bacterias aerobias, y más oxígeno se consumirá. Por tanto, si la DBO es alta indica contaminación y mala calidad del agua y al revés. (CISTERNA y PEÑA 2000).

-Estándar de Calidad Ambiental (ECA).- El ECA es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

-Límite Máximo Permisible (LMP) .- El LMP es la medida de la concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y las instituciones que forman el Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

-Monitoreo del agua.- El monitoreo del agua es un proceso de seguimiento de las condiciones de calidad y de cantidad de este recurso en cualquiera de los ambientes en que este presente, continental (superficial y subterráneo), marino o costero, durante un tiempo indefinido o definido y en un área específica. (IDEAM, 2004).

-Red de monitoreo.- Conjunto de actividades relativas a la recolección de datos, diseñados y procesados para lograr un objetivo único o un conjunto de objetivos compatibles. (IDEAM, 2004)

La red de monitoreo es un sistema de monitoreo ambiental continuo. Cuenta con puntos de medición con disponibilidad de datos sobre la calidad de agua. Su objetivo es obtener información de la calidad del agua, de forma confiable y clara, para evaluar el cumplimiento de estándares de calidad y verificar la tendencia de la concentración de los contaminantes, como información base para la definición de políticas de control de contaminación. (R.J. N° 182- 2011-ANA).

-Sitios de muestreo.- Para el monitoreo de los vertimientos, adicionalmente de monitorear el punto de descarga, se deben involucrar dos puntos más, ubicados sobre la fuente a la que se le está haciendo el vertimiento: uno ubicado aguas arriba antes de que el vertimiento sea incorporado al cuerpo de agua y otra, aguas abajo en la zona de mezcla. En la temática de fenómenos naturales es indispensable instalar puntos de observación aguas arriba de las áreas afectadas para poder dar los niveles de alarmas necesarios con los tiempos necesarios para tomar medidas de acción. (IDEAM, 2004).

CAPÍTULO III
PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1. Metodología

3.1.1. Método

En esta investigación cuantitativa se ha utilizado el método deductivo-inductivo para la recogida de la información basada en la observación de los hechos, para la posterior interpretación del comportamiento de las variables, método que nos permite alcanzara conclusiones generales partiendo de premisas particulares (síntesis-resumen). Los pasos seguidos en el método empleado ha sido la observación y registro de los hechos, el análisis y clasificación de los hechos, derivación inductiva de una generalización a partir de los hechos, utilizado la observación estructurada en el empleo del diseño de investigación de campo.

3.1.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación en el presente trabajo es del tipo descriptivo-correlacional, porque se va a caracterizar las aguas residuales y las aguas del cuerpo receptor y determinarse la influencia del vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) con el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, verificándose el grado de correlación existente entre las dos variables.

3.1.3. Nivel de la Investigación

El nivel de investigación empleado en el presente trabajo es descriptivo correlacional transversal, mediante la observación indirecta y estructurada en la toma de muestras de las aguas residuales que se vierten en las aguas del río Huallaga, identificando los parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizar a dichas aguas residuales y comparar estos valores obtenidos con los LMP, así mismo en la toma de muestras de las aguas del río Huallaga para caracterizar su calidad de agua y comparar estos valores obtenidos con los ECAs, identificando el grado de

contaminación de las aguas del río Huallaga por el vertimiento de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales).

3.2. Diseño de la Investigación

En el presente trabajo se ha utilizado la investigación de campo o diseño de campo, utilizando las técnicas de observación indirecta estructurada y los instrumentos conformados por el D.S. N° 003-2010 MINAM concerniente a los LMP, el D.S. N° 004-2017 concerniente a los ECAs.

El carácter del presente trabajo es una investigación no experimental con el estudio del grado de contaminación del río Huallaga (tramo puente Huancachupa-puente Huayopampa) en el año 2017.

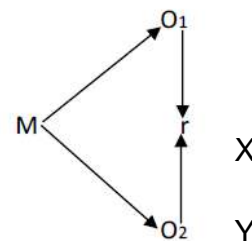
Donde:

M = muestra

O1 = observación de la variable

O2 = observación de la variable

R = correlación entre dichas variables



3.3. Hipótesis de la investigación

3.3.1. Hipótesis General

El vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) influye significativamente en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.

3.3.2. Hipótesis específicas

- Los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) identificados en la margen derecha e izquierda generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.

- Los parámetros físicos y químicos, inorgánicos y microbiológicos caracterizan las aguas del río Huallaga año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).
- La red de monitoreo (vigilancia y fiscalización) mediante el cumplimiento de los ECAs permite controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).

3.4. Variables

3.4.1. Variable Independiente

Vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).

3.4.2. Variable dependiente

Contaminación aguas del río Huallaga

3.4.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 5

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS |
|-------------------------------------|---|--|---|
| VI: Vertimiento de aguas residuales | Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR. | -Parámetros: -aceites y grasas -Coliformes Termotolerantes -Demanda Bioquímica de Oxígeno -Demanda Química de Oxígeno -Ph -Sólidos Totales en suspensión -Temperatura Emisión de documentos de entrada materiales | Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales. D.S. 003-2010-MINAM |
| | | -Categoría 4: Conservación del ambiente acuático: -Parámetros físicos y químicos. -Parámetros Inorgánicos -Parámetros Inorgánicos -Parámetros Microbiológicos | -Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial. R.J. N° 010-2016-ANA -Protocolo de |

| | | | |
|--|---|--|--|
| VD: Contaminación aguas del río Huallaga | Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA). | | Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos superficiales. R.D. N° 2254-2007-DIGESA |
| | | -Categoría 4: Conservación del ambiente acuático: -Parámetros físicos - químicos. -Parámetros Inorgánicos. -Parámetros Orgánicos -Parámetros Microbiológicos | -Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. D.S. N° 004-2017-MINAM. |

3.5. Cobertura del estudio

3.5.1. Universo

El universo del presente estudio son las aguas del río Huallaga desde su nacimiento en la laguna de Taullicocha a 4,500 msnm en la región Pasco hasta su desembocadura en el Marañón en la región Huánuco, con recorrido de 1,138 km., en su recorrido de Sur a Norte pasa por las ciudades de Ticsacayan, Huariaca, San Rafael, Ambo, Huánuco, Tingo María, abarcando una cuenca de 1,185 km².

3.5.2. Población

Según Velázquez (1999, p.219) considera que la población es el conjunto de todas las observaciones posibles que caracterizan al objeto, en este caso la población estuvo conformada por las aguas del río Huallaga, desde el punto georreferenciado, zona 18L, 367,972.18 mE, 8'851,266.88 mN, elevación 2930.00 msnm, unión de los ríos Pallanchacra y Huallaga (distrito de San Rafael) hasta el punto georreferenciado de las aguas del río Huallaga, zona 18L, 397,542.52 mE, 8'948,591.11 mN, elevación 772 msnm (distrito de Chinchao), en dicho tramo del río Huallaga hay 130 puntos de vertimiento.

3.5.3. Muestra

Muestra: conjunto de unidades representativas de una población.

Según Velázquez (1999, pág. 219) considera que la muestra es una fracción de la población, que cumpla la condición de que, con una probabilidad P' , las conclusiones puedan tener validez para toda la población.

La muestra estuvo conformada por las aguas del río Huallaga, desde el punto georreferenciado, zona 18L, 364,113.68 mE, 8'897,323.99 mN, elevación 2108.00 msnm (Puente Huancachupa) hasta el punto georreferenciado, zona 18L, 364,950.20 mE, 8'904,670.53 mN, elevación 1874.00 msnm (Puente Huayopampa), en dicho tramo del río Huallaga hay 31 puntos de vertimiento. En el tramo en estudio se han tomado 2 muestras de las aguas del río Huallaga para la caracterización de la calidad de aguas del río Huallaga y se han tomado 5 muestras para la caracterización de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales).

El tipo de muestreo utilizado en el presente trabajo ha sido el muestreo aleatorio simple, donde cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser elegido para formar parte de la muestra y cada muestra del mismo tamaño tiene la misma probabilidad de ser seleccionada.

Muestra aleatoria simple de tamaño n :

Sea una población donde observamos la variable aleatoria X .

Una muestra aleatoria simple, m.a.s., de tamaño n , es un conjunto de n variables aleatorias, que se pueden verificar en poblaciones infinitas

X_1, X_2, \dots, X_n

Cada uno Independientes entre sí

Cada X_i con idénticas características que X

Se ha analizado muestras de aguas residuales vertidas en el río Huallaga, así como muestras de aguas del río Huallaga para identificar el índice de diversidad. Este índice de diversidad se ha utilizado para medir el efecto de una perturbación, como la contaminación del agua, en seres vivos. Puede determinarse la diversidad de la población antes y después de la perturbación. Si el índice tras la perturbación es mucho más pequeño indica que la perturbación ha tenido efectos negativos.

Población Posibles análisis del agua

Variable aleatoria, X Índice de diversidad

Se han realizado 2 análisis y sus índices de diversidad

Distribución Chi-Cuadrado

Sean n variables aleatorias, X_1, X_2, \dots, X_n , que verifican:

Independientes entre sí

$X_i \sim N(0; 1)$

Definimos la variable aleatoria X como:

$$X = X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2$$

La variable aleatoria X sigue una distribución Chi-Cuadrado con n grados de libertad

$$X \rightarrow X_n^2$$

3.6. Técnicas e Instrumentos

3.6.1. Técnicas de la investigación

Se ha utilizado la técnica de observación indirecta estructurada en el diseño de campo en la recolección y observación de muestras de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales), así como

de las muestras de agua del río Huallaga para la caracterización del cuerpo natural del agua superficial en su condición de cuerpo receptor.

3.6.2. Instrumentos de investigación

- Límites Máximos Permisibles para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas o municipales D.S. 003-2010-MINAM, a partir de estos parámetros se establecen los indicadores que nos permitirán caracterizar las aguas residuales en su condición de efluente.

Cuadro N° 6

Dimensiones e Indicadores variable Independiente

| DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---------------------------------------|
| -Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de PTAR | -Aceites y grasas |
| | -Coliformes Termotolerantes |
| | -Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) |
| | -Demanda Química de Oxígeno |
| | -pH |
| | -Sólidos totales en suspensión |
| | -Temperatura |

-Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, D.S. N° 004-2017-MINAM.

A partir de estos parámetros se establecerán los indicadores que nos permitirán caracterizar la calidad de agua del río Huallaga en su condición de cuerpo receptor.

Cuadro N° 7

Dimensiones e Indicadores variable dependiente

| DIMENSIONES | | INDICADORES | |
|--|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA) para agua | | Parámetros físicos-químicos | -Aceites y grasas |
| | | | -Cianuro libre |
| | | | -Color (b) |
| | | | -Clorofila A |
| | | | -Conductividad |
| | | | -Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) |
| | | | -Fenoles |
| | | | -Fosforo Total |
| | | | -Nitratos (NO3) (c) |
| | | | -Amoniac Total (NH2) |
| | | | -Nitrógeno Total |
| | | | -Oxígeno Disuelto (valor mínimo) |
| | | | -Potencial de Hidrogeno (pH) |
| | | | -Sólidos Suspendidos totales |
| | | | -Sulfuros |
| | | -Temperatura | |
| | | Parámetros Inorgánicos | -Antimonio |
| | | | -Arsénico |
| | | | -Bario |
| | | | -Cadmio Disuelto |
| | | | -Cobre |
| | | | -Cromo VI |
| | | | -Mercurio |
| | | | -Níquel |
| | | | -Plomo |
| | | | -Selenio |
| | | | -Telio |
| | | | -Zinc |
| | | Parámetros Orgánicos | -Hidrocarburos Totales de petróleo |
| | | | -Hexaclorurobutadieno |
| | | | -Benceno |
| | | | -Benzo(a)pireno |
| | | | -Antraceno |
| | -Fluoranteno | | |
| | -Bifenilos Policlorados (PCB) | | |
| | -Malation | | |
| | -Paration | | |
| | -Aldrin | | |
| | -Clordano | | |
| | -DDT | | |
| | -Dieldrin | | |
| | -Endosulfan | | |
| | -Endrin | | |
| | -Heptacloro | | |
| | -Heptacloro Epoxido | | |

| | | | |
|--|--|-----------------------------------|-----------------------------|
| | | | -Lindano |
| | | | -Pentaclorofenol (PCP) |
| | | | -Aldicarb |
| | | Parámetros microbiológicos | -Coliformes Termotolerantes |

- Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA).
- Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Directoral N° 2254-2007-DIGESA).

3.6.3. Fuentes de recolección de datos

VARIABLE INDEPENDIENTE: VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (DOMÉSTICAS, MUNICIPALES E INDUSTRIALES)

Ubicación de los puntos de vertimiento de aguas residuales

Se ha identificado los puntos de vertimiento de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) que son los efluentes, tanto en la margen derecha como en la margen izquierda del río Huallaga en el tramo puente Huancachupa-puente Huayopampa, la ubicación de cada punto de vertimiento se ha tomado con un GPS para obtener su registro mediante las coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

Figura N° 1

Puntos de vertimiento (15 puntos margen izquierda) y (168 puntos margen derecha) del rio Huallaga



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 2

Puntos de vertimiento N° 1 (margen izquierda)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 3

Puntos de vertimiento N° 2, 3 (margen izquierda) y N° 16 (margen derecha)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 4

Puntos de vertimiento N° 4, 5 (margen izquierda) y N° 17 (margen derecha)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 9

Puntos de vertimiento N° 8 (margen izquierda)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 10

Puntos de vertimiento N° 9 (margen izquierda) y N° 24, 25 (margen derecha)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 11

Puntos de vertimiento N° 26, 27, 28 (margen derecha)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 12

Puntos de vertimiento N° 10, 11, 12 (margen izquierda) y N° 29, 30 (margen derecha)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 13

Puntos de vertimiento N° 13 (margen izquierda)



FUENTE: Elaboración propia

Figura N° 14

Puntos de vertimiento N° 14, 15 (margen izquierda) y N° 31 (margen derecho)



FUENTE: Elaboración propia

3.7. Procesamiento estadístico de la información

3.7.1. Estadísticos

Se ha tomado cinco muestras de las aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) que son los efluentes en el tramo en estudio (puente Huancachupa-puente Huayopampa) para determinar los parámetros correspondientes y los resultados comparar con el instrumento Límites Máximos Permisibles para efluentes de PTAR (D.S. 003-2010-MINAM).

Se ha tomado dos muestras de las aguas del rio Huallaga en su condición de cuerpo receptor en el tramo en estudio (puente Huancachupa-puente Huayopampa) para determinar los parámetros físicos-químicos, inorgánicos, y microbiológicos y los resultados comparar con el instrumento Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Con los resultados encontrados en las muestras de las aguas residuales (efluentes) y las muestras del río Huallaga (cuerpo receptor) se determinó la relación que existe entre el vertimiento de aguas residuales y la contaminación de las aguas del rio Huallaga.

PARÁMETROS DE MEDICIÓN EN CAMPO:

-Potencial Hidrogeno (pH): Se determinó mediante electrometría de electrodo selectivo (pH-metro HANNA). Se midió el pH de las cinco muestras de aguas residuales y las dos muestras de aguas del rio Huallaga, recolectadas cada una en un frasco de vidrio.

-Temperatura: Se determinó mediante termometría realizada “in situ” con un termómetro de mercurio, se midió la temperatura de las aguas residuales (efluentes) y la temperatura de las aguas del rio Huallaga (cuerpo receptor).

-Oxígeno Disuelto (OD): Se utilizó el método electrométrico por electrodo de membrana para determinar el oxígeno disuelto “in situ”

mediante un oxímetro La Motte. Se midió el Oxígeno disuelto de las muestras del agua del río Huallaga (cuerpo receptor) recolectadas cada una en un frasco de vidrio, con agitación moderada como para homogeneizar cada muestra.

-Conductividad Eléctrica: Se determinó mediante electrometría con un electrodo conductimétrico HACH, expresando el resultado en microsiemens cm^{-1} (μScm^{-1}). La medición se realizó "in situ" directamente en el cuerpo de agua del río Huallaga en su condición de cuerpo receptor.

PARÁMETROS FÍSICOS Y QUÍMICOS DETERMINADOS EN LABORATORIO

-Aceites y Grasas: Se ha recolectado las muestras en botellas de cristal ámbar de 1L, y preservados con ácido clorhídrico (HCl) para conservarlas a una temperatura de 4 °C, luego ha sido llevado al laboratorio y se ha utilizado el método USEPA 1664 REV. A. para su análisis y determinación de este parámetro.

-Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): El método consistió en la incubación de las muestras en botellas de vidrio bien cerradas y almacenadas en una caja de poliestireno o cooler para evitar la entrada de aire, durante 5 días en oscuridad, se pintó las botellas de negro para asegurar que no ingrese la luz a las muestras. Las diluciones se realizaron por inoculación directa con 100 ml en frascos de 325 ml.

Se midió el oxígeno disuelto con un Oxímetro digital al iniciar y al finalizar la incubación.

Procedimiento

Preparación del agua de dilución

1. La muestra debe estar a temperatura ambiente (aprox. 20°C) antes de realizar las diluciones.

2. Se Medió el oxígeno disuelto de la muestra (OD_m) con el oxímetro digital, evitando airear la muestra.

Diluciones

1. Luego de homogeneizar la muestra se preparó las diluciones directamente en las botellas de DBO, usando pipeta graduada.

2. Se inoculó las botellas con 100 ml de muestra evitando airear y aforar con el agua de dilución o agua destilada hasta 325 ml (volumen total de las botellas) de forma que al cerrarlas se desplazaron todas las burbujas de aire.

3. Se llenó una botella con agua de dilución o blanco, para realizar su control.

Determinación

1. Incubación: se incubó las botellas de DBO₅ conteniendo las diluciones de la muestra y el blanco del agua de dilución a temperatura ambiente (aprox. 20°C), durante 5 días en oscuridad.

2. Luego de los 5 días de incubación se determinó el oxígeno disuelto residual con el oxímetro digital.

La captación de OD para el agua destilada no debe ser mayor de 0.1 – 0.2, de esta manera se asegura adecuadas condiciones para la demanda bioquímica de oxígeno.

Se determinó la DBO₅ utilizando la siguiente fórmula:

$$DBO_5 = (OD_m - OD_A) + (V_b / V_m) \times (OD_A - OD_f)$$

Donde:

OD_m : concentración del Oxígeno Disuelto de la muestra de agua

OD_A : concentración del Oxígeno Disuelto del Agua Destilada

V_b : volumen de la botella (325 ml)

V_m : Volumen de la muestra

OD_f : concentración de Oxígeno Disuelto Final

-Demanda Química de Oxígeno (DQO): El método consistió en la incubación de las muestras en botellas de vidrio bien cerradas y almacenadas en una caja de poliestireno o cooler para evitar la entrada de aire, durante 5 días en oscuridad, se pintó las botellas de negro para asegurar que no ingrese la luz a las muestras. Las diluciones se realizaron por inoculación directa con 100 ml en frascos de 325 ml.

-Cianuro Libre: Los derivados del cianuro son desechos de las industrias que realizan el recubrimiento electrolítico de metales, de refinerías y de la actividad minera del carbón. El Cianuro es la combinación del nitrógeno elemental con carbono para formar un anión (CN-) que se combina fácilmente con metales o con hidrógeno. Algunas bacterias, hongos y algas son capaces de sintetizar cianuro.

-Color (b): Las aguas superficiales pueden parecer altamente coloreadas debido a la presencia de materia pigmentada en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánicos como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, está formado por una considerable variedad de extractos vegetales.

-Clorofila A: Fluorométrico es más sensitivo que el Espectrofotométrico, requiere menos volumen de muestra, puede ser utilizado en mediciones en vivo, puede sobre o bajo estimar la concentración de clorofila A.

-Fenoles: son de los compuestos aromáticos más importantes, son de uso extensivo por sus propiedades desinfectantes, también forman parte de la materia prima en la síntesis de resinas del tipo fenólico y una variante policlorada (pentaclorofenol) se utiliza para el tratamiento de la madera. Los fenoles se pueden producir en forma sintética y bajo condiciones naturales por el metabolismo de organismos acuáticos y también son un grupo importante de

contaminantes que se descargan de varias industrias. Son fácilmente oxidados y como resultado causan un detrimento en la calidad del cuerpo de agua receptor y directamente en los organismos vivos. Estos elementos se han dividido en dos grupos: fenoles destilados del vapor (fenol, cresol, xileno, clorfenol, etcétera) y los no destilables (catecol, hidroquinona, naftol, etcétera). Por su toxicidad pueden inhibir los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, con una aclimatación gradual de los sistemas biológicos, los fenoles pueden degradarse aun en concentraciones muy altas. El método de análisis es el Método de extracción de cloroformo.

-Fósforo total: Se recolectaron las muestras en botellas plásticas de 1L, se preservó a 4 °C con H₂SO₄ y se ha utilizado el método de la USEPA 365.4 con el equipo BECKMAN DU 640 para obtener este parámetro.

-Nitratos (NO₃) (c): Se tomaron las muestras en una botella plástica de 1L, se preservaron a una temperatura 4 °C con H₂SO₄ y las analizamos en el laboratorio según el método USEPA 365.2.

-Amoniac Total (NH₃): Las aguas residuales presentan una elevada carga contaminante que responde, en gran parte, a la materia orgánica que contienen, en cuya composición se encuentran los compuestos de nitrógeno. Entre las formas de nitrógeno, unas de las de mayor interés en las aguas son el amoniacal y el total. El amoniac es uno de los componentes transitorios en el agua, ya que es parte del ciclo del nitrógeno y se ve influido por la actividad biológica. Es un producto natural de la descomposición de los compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas superficiales no deben contener normalmente amoniac. En general, la presencia de amoniac libre o ion amonio se considera como una prueba química de contaminación reciente y peligrosa. Si el medio es aerobio, el nitrógeno amoniacal se transforma en nitritos.

-Nitrógeno Total: El nitrógeno es un indicador relevante en los estudios medioambientales, debido a la importancia que este tiene en los procesos de tratamiento, en el control de la calidad de las aguas y de las descargas de las aguas residuales al medio. En las aguas residuales se encuentran diferentes especies nitrogenadas, como son: nitrógeno orgánico y amoniacal, nitritos, nitratos, entre otras.

-Sólidos Suspendidos Totales: se ha recolectado las muestras en botellas plásticas de 1L y se ha preservado a una temperatura 4 °C, estas fueron analizadas mediante el método SM2540D.

Preparación del papel de filtro: Secar en estufa 103-105°C por 1 hora en un soporte de porcelana o similar.

Determinación

1. Una vez que se secó el filtro, pesarlo inmediatamente antes de usarlo.
2. Colocar el filtro en el embudo de filtración y tomar un volumen de muestra homogeneizada. Verter 50 ml en el embudo de filtración. Comenzar la succión hasta que la filtración sea completa.
3. Remover el filtro y colocarlo sobre un soporte de porcelana, previamente tarado. Secar por 1 hora a 103-105°C en estufa, enfriar en desecador hasta temperatura ambiente y pesar. La diferencia de pesos son los sólidos suspendidos.

Cálculos y expresión de resultados

$$SST = \frac{((P2 - P1) * 1000) * 1000}{V}$$

Dónde:

SST: sólidos suspendidos totales en mg/L.

P1: peso del filtro preparado en mg.

P2: peso del filtro más el residuo seco a 103-105°C en mg.

V: volumen de muestra tomado en mL

-Sulfuros: Su presencia en aguas residuales proviene en gran parte de la descomposición de la materia orgánica, algunas veces de desechos industriales. La mayoría proviene de la reducción bacteriana del sulfato. El sulfuro de hidrógeno que pasa al aire desde las aguas residuales que lo contienen, causa problemas de malos olores.

PARÁMETROS INORGÁNICOS DETERMINADOS EN LABORATORIO

-Antimonio: El antimonio se encuentra en cantidades traza en agua naturales (normalmente inferiores a 10µg/L) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas.

-Arsénico: es un metaloide, sin embargo, al igual que los metales pesados es bioacumulable. Las vías de acceso del arsénico al agua son las operaciones mineras, la aplicación de insecticidas que lo contienen y el uso de combustibles fósiles.

-Bario: está presente como un elemento traza en rocas ígneas y sedimentadas. Aunque no se encuentra libre en la naturaleza, se presenta en una cantidad de compuesto. Su sal más común es el sulfato de bario (barita) y la menos común el carbonato de bario. El bario en el agua proviene de fuentes naturales. Los acetatos, nitratos y haluros son solubles en el agua, pero los carbonatos, cromatos, fluoruros, oxalatos, fosfatos los son en menor concentración. La solubilidad de los compuestos del bario se incrementa cuando los niveles de pH descienden.

-Cadmio Disuelto: proviene de fábricas de pinturas, lixiviados de baterías usadas, corrosión de tubos galvanizados y la industria metalúrgica.

-Cobre: proviene de la corrosión de tuberías, de la aplicación de compuestos de cobre en cuerpos de agua para control de algas.

-Cromo VI: es un contaminante que se encuentra en las aguas residuales de la curtiduría de pieles, fábricas de acero y papel.

-Mercurio: se encuentra en los efluentes de la producción de cloro, fabricación de plaguicidas, fabricación de antisépticos, fabricación de explosivos, fabricación de papel y cemento, lixiviados de depósitos de desechos sólidos y tierras de cultivos.

-Níquel: se encuentra en las aguas residuales de la fabricación de acero, deposición electrolítica, catalizador en la fabricación de monedas, lixiviados de baterías usadas (Cd-Ni), fabricación de vidrio y fabricación de polipropileno.

-Plomo: forma parte de las aguas residuales de la fabricación de baterías eléctricas, fabricación de aditivos, fabricación de cables con aleaciones, pigmentos, fabricación de municiones, fabricación de soldaduras. Se determinó por el método químico cualitativo utilizando ácido sulfúrico concentrado y bicromato de potasio al 10%, verificando la presencia de precipitado amarillo en caso positivo.

-Selenio: la abundancia de este elemento es ampliamente distribuido en la corteza terrestre, se estima aproximadamente en 7 x 10⁻⁵% por peso, encontrándose en forma de seleniuros de elementos pesados y, en menor cantidad, como elemento libre en asociación con azufre elemental.

-Talio: El Talio es soluble en agua en parte y consecuentemente este puede esparcirse en el agua subterránea cuando los suelos contienen grandes cantidades de este.

-Zinc: se utiliza en aleaciones con cobre en la fabricación de partes automotrices en forma extensiva como sulfato de zinc en fertilizantes. El zinc le imparte un sabor astringente desagradable al agua.

PARÁMETROS ORGÁNICOS DETERMINADOS EN LABORATORIO

-Hidrocarburos Totales de Petróleo: El método se basa en la extracción de los compuestos orgánicos no polares de la muestra, principalmente hidrocarburos de origen del petróleo por su afinidad al tetracloruro de carbono. Los hidrocarburos disueltos en el tetracloruro de carbono se determinan cuantitativamente por comparación de la absorbancia leída a un número de onda de 2 930 cm^{-1} (correspondiente a la región media infrarroja del espectro electromagnético), con una curva de calibración preparada con tres tipos de hidrocarburos.

-Hexaclorobutadieno: es un líquido incoloro que no se evapora o quema fácilmente, tiene un olor parecido a la trementina. No se encuentra de forma natural en el medio ambiente y se forma durante el procesamiento de otras sustancias químicas como el tetracloroetileno, el tricloroetileno y el tetracloruro de carbono. El hexaclorobutadieno es un producto intermedio en la fabricación de compuestos de goma y lubricantes; se utiliza como fluido para giroscopios, líquido para la transferencia de calor o fluido hidráulico.

-Benceno: es el anillo aromático más simple y de él se derivan una serie de compuestos como el tolueno, el xileno y el estireno. Es un solvente y se utiliza para la producción de etilbenceno (monómero del estireno), para dodecibenceno (para detergentes).

-Benzo(a) Pireno: ha sido asociado por algunos autores¹ a un origen industrial, atribuyéndose su presencia en los lodos de depuradoras a descargas de gasolina de las industrias y estudiándose este hidrocarburo como un posible marcador del origen doméstico o industrial del agua residual.

-Antraceno: se originan durante la pirólisis y la combustión incompleta de materiales que contienen carbono e hidrógeno.

Aunque el origen de estos hidrocarburos en el medio ambiente es muy diverso, se pueden diferenciar, básicamente, cuatro fuentes distintas: pirolisis de la materia orgánica a altas temperaturas, origen patogénico, diagénesis de la materia orgánica sedimentada a bajas y moderadas temperaturas para formar los combustibles fósiles, y biosíntesis directa por microorganismos y plantas. Por lo general el Antraceno es poco soluble en agua, disminuyendo esta solubilidad al aumentar el número de anillos aromáticos del compuesto o su peso molecular. Esta solubilidad se ve muy influenciada por la temperatura del agua.

-Fluoranteno: Pueden ingresar a las aguas superficiales a través de la atmósfera y de descargas o vertidos directos. También se detectan en aguas freáticas, como resultado de la migración directa de aguas superficiales contaminadas o como consecuencia de suelos contaminados. Los compuestos de mayor persistencia se acumulan en plantas, peces e invertebrados terrestres y acuáticos. Por lo general el Fluoranteno es poco soluble en agua, disminuyendo esta solubilidad al aumentar el número de anillos aromáticos del compuesto o su peso molecular. Esta solubilidad se ve muy influenciada por la temperatura del agua.

-Bifenilos Policlorados (PCB): es un compuesto químico formado por cloro, carbón e hidrógeno, entran en el medio acuático de diversas maneras, siendo la principal sobre partículas orgánicas e inorgánicas (carbón, material calcáreo, sílice, lodo, etc), que formarán parte de los sedimentos acuáticos. La lixiviación del fondo acuático, así como la actividad biológica en el mismo, provocan que una pequeña se transfiera al agua, acumulándose rápidamente en la fauna acuática debido a su alta hidrofobia.

-Malation: es un insecticida que no ocurre naturalmente. El malatión puro es un líquido incoloro, y el malatión de calidad técnica, que contiene >90% de malatión e impurezas en un solvente, es un líquido pardo-amarillento que huele a ajo. El malatión se usa para

matar insectos en cosechas agrícolas y en jardines, para tratar piojos en la cabeza de seres humanos y para tratar pulgas en animales domésticos.

-Paration: es un líquido de color amarillo pálido a café oscuro con un olor a ajo, de olor característico. Solubilidad en agua: Pobre 0.001 g/100ml. Solubilidad en otros líquidos: Muy soluble en etanol, ésteres, dietil éter, cetonas, hidrocarburos aromáticos.

El paratión es un insecticida organofosforado, de color amarillo, muy soluble en alcohol e hidrocarburo aromático, insoluble en agua y en querosene.

-Aldrin: Se estima que el aldrin se adsorbe moderadamente en el suelo. En lo que respecta al color, el aldrin varía entre la falta de color y el marrón oscuro. Puede presentarse en forma líquida o sólida. El aldrín y dieldrín puros son polvos blancos con un leve olor a sustancia química. Los polvos comerciales de menor pureza tienen color canela.

-Clordano: El clordano es un plaguicida contaminante que una vez liberado al ambiente tarda hasta 20 años en degradarse. Es un líquido viscoso, incoloro o de color ámbar. Se descompone en álcalis débiles. El clordano tiene un olor levemente irritante. El clordano no se degrada rápidamente en el agua. Puede eliminarse de sistemas acuáticos mediante adsorción en sedimentos o mediante volatilización. El clordano no se disuelve muy fácilmente en agua.

-DDT: Es muy insoluble en agua, es decir, se disuelve bien en las sustancias grasas, pero no lo hace en las acuosas. Pertenece al grupo de los insecticidas denominados organoclorado.

-Dieldrin: El aldrín y el dieldrín son insecticidas con estructura química similar. En esta hoja se discuten juntos porque el aldrín se degrada rápidamente a dieldrín en el cuerpo y en el medio ambiente. Ninguna de estas sustancias ocurre naturalmente en el ambiente.

-Endosulfan: es un sólido cristalino de color marrón. Se compone de alfa-endosulfan y betaendosulfan. El endosulfan es estable a la luz solar pero inestable en medios alcalinos. Se hidroliza lentamente y se oxida en presencia de vegetación durante el período de crecimiento.

-Endrin: es un sólido cristalino entre incoloro y de color tostado. La persistencia del endrin en el medio ambiente depende en gran parte de las condiciones locales.

-Heptacloro: El heptacloro puro es un polvo blanco. El heptacloro de grado técnico es un polvo de color canela y es de menor pureza que el heptacloro puro. El heptacloro tiene un olor similar al alcanfor. No se disuelve en agua fácilmente.

-Heptacloro Epóxido: El epóxido de heptacloro también es un polvo blanco. Las bacterias y los animales degradan al heptacloro a epóxido de heptacloro. Es más probable encontrar epóxido de heptacloro que heptacloro en el ambiente. El heptacloro no se disuelve en agua fácilmente; el epóxido de heptacloro se disuelve más fácilmente. El epóxido de heptacloro puede permanecer mucho tiempo en el agua. El heptacloro y epóxido de heptacloro pueden acumularse en los tejidos de peces.

-Lindano: En aguas superficiales puede ser removido por evaporación. Se trata de un pesticida que "no es fácilmente degradable" por lo que resulta complicado de eliminar. Además de tóxico, es cancerígeno.

-Pentaclorofenol (PCP): formados por cloro, carbono e hidrógeno. A pesar de que no se producen en gran escala, estos contaminantes permanecen en el ambiente por sus propiedades fisicoquímicas, por derrames accidentales, por liberación durante un transporte inapropiado y por incineración de productos que los contenían.

-Aldicarb: Cristales incoloros. Apariencia y color: Este pesticida es relativamente soluble en agua, comparado con otros carbamatos, y también se disuelve fácilmente en solventes orgánicos.

PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS DETERMINADOS EN LABORATORIO

-Coliformes Termotolerantes: Las muestras fueron recolectados en botellas plásticas de 130 ml y analizados mediante el método siguiente:

1. Agitar vigorosamente la muestra para lograr una distribución uniforme de los microorganismos.
2. Con una micropipeta se tomó 3 alícuotas de 10-1, 10-2, 10-3 ml de cada muestra y luego inocular en tubos conteniendo caldo Lactosa Bilis Verde Brillante (LBVB) o brilla., a partir de cada dilución.
3. Se incubó todos los tubos a una temperatura de 35 °C durante 24 horas.
4. Después de 24 horas de incubación se efectuó la lectura para observar si hay tubos positivos, es decir, con producción de gas en el interior de la campana Durham.
5. De los tubos que en la lectura den positivos, se procederá a determinar el índice del número más probable como indica la tabla patrón.

Se enumeraron los microorganismos mediante la siguiente formula:

$$\frac{NMP}{100ML} = \frac{\text{Indice NMP x dilucion intermedia}}{100}$$

3.7.2. Representación

La prueba de independencia Chi-cuadrado, nos permite determinar si existe una relación entre dos variables categóricas. Es necesario resaltar que esta prueba nos indica si existe o no una relación entre las variables, pero no indica el grado o el tipo de relación; es decir, no indica el porcentaje de influencia de una variable sobre la otra o la variable que causa la influencia.

Una prueba de independencia usa la pregunta de si la ocurrencia del evento X es independiente a la ocurrencia del evento Y, por lo que el planteamiento de las hipótesis para esta prueba de independencia es;

H1; El vertimiento de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) influye significativamente en el grado de contaminación de las aguas del rio Huallaga, año2017.

La hipótesis alternativa H1, provisionalmente se acepta como verdadera.

H0; El vertimiento de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) NO influye significativamente en el grado de contaminación de las aguas del rio Huallaga, año 2017.

La hipótesis nula, niega a la hipótesis alternativa.

En las pruebas de independencia se utiliza el Chi cuadrado, el coeficiente de contingencia y las frecuencias observadas.

Cuadro N° 8
Frecuencias

| | | Estadísticos | | | | | |
|-------------|----------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | LMP | muestra M1 | muestra M2 | muestra M3 | muestra M4 | muestra M5 |
| N | Válidos | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | Perdidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 25 | | 2,25 | 3,75 | 5,25 | 6,75 | 7,50 |
| Percentiles | 50 | | 141,00 | 260,50 | 262,50 | 264,50 | 137,00 |
| | 75 | | 4345,00 | 1034,00 | 1017,50 | 4500,25 | 4091,75 |

Cuadro N° 9
Tabla de frecuencia

LMP

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|--------------------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos Coliformes | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| DBO5 | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| DQO | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| pH | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| Solidos | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| Temperat | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Muestra M1

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-----------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos 0 | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| DQO | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| 85 | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| 197 | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| 328 | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| 16396 | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Muestra M2

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------------|------------|------------|----------------------|-------------------------|
| Válidos 0 | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| solidos disueltos | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| suspendidos | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| 196 | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| 325 | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| 845 | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| 1601 | 1 | 16,7 | 16,7 | |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Muestra M3

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| 0 | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| 7 | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| 195 | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| Válidos 330 | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| 832 | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| 1574 | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Muestra M4

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| 0 | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| 9 | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| 194 | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| Válidos 335 | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| 825 | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| 15526 | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Muestra M5

| | Frecuencia | Porcentaje | Porcentaje válido | Porcentaje acumulado |
|-------------|------------|------------|-------------------|----------------------|
| 0 | 1 | 16,7 | 16,7 | 16,7 |
| 10 | 1 | 16,7 | 16,7 | 33,3 |
| 81 | 1 | 16,7 | 16,7 | 50,0 |
| Válidos 193 | 1 | 16,7 | 16,7 | 66,7 |
| 348 | 1 | 16,7 | 16,7 | 83,3 |
| 15323 | 1 | 16,7 | 16,7 | 100,0 |
| Total | 6 | 100,0 | 100,0 | |

Cuadro Nº 10
Tablas de contingencia

Resumen del procesamiento de los casos

| | Casos | | | | | |
|------------------|---------|------------|----------|------------|-------|------------|
| | Válidos | | Perdidos | | Total | |
| | N | Porcentaje | N | Porcentaje | N | Porcentaje |
| LMP * muestra M1 | 6 | 100,0% | 0 | 0,0% | 6 | 100,0% |
| LMP * muestra M2 | 6 | 100,0% | 0 | 0,0% | 6 | 100,0% |
| LMP * muestra M5 | 6 | 100,0% | 0 | 0,0% | 6 | 100,0% |
| LMP * muestra M4 | 6 | 100,0% | 0 | 0,0% | 6 | 100,0% |
| LMP * muestra M3 | 6 | 100,0% | 0 | 0,0% | 6 | 100,0% |

Cuadro Nº 11
LMP * muestra M1

Tabla de contingencia

Recuento

| | muestra M1 | | | | | | Total |
|----------------|------------|-----|----|-----|-----|-------|-------|
| | 0 | DQO | 85 | 197 | 328 | 16396 | |
| LMP Coliformes | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| DBO5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| DQO | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| pH | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Solidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Temperat | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|--------------------------|---------------------|----|-----------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 30,000 ^a | 25 | ,224 |
| Razón de verosimilitudes | 21,501 | 25 | ,664 |
| N de casos válidos | 6 | | |

a. 36 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5.

La frecuencia mínima esperada es ,17.

Cuadro Nº 12
LMP * muestra M2

Tabla de contingencia

Recuento

| | muestra M2 | | | | | | Total |
|------------|------------|-------------------------------|-----|-----|-----|------|-------|
| | 0 | solidos disueltos suspendidos | 196 | 325 | 845 | 1601 | |
| Coliformes | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| DBO5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| DQO | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| pH | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Solidos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Temperat | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|--------------------------|---------------------|----|-----------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 30,000 ^a | 25 | ,224 |
| Razón de verosimilitudes | 21,501 | 25 | ,664 |
| N de casos válidos | 6 | | |

a. 36 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,17.

Cuadro Nº 13
LMP * muestra M3

Tabla de contingencia

Recuento

| | muestra M3 | | | | | | Total |
|------------|------------|---|-----|-----|-----|------|-------|
| | 0 | 7 | 195 | 330 | 832 | 1574 | |
| Coliformes | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| DBO5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| DQO | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| pH | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Solidos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Temperat | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|--------------------------|---------------------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 30,000 ^a | 25 | ,224 |
| Razón de verosimilitudes | 21,501 | 25 | ,664 |
| N de casos válidos | 6 | | |

a. 36 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,17.

Cuadro Nº 14
LMP * muestra M4

Tabla de contingencia

Recuento

| | muestra M4 | | | | | | Total |
|------------|------------|---|-----|-----|-----|-------|-------|
| | 0 | 9 | 194 | 335 | 825 | 15526 | |
| LMP | | | | | | | |
| Coliformes | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| DBO5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| DQO | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| pH | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| Solidos | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| Temperat | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Total | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|--------------------------|---------------------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 30,000 ^a | 25 | ,224 |
| Razón de verosimilitudes | 21,501 | 25 | ,664 |
| N de casos válidos | 6 | | |

a. 36 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,17.

Cuadro Nº 15
LMP * muestra M5
Tabla de contingencia

| | | Recuento | | | | | Total | |
|-----|------------|------------|----|----|-----|-----|-------|---|
| | | muestra M5 | | | | | | |
| | | 0 | 10 | 81 | 193 | 348 | 15323 | |
| LMP | Coliformes | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | DBO5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| | DQO | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | pH | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | Solidos | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| | Temperat | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | Total | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Pruebas de chi-cuadrado

| | Valor | gl | Sig. asintótica (bilateral) |
|--------------------------|---------------------|----|--------------------------------|
| Chi-cuadrado de Pearson | 30,000 ^a | 25 | ,224 |
| Razón de verosimilitudes | 21,501 | 25 | ,664 |
| N de casos válidos | 6 | | |

a. 36 casillas (100,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,17.

Como el coeficiente de contingencia es menor que 5 rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alternativa, luego podemos concluir que a un nivel de significancia determinado en las pruebas de chi cuadrado existe una relación entre el vertimiento de aguas residuales (domesticas, municipales e industriales) y el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.

Además, con los resultados de los análisis físicos, químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológico de las muestras de aguas del río Huallaga en el tramo (Puente Huancachupa-Puente Huayopampa) se ha realizado el modelamiento de una corriente contaminada del río Huallaga, utilizando el programa Matlab, cuyo SCRIPT (CÓDIGO) se detalla a continuación.

```
% Flujo en una corriente

clear;

% Longitud de la corriente

L = 1.0;

% Duración de Tiempo

T = 20.;

K = 200;

dt = T/K;

n = 10.;

dx = L/n;

vel = .1;

decay = .1;

% Concentración Inicial

for i = 1:n+1

x(i) =(i-1)*dx;

u(i,1) =(i<=(n/2+1))*sin(pi*x(i)*2)+(i>(n/2+1))*0;

end

% Concentración Río arriba

for k=1:K+1

time(k) = (k-1)*dt;

u(1,k) = -sin(pi*vel*0)+.2;

end

% Lazo de Tiempo
```

```

for k=1:K

% Lazo de Espacio

for i=2:n+1;

u(i,k+1) =(1 - vel*dt/dx -decay*dt)*u(i,k) + vel*dt/dx*u(i-1,k);

end

end

figure(1)%Primera ventana

mesh(x,time,u')

xlabel('longitud')

ylabel('tiempo')

zlabel('concentración')

figure(2)%gráfica de contorno de la concentración en el tiempo
versus el espacio

contour(x,time,u')

xlabel('Longitud','FontSize',11)

ylabel('Tiempo','FontSize',11)

grid on

title('Grafica tiempo versus el espacio');%título del gráfico

figure(3)

%codigo agregado para mostrar matriz con 4 ventanas de
imagen

for i2=1:9 %contador i2 que indica la posición

subplot(3,3,i2)%crea matriz 2x2 con posición i2

pos=[1 5 20 30 40 50 60 80 90]

```

```

lim =[0 11 0 1];

plot(u(:,pos(i2)))

area(u(:,pos(i2)))%muestra en relleno la grafica

axis(lim);

grid on

end

figure(4)

plot(x,u(:,1),x,u(:,10),x,u(:,20),x,u(:,30),x,u(:,40),x,u(:,50))

grid on

title ('Concentración elevada moviéndose corriente abajo')

% Ventanas

```

RESULTADOS MEDIANTE GRÁFICOS:

Gráfico N° 1

Concentración como función de (tiempo, longitud)

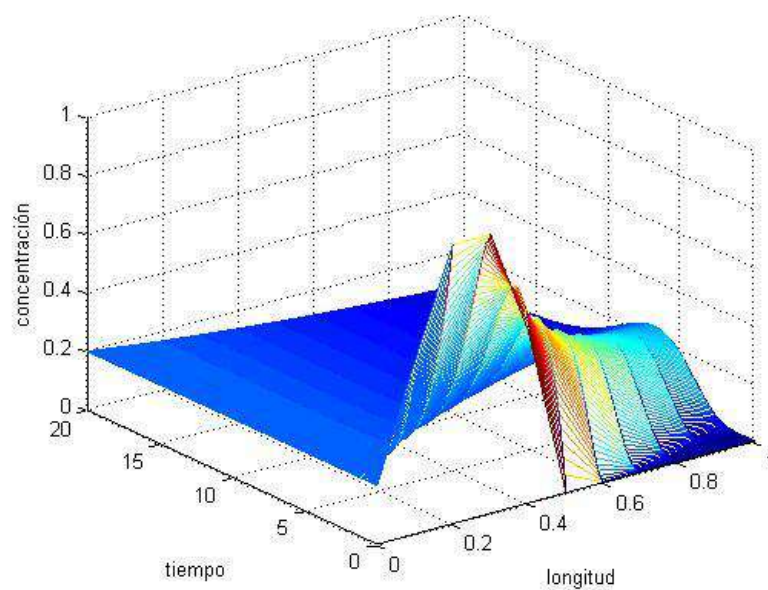


Gráfico N° 2

Gráfico tiempo versus el espacio (tiempo, longitud)

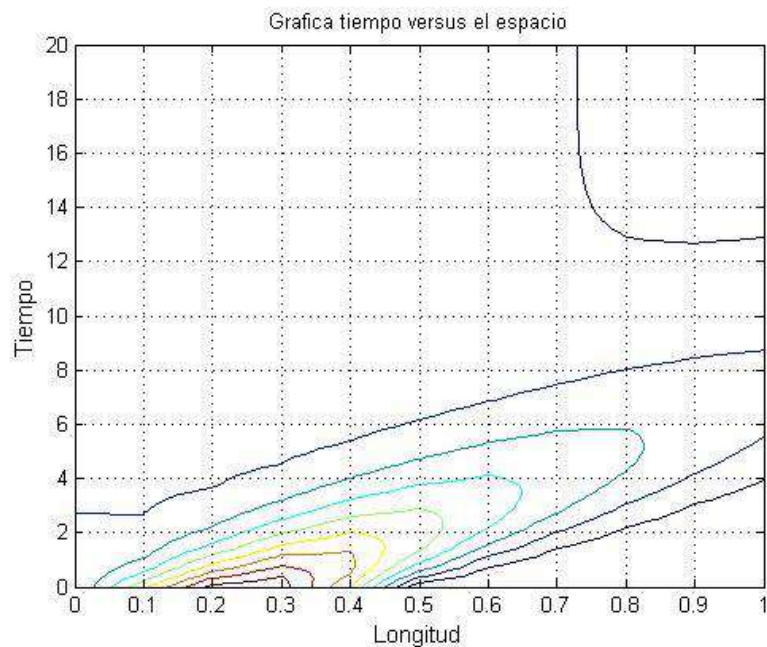


Gráfico N° 4

Contornos de concentración

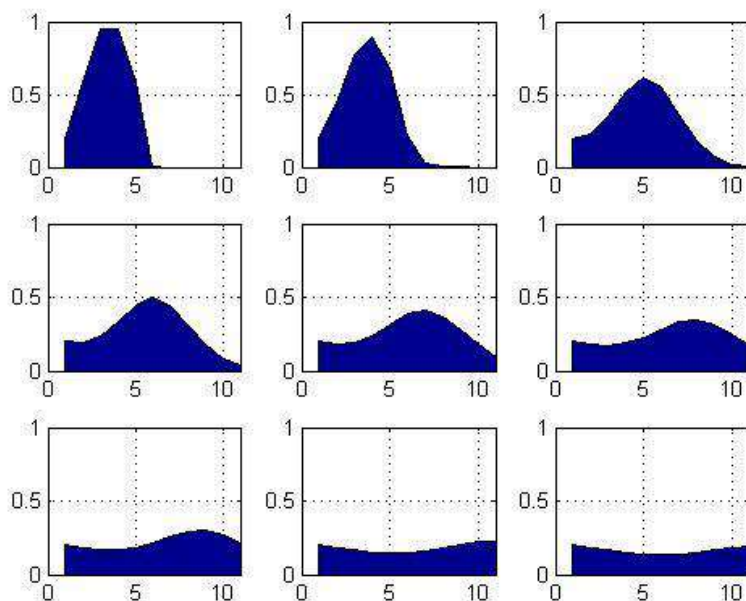
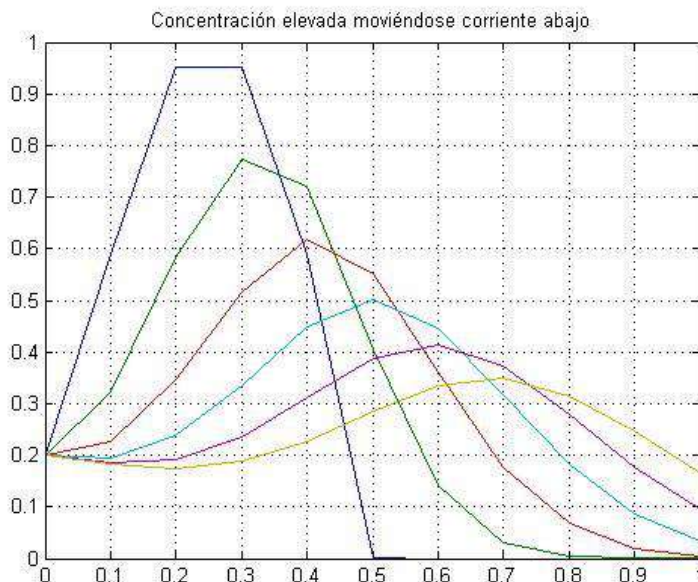


Gráfico N° 05

Concentración elevada moviéndose corriente abajo



3.7.3. Comprobación de la hipótesis

En el presente estudio se ha comprobado la hipótesis planteada donde el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) SI influye en el grado de contaminación de las aguas del rio Huallaga en el año 2017, esto como resultado de la comparación de los valores obtenidos de los parámetros físicos, químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos de las muestras tomadas del rio Huallaga, dichos valores superan los límites máximo permisibles (LMP) para efluentes de PTAR (D.S. N° 003-2010-MINAM), así mismo dichos valores superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM).

Determinación de la carga contaminante

Para determinar carga contaminante se empleó la siguiente fórmula:

$$\text{Carga Contaminante (Kg/d)} = \text{Concentración (kg/L)} \times \text{Caudal (L/d)}$$

El caudal se determinó por el método volumétrico que consiste en la medición directa del caudal con un recipiente de volumen conocido y controlando el tiempo de llenado. El caudal Q, se obtiene aplicando la siguiente relación:

$$Q \text{ (l/s)} = \frac{\text{volumen del recipiente (l)}}{\text{Tiempo de llenado (s)}}$$

CAPÍTULO IV
ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE
RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Caracterización Puntos de vertimiento

Se identificaron 31 puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) tanto en la margen derecha (18 puntos de vertimiento) como en la margen izquierda (15 puntos de vertimiento) del río Huallaga año 2017, debidamente georreferenciados (ver plano adjunto), los cuales no cuentan con un sistema de tratamiento ni la autorización de vertimiento otorgado por la Autoridad nacional del Agua (ANA). Respecto a los puntos de vertimiento identificados estos vierten directamente sus aguas residuales hacia el río Huallaga a través de tuberías entre 8"-20" de diámetro.

Cuadro Nº 16

Puntos de vertimiento margen izquierda río Huallaga.

| N° punto de vertimiento | Referencia | Zona | Coordenada UTM | | Altitud |
|-------------------------|--|------|----------------|---------|---------|
| | | | Este | Norte | |
| 1 | Pillco Marca (punto de partida) | 18 L | 363899 | 8899079 | 1925 |
| 2 | pasando Unheval | 18 L | 362789 | 8900424 | 1908 |
| 3 | pasando Unheval (curva) | 18 L | 362761 | 8900456 | 1908 |
| 4 | Antes del Puente Tingo | 18 L | 363001 | 8900737 | 1906 |
| 5 | Puente Tingo – Discoteca Kilombo | 18 L | 363021 | 8900892 | 1904 |
| 6 | Malecón Alomia Robles y Jr. Seichi Izumi | 18 L | 363343 | 8901150 | 1903 |
| 7 | Malecón Alomia Robles y Jr. Tarapacá | 18 L | 364122 | 8901425 | 1900 |
| 8 | Hospital Regional Hermilio V. M. | 18 L | 364568 | 8902304 | 1893 |
| 9 | Puente Esteban Pabletich | 18 L | 364686 | 8902875 | 1887 |
| 10 | Jr. Circunvalación y Malecón D.A. R | 18 L | 364742 | 8903353 | 1885 |
| 11 | Jr. Circunvalación y Malecón Alomia Robles | 18 L | 364730 | 8903421 | 1885 |
| 12 | Jr. Circunvalación y Malecón Alomia Robles | 18 L | 364750 | 8903434 | 1884 |
| 13 | Recreo Rinconcito | 18 L | 364643 | | |

| | | | | | |
|----|------------------------------------|------|--------|---------|------|
| | Huanuqueño | | | 8903902 | 1878 |
| 14 | Explotación de Canteras | 18 L | 364591 | 8904118 | 1876 |
| 15 | Pte. Huayopampa (punto de llegada) | 18 L | 364633 | 8904291 | 1881 |

Cuadro Nº 17

Puntos de vertimiento margen derecha río Huallaga

| Nº punto de vertimiento | Referencia | Zona | Coordenada UTM | | Altitud msnm |
|-------------------------|--|------|----------------|---------|--------------|
| | | | Este | Norte | |
| 16 | Zona Cero (punto de partida) | 18 L | 362771 | 8900528 | 1877 |
| 17 | Zona Cero | 18 L | 363062 | 8900742 | 1907 |
| 18 | Urb. Fonavi I | 18 L | 364039 | 8901342 | 1902 |
| 19 | Discoteca Mandingo | 18 L | 364160 | 8901407 | 1898 |
| 20 | Instituto Marcos Duran Martel | 18 L | 364338 | 8901632 | 1898 |
| 21 | Gobierno Regional | 18 L | 364442 | 8901746 | 1898 |
| 22 | Gobierno Regional | 18 L | 364596 | 8901874 | 1897 |
| 23 | Gobierno Regional | 18 L | 364631 | 8901907 | 1897 |
| 24 | Colegio Marino Meza Rosales | 18 L | 364716 | 8902756 | 1893 |
| 25 | Colegio Marino Meza Rosales | 18 L | 364745 | 8902880 | 1893 |
| 26 | Instituto Tecnológico Aparicio Pomares | 18 L | 364787 | 8903093 | 1891 |
| 27 | Instituto Tecnológico Aparicio Pomares | 18 L | 364798 | 8903185 | 1892 |
| 28 | Camal Municipal | 18 L | 364802 | 8903242 | 1890 |
| 29 | Camal Municipal | 18 L | 364805 | 8903303 | 1891 |
| 30 | Camal Municipal | 18 L | 364804 | 8903319 | 1891 |
| 31 | Puente Huayopampa | 18 L | 364672 | 8904304 | 1889 |

4.1.2. Caracterización aguas residuales

Se ha tomado cinco muestras de las aguas residuales (efluentes) según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (Resolución Jefatural Nº 010-2016-ANA), Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos superficiales. R.D. Nº 2254-2007-DIGESA.

Estos cinco puntos de vertimiento de aguas residuales no cuentan con un sistema de tratamiento, tampoco cuentan con la autorización de vertimiento otorgado por la Autoridad nacional del Agua (ANA), vierten directamente sus aguas residuales hacia el río Huallaga a través de tuberías entre 8"-20" de diámetro.

Cuadro N° 18

Parámetros determinados en campo, muestras de aguas residuales (efluentes).

| N° de muestra | Ubicación | Localidad | Distrito | Provincia | Departamento | Coordenadas UTM | | Altitud | Fecha | Hora | Ph | Temperatura |
|--|-----------------------------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------------|-----------|---------|------------|---------|------------------|----------------|
| | | | | | | Norte | Este | msnm | | | unidad | (°C) |
| 1 | Pasando Puente Calicanto | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8901827.03 | 364527.30 | 1894 | 15/05/2018 | 9.00am | 8,80 | 19,30 |
| 2 | Espalda de la Backus | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8902209.05 | 364689.71 | 1893 | 15/05/2018 | 9.30am | 8,75 | 19,22 |
| 3 | Última vía del malecón | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8903478.13 | 364738.97 | 18885 | 15/05/2018 | 10.00pm | 8,70 | 19,17 |
| 4 | Pasando última vía del malecón | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8904310.45 | 364665.72 | 1882 | 16/05/2018 | 4.30pm | 8,65 | 19,75 |
| 5 | Puente Huayopampa | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8904310.45 | 364665.72 | 1882 | 16/05/2018 | 5.00pm | 8,60 | 19,50 |
| Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- D.S. N° 003-2010 – MINAN | | | | | | | | | | | 6,5 – 8,5 | < 35 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 19

Parámetros determinados en laboratorio, muestras de aguas residuales (efluente)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM Este | | Altitud msnm | Aceites y grasas (mg/L) | Coliformes Termotolerantes (NMP/100 mL) | Demanda Bioquímica de oxígeno (mg/L) | Demanda Química de oxígeno (mg/L) | Solidos Totales en suspensión (mL/L) |
|--|--------------------------------|------|----------------------|--------|-----------------|------------------------------|--|---|--------------------------------------|---|
| | | | Norte | Este | | | | | | |
| M 1 | Pasando Puente Calicanto | 18 L | 8903775 | 364704 | 1894 | Ausencia de película visible | $7,0 \times 10^{-3}$ | 163,96 | 307.90 | 328 |
| M 2 | Espalda de la Backus | 18 L | 8903383 | 364792 | 1893 | Ausencia de película visible | $7,5 \times 10^{-3}$ | 160,10 | 320.60 | 325 |
| M 3 | Última vía del malecón | 18 L | 8903350 | 364796 | 18885 | Ausencia de película visible | $2,0 \times 10^{-4}$ | 157,40 | 314.80 | 330 |
| M 4 | Pasando última vía del malecón | 18 L | 8903317 | 364704 | 1882 | Ausencia de película visible | $2,2 \times 10^{-4}$ | 155,26 | 310.40 | 335 |
| M 5 | Puente Huayopampa | 18 L | 8903190 | 364795 | 1882 | Ausencia de película visible | $2,4 \times 10^{-4}$ | 153,23 | 310.20 | 348 |
| Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- D.S. N° 003-2010 – MINAN | | | | | | 20 | 10,000 | 100 | 200 | 150 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 20

Parámetros determinados en laboratorio, muestras de aguas en los puntos de monitoreo (efluentes)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Coliformes Termotolerantes (NMP/100 MI) | Coliformes Totales *** NMP/100 MI) | Coliformes Fecales *** NMP/100 MI) |
|--|--------------------------------|------|-----------------|--------------------------|-----------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | | Norte | Este | | | | |
| | | | M 1 | Pasando Puente Calicanto | 18 L | 8903775 | 364704 | 1894 |
| M 2 | Espalda de la Backus | 18 L | 8903383 | 364792 | 1893 | $8,5 \times 10^5$ | $8,0 \times 10^5$ | $4,7 \times 10^3$ |
| M 3 | Última vía del malecón | 18 L | 8903350 | 364796 | 18885 | $7,7 \times 10^5$ | $7,9 \times 10^5$ | $4,2 \times 10^3$ |
| M 4 | Pasando última vía del malecón | 18 L | 8903317 | 364704 | 1882 | $6,8 \times 10^5$ | $7,7 \times 10^5$ | $3,8 \times 10^4$ |
| M 5 | Puente Huayopampa | 18 L | 8903190 | 364795 | 1882 | $5,7 \times 10^5$ | $6,8 \times 10^5$ | $3,2 \times 10^4$ |
| Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 002-2008 – MINAN | | | | | | 2 000 | 3000 | |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

4.1.3. Caracterización calidad de aguas río Huallaga

El río Huallaga en el tramo en estudio (Puente Huancachupa-Puente Huayopampa) según la resolución jefatural No. 202-2010-ANA está definido como categoría 4: conservación del medio ambiente, sub categoría E2: ríos Costa y Sierra.

Se ha tomado dos muestras de las aguas del río Huallaga en el tramo en estudio (Puente Huancachupa-puente Huayopampa) según el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) y el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recurso Hídricos superficiales. R.D. N° 2254-2007-DIGESA.

Con las muestras obtenidas y según los análisis de laboratorio se ha caracterizado las aguas del río Huallaga comparando los resultados de laboratorio con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua (D.S. N° 004-2017-MINAM), dicha caracterización de las aguas del río Huallaga se ha realizado a partir de los parámetros físicos, químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos cuyos resultados se incorporan al presente trabajo de investigación:

Cuadro N° 21

Parámetros determinados en campo, muestras aguas del rio Huallaga (cuerpo receptor).

| N° de muestra | Ubicación | Localidad | Distrito | Provincia | Departamento | Coordenadas UTM | | Altitud | Fecha | Hora | Ph | Temperatura | OD | Conductividad Eléctrica |
|---|---------------------------------|-----------|----------|-----------|--------------|-----------------|-----------|---------|------------|--------|------------------|-------------|------------|-------------------------|
| | | | | | | Norte | Este | msnm | | | unidad | (°C) | (mg/L) | (uS/cm) |
| 1 | A la altura puente Huancachupa | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 17/05/2018 | 3.00pm | 8,88 | 19,50 | 18,08 | 391,90 |
| 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | Huánuco | Huánuco | Huánuco | Huánuco | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 17/06/2018 | 5.00pm | 8,95 | 19,55 | 18,63 | 397,80 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | | | | | | 6,5 – 9,0 | Δ3 | ≥ 5 | 1000 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 22

Parámetros físicos-químicos determinados en laboratorio, muestras aguas del rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Aceites y grasas (MEH) (mg/L) | Cianuro libre (mg/L) | Color (b) Color Verdadero Escala Pt/Co | Clorofila A (mg/L) | Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) (mg/L) | Fenoles (mg/L) | Fosforo Total (mg/L) |
|---|---------------------------------|------|-----------------|--------------------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|---|-----------------------|--|-------------------|-------------------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | | | |
| | | | M 1 | A la altura puente Huancachupa | | | | | | | | |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 1.42 | 0,0029 | 700 | No aplica | 11.7 | 0,59 | 0,156 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 - MINAN | | | | | | 5,0 | 0,0052 | 20(a) | ** | 10 | 2,56 | 0,05 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 23

Parámetros físicos-químicos determinados en laboratorio, muestras aguas del rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Nitratos (NO3) (a) (mg/L) | Amoniac Total (mg/L) | Nitrógeno Total (mg/L) | Solidos Suspendidos Totales (mg/L) | Sulfuros (mg/L) |
|---|---------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|---|--------------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 1,172 | No aplica | No aplica | 13,00 | 0,004 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 1,372 | No aplica | No aplica | 13,60 | 0,004 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 13 | (1) | ** | 10 | 0.02 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 24

Parámetros Inorgánicos determinados en laboratorio, muestras aguas rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msn | Antimonio (mg/L) | Arsénico (mg/L) | Bario (mg/L) | Cadmio Disuelto (mg/L) | Cobre (mg/L) | Cromo VI (mg/L) |
|---|---------------------------------|------|-----------------|-----------|----------------|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|--------------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 0,00157 | 0,007 | 0,100 | 0,001 | 0,00305 | 0,0221 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 0,00199 | 0,009 | 0,099 | 0,001 | 0,00304 | 0,0279 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 0,64 | 0,15 | 0,7 | 0,00025 | 0,1 | 0,011 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 25

Parámetros Inorgánicos determinados en laboratorio, muestras aguas rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Mercurio (mg/L) | Níquel (mg/L) | Plomo (mg/L) | Selenio (mg/L) | Talio (mg/L) | Zinc (mg/L) |
|---|---------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|--------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|----------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 0,000001 | 0,021 | 0,022 | 0,0004 | 0,0002 | 0,068 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 0,000001 | 0.026 | 0.022 | 0,0004 | 0,0002 | 0,082 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 0,0001 | 0,052 | 0,0025 | 0,005 | 0,0008 | 0,12 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 26

Parámetros Orgánicos determinados en laboratorio, muestras agua rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Hidrocarburos Totales de petroleo (mg/L) | Hexaclorob utadieno (mg/L) | Benceno (mg/L) | Benceno(a) Pireno (mg/L) | Antraceno (mg/L) | Fluorante no (mg/L) | Bifenilos Policloro dos (PCB) (mg/L) |
|---|---------------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|---|----------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------|---------------------------|--|
| | | | Norte | Este | | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 0,00001 | 0,000012 | 0,00015 | 0,000001 | 0,00002 | 0,0001 | 0,000001 |
| M 5 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 0,00001 | 0,000012 | 0,00015 | 0,000001 | 0,00002 | 0,0001 | 0,000001 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 - MINAN | | | | | | 0,5 | 0,0006 | 0,05 | 0,0001 | 0,0004 | 0,001 | 0,000014 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 27

Parámetros Orgánicos determinados en laboratorio, muestras aguas rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Malation (mg/L) | Paration (mg/L) | Aldrin (mg/L) | Clordano (mg/L) | DDT (mg/L) | Dieldrin (mg/L) | Endosulfan (mg/L) |
|---|---------------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|--------------------|----------------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 0,00001 | 0,00002 | 0,0000026 | 0,0000001 | 0,0000002 | 0,0000001 | 0,0000001 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 0,00001 | 0,00002 | 0,0000026 | 0,0000001 | 0,0000002 | 0,0000001 | 0,0000001 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 0,0001 | 0,00013 | 0,00004 | 0,0000043 | 0,000001 | 0,000056 | 0,000056 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 28

Parámetros Orgánicos determinados en laboratorio, muestras aguas rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Endrin (mg/L) | Heptacloro (mg/L) | Heptacloro Epoxido (mg/L) | Lindano (mg/L) | Pentaclorofeno I (PCP) (mg/L) | Aldicarb (mg/L) |
|---|---------------------------------|------|-----------------|-----------|-----------------|------------------|----------------------|------------------------------|-------------------|----------------------------------|--------------------|
| | | | Norte | Este | | | | | | | |
| M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 | 363897.28 | 1943 | 0,0000002 | 0,0000001 | 0,0000002 | 0,00001 | 0,0001 | 0,0001 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | 0,0000002 | 0,0000001 | 0,0000002 | 0,00001 | 0,0001 | 0,0001 |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 0,000036 | 0,0000038 | 0,0000038 | 0,00095 | 0,001 | 0,001 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

Cuadro N° 29

Parámetros microbiológicos determinados en laboratorio, muestras aguas rio Huallaga (cuerpo receptor)

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud | Coliformes Termotolerantes |
|---|---------------------------------|------|-----------------|--------------------------------|---------|----------------------------|
| | | | Norte | Este | msnm | (NMP/100 MI) |
| | | | M 1 | A la altura puente Huancachupa | 18 L | 8897287.56 |
| M 2 | A 200 mts. De Puente Huayopampa | 18 L | 8904764.70 | 364867.21 | 1881 | $8,5 \times 10^5$ |
| Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua - D.S. N° 004-2017 – MINAN | | | | | | 2 000 |

Fuente: Laboratorio DIGESA

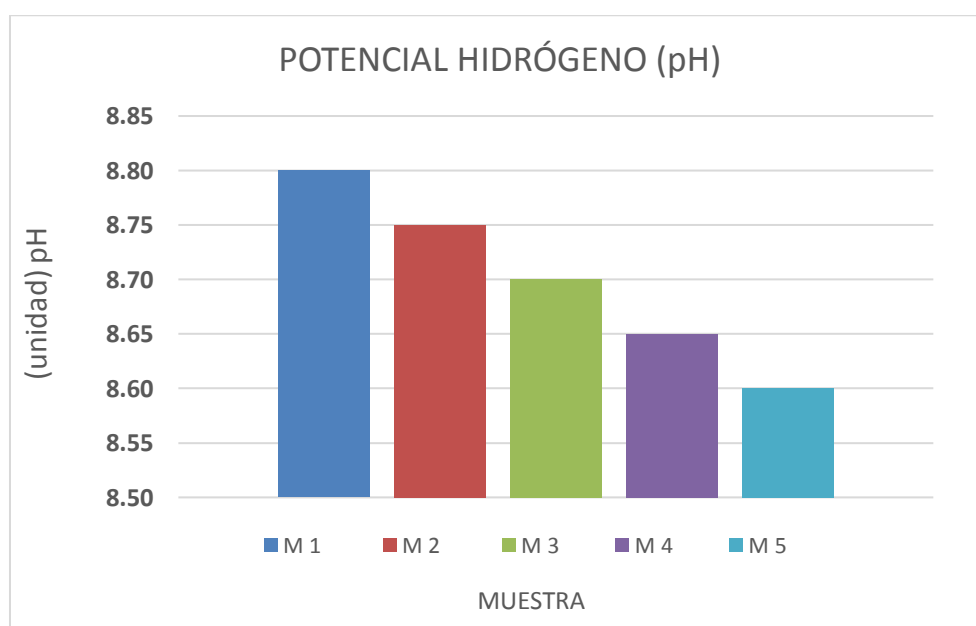
Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

REGISTRO DE DATOS DE LAS MUESTRAS DE AGUAS RESIDUALES (EFLUENTE) - SEGÚN D.S. 003-2010-MINAM

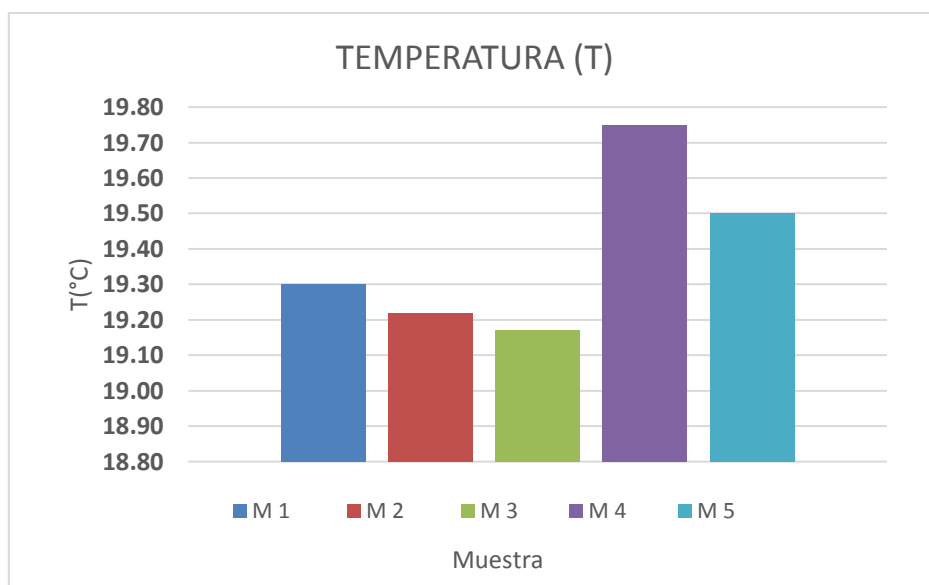
-pH: El resultados de pH en la muestra M1 es 8,80 unidades, en la muestra M2 es de 8,75 unidades, en la muestra M3 es de 8,70 unidades, en la muestra M4 es de 8,65 unidades, en la muestra M5 es de 8,60 unidades. Como se puede observar estas aguas son ligeramente básicas, estos valores no cumplen con la normatividad establecida cuyo intervalo es de 6.5 a 8.5 de pH (D.S N° 003-2010-MINAM); adicionalmente no cumplen en lo establecido en la normatividad de la Organización Mundial de la Salud.

Gráfico N° 06

POTENCIAL HIDRÓGENO pH



-Temperatura (T): El resultado de la temperatura del agua residual en la muestra M1 es de 19.30 °C, en la muestra M2 es de 19.22 °C, en la muestra M3 es de 19.17 °C, en la muestra M4 es de 19.75 °C, en la muestra M5 es de 19.50 °C.

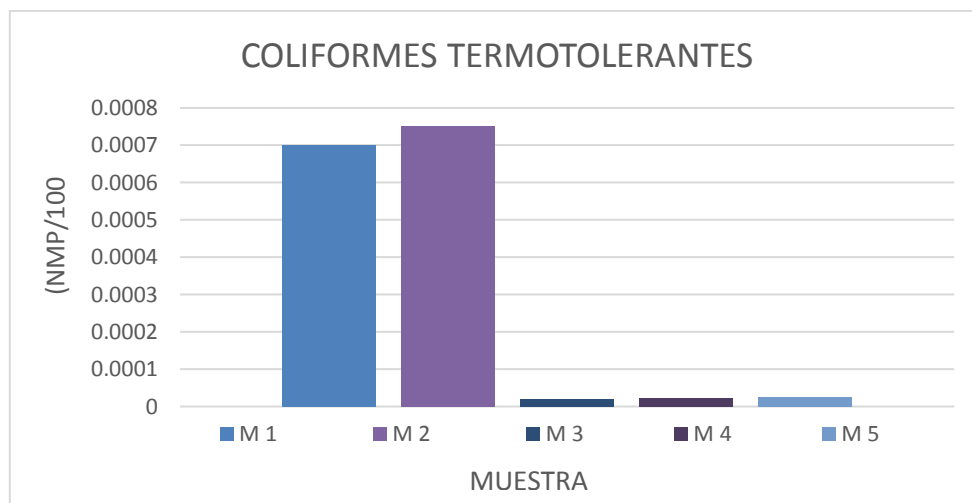
Gráfico N° 07**TEMPERATURA**

-Aceites y Grasas: El resultado de análisis para aceites y grasas nos da ausencia de película visible según los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 003-2010 – MINAN.

-Coliformes Termotolerantes (NMP/100 MI): El resultado de análisis para Coliformes Termotolerantes para la M1 es de $7,0 \times 10^3$ NMP/100 MI, para la muestra M2 es de $7,5 \times 10^3$, para la muestra M3 es de 2.0×10^4 , para la muestra M4 es de 2.2×10^4 , para la muestra M5 es de 2.4×10^4 . Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido que establece el D.S. N° 003-2010 – MINAN.

Gráfico N° 08

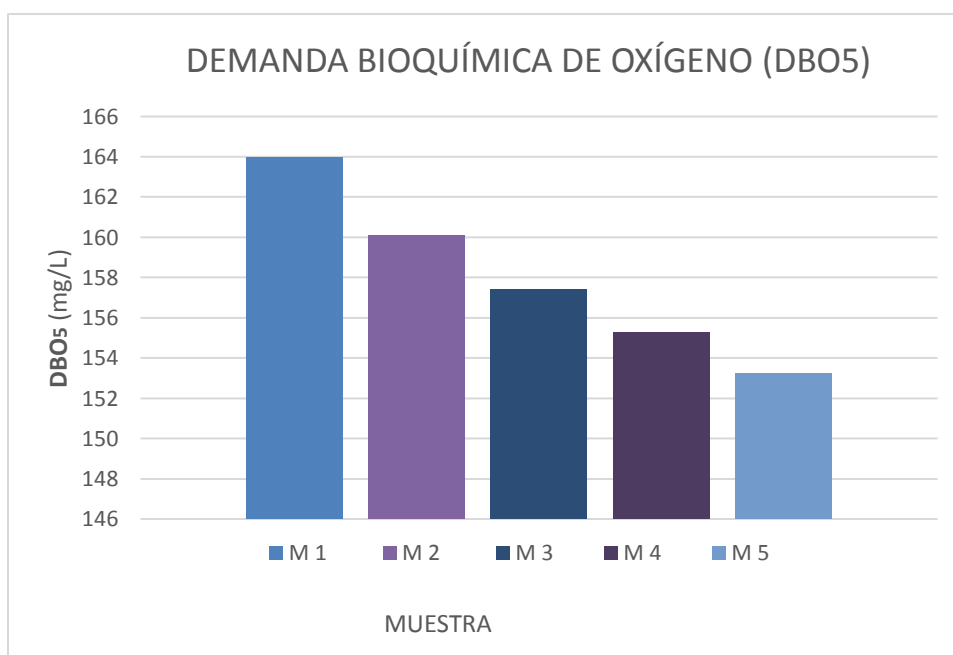
COLIFORMES TERMOTOLERANTES



-Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO₅): El resultado de análisis de la DBO₅ para la M1 es de 163.96 mg/l, para la muestra M2 es de 160.10 mg/l, para la muestra M3 es de 157.40 mg/l, para la muestra M4 es de 155.26 mg/l, para la muestra M5 es de 153.23 mg/l. Dichas concentraciones son mayores al estándar de comparación definido que establece el D.S. N° 003-2010 – MINAN.

Gráfico N° 09

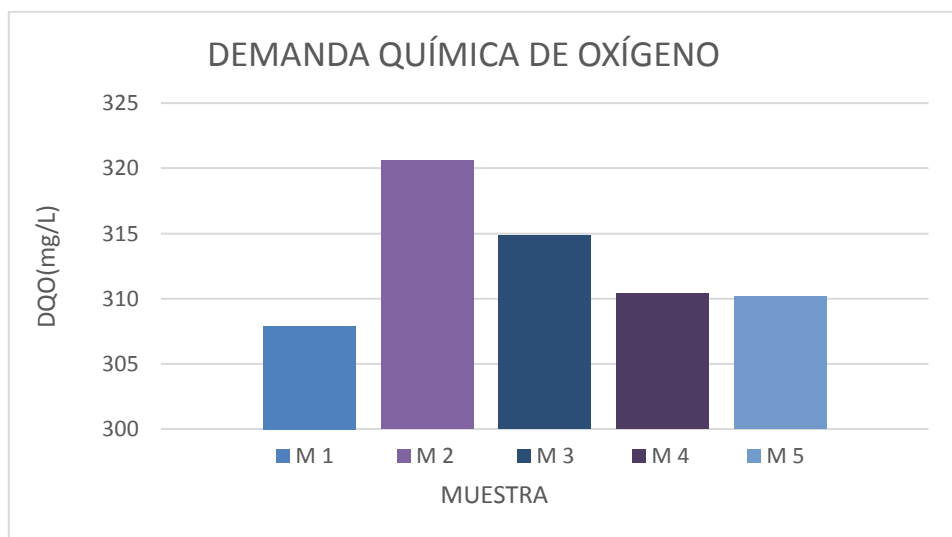
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO



-Demanda Química de oxígeno: El resultado de análisis de la DQO para la M1 es de 3 mg/l, para la muestra M2 es de 5 mg/l, para la muestra M3 es de 7 mg/l, para la muestra M4 es de 9 mg/l, para la muestra M5 es de 10 mg/l. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido que establece el D.S. N° 003-2010 – MINAN.

Gráfico N° 10

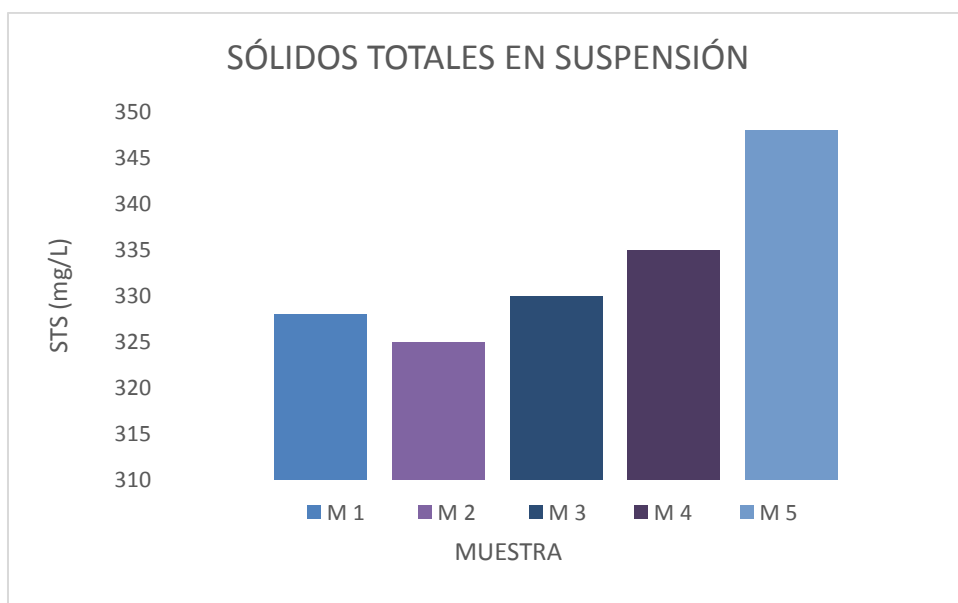
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO



-Sólidos Totales en Suspensión: El resultados de Sólidos Totales en Suspension en la muestra M1 es 328 mg/l, en la muestra M2 es de 325 mg/l, en la muestra M3 es de 330 mg/l, en la muestra M4 es de 335 mg/l y en la muestra M5 es de 348 mg/l. Como se puede observar estos valores sobrepasan lo establecido en el (D.S N° 003-2010-MINAM).

Gráfico Nº 11

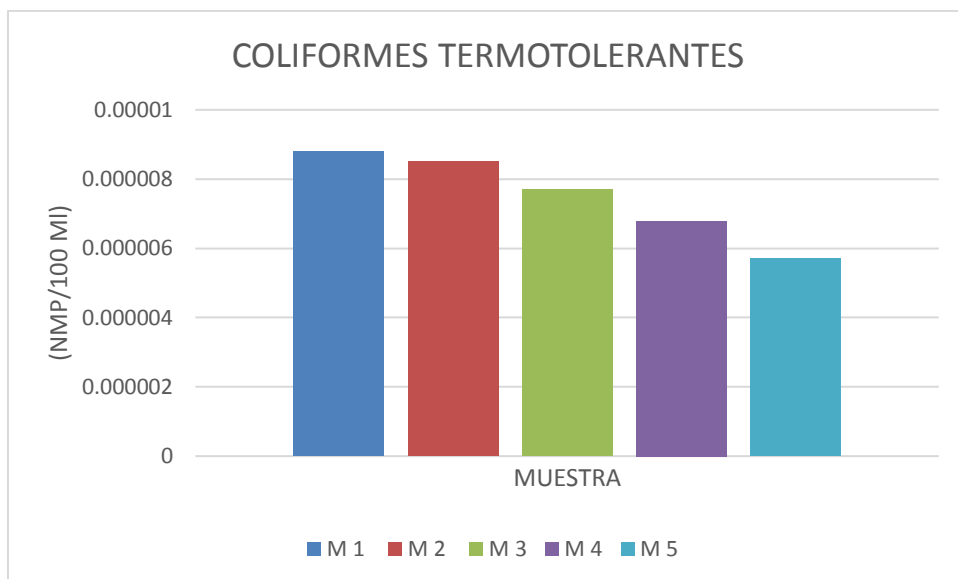
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN



-Coliformes Termotolerantes: Según los análisis de coliformes Termotolerantes en las muestras de aguas residuales se registró un valor de 8.8×10^5 para la muestra M1, un valor de 8.5×10^5 para la muestra M2, un valor de 7.7×10^5 para la muestra M3, un valor de 6.8×10^5 para la muestra M4, un valor de 5.7×10^5 para la muestra M5, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental nacional para los cuerpos de agua de Clase I (0 NMP/100 ml), Clase III (100 NMP/100 ml), Clase IV (no existen estándares nacionales), estos valores sobrepasan de lo establecido por la OMS y la Comunidad europea los cuales sugieren valores de 0 NMP/100 ml y entre 0 – 250 0 NMP/100 ml respectivamente. Estos resultados indican niveles altos de contaminación por aguas servidas.

Gráfico Nº 12

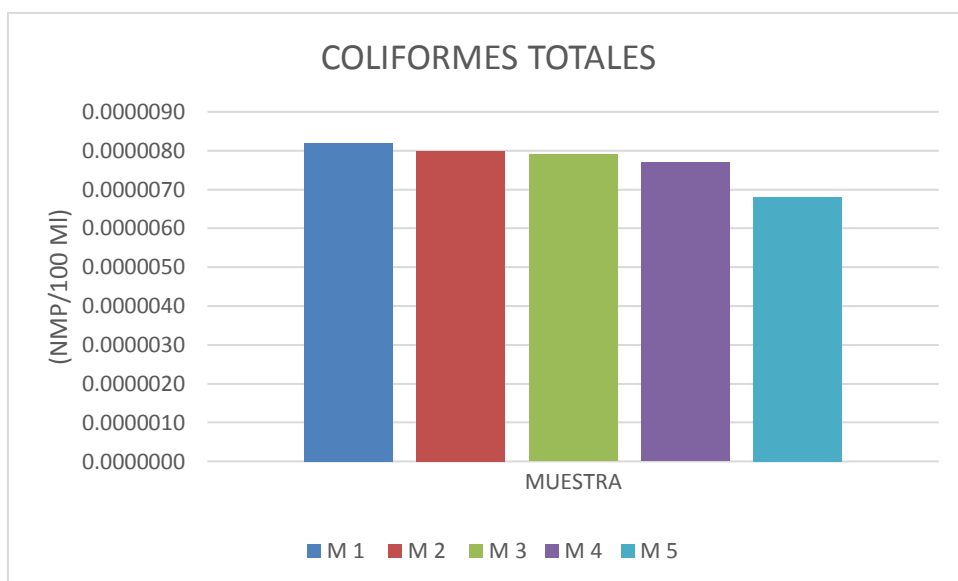
COLIFORMES TERMOTOLERANTES



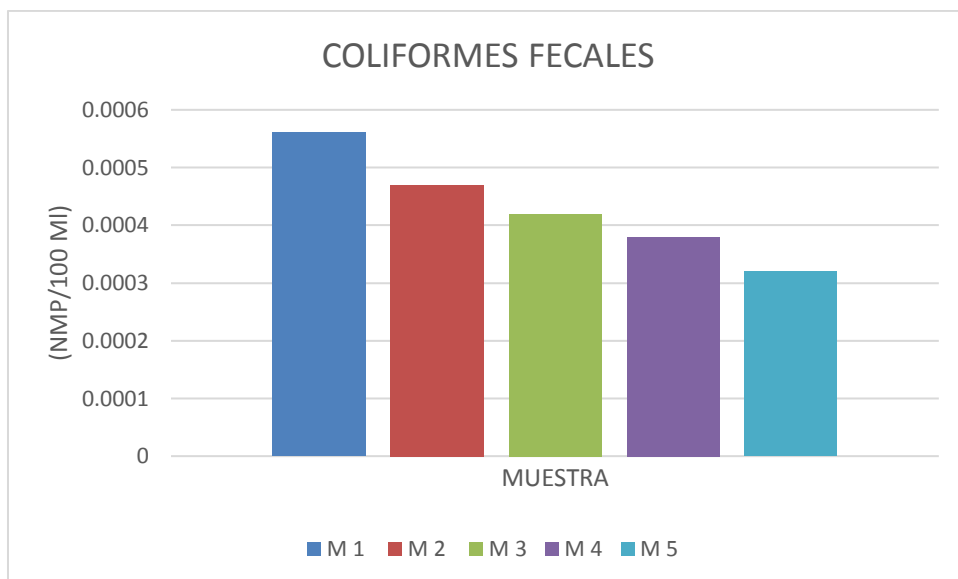
-Coliformes Totales: Según los análisis de coliformes totales en las muestras de aguas residuales se registró un valor de 8.2×10^5 para la muestra M1, un valor de 8.0×10^5 para la muestra M2, un valor de 7.9×10^5 para la muestra M3, un valor de 7.7×10^5 para la muestra M4, un valor de 6.8×10^5 para la muestra M5, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental nacional para los cuerpos de agua de Clase I (0 NMP/100 ml), Clase III (100 NMP/100 ml), Clase IV (no existen estándares nacionales), estos valores sobrepasan de lo establecido por la OMS y la Comunidad europea los cuales sugieren valores de 0 NMP/100 ml y entre 0 – 250 0 NMP/100 ml respectivamente. Estos resultados indican niveles altos de contaminación por aguas servidas.

Gráfico N° 13

COLIFORMES TOTALES



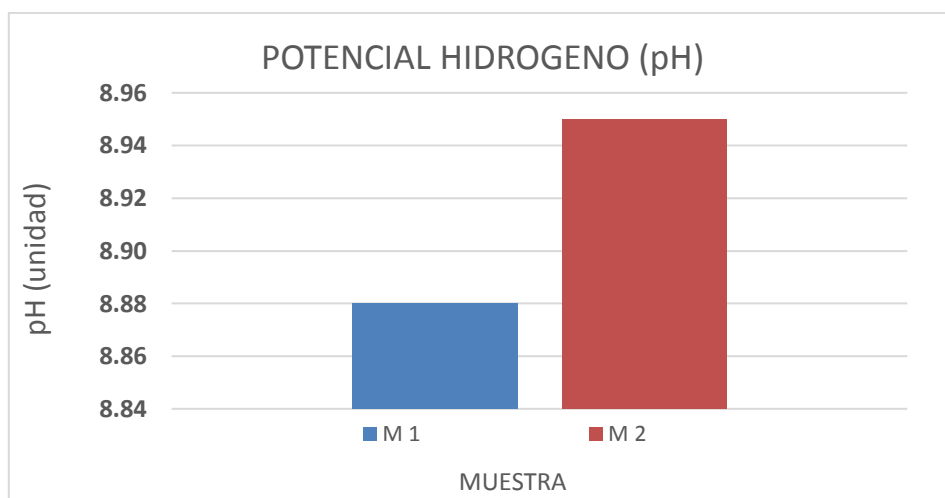
-Coliformes Fecales: Según los análisis de coliformes fecales en las muestras de aguas residuales se registró un valor de 5.6×10^3 para la muestra M1, un valor de 4.7×10^3 para la muestra M2, un valor de 4.2×10^3 para la muestra M3, un valor de 3.8×10^4 para la muestra M4, un valor de 3.2×10^4 para la muestra M5, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por los estándares de calidad ambiental nacional para los cuerpos de agua de Clase I (0 NMP/100 ml), Clase III (100 NMP/100 ml), Clase IV (no existen estándares nacionales), estos valores sobrepasan de lo establecido por la OMS y la Comunidad europea los cuales sugieren valores de 0 NMP/100 ml y entre 0 – 250 0 NMP/100 ml respectivamente. Estos resultados indican niveles altos de contaminación por aguas servidas.

Gráfico N° 14**COLIFORMES FECALES****REGISTRO DE DATOS DE LAS MUESTRAS DE AGUAS DEL RÍO HUALLAGA (CUERPO RECEPTOR) - SEGÚN D.S. 004-2017-MINAM**

-pH: El resultado de pH en la muestra M1 es 8,88 unidades, en la muestra M2 es de 8,95 unidades. Como se puede observar estas aguas son ligeramente basicas, estos valores estan dentro del rango establecido por la normatividad ambiental que va desde 6.5 a 9.0 de pH (D.S N° 004-2017-MINAM).

Gráfico N° 15

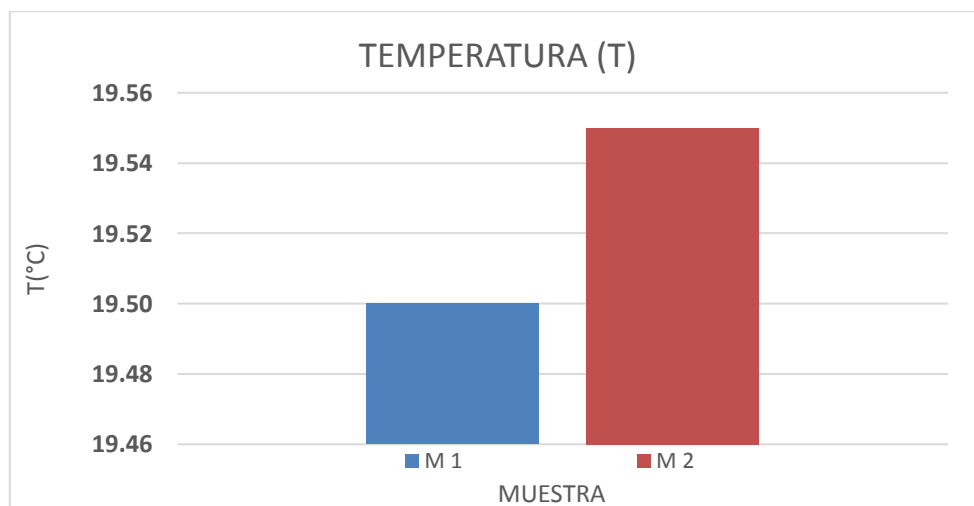
pH



-Temperatura (T): El resultado de la temperatura de las aguas del rio Huallaga en la muestra M1 es de 19.50 °C, en la muestra M2 es de 19.55 °C.

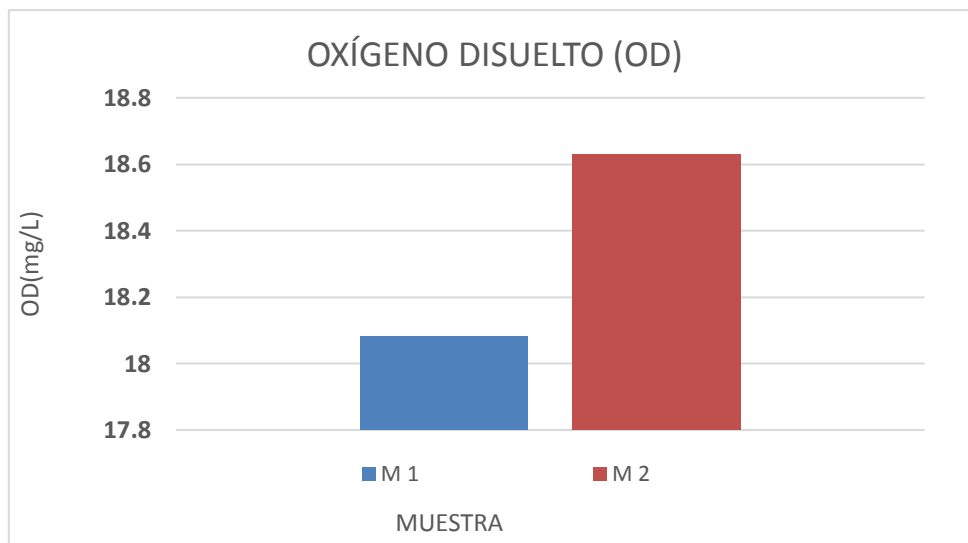
Gráfico N° 16

TEMPERATURA



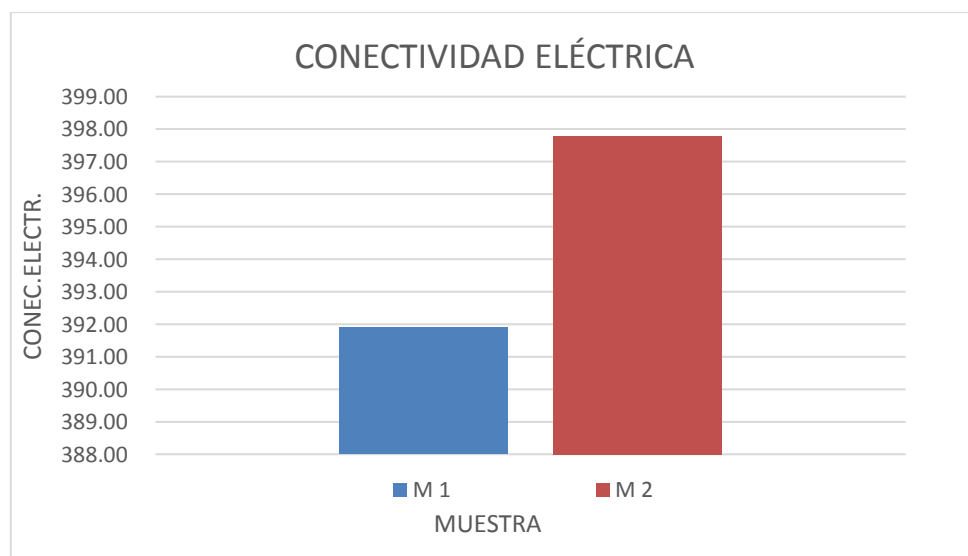
-Oxígeno Disuelto (OD): El resultado de los análisis para el Oxígeno disuelto es de 18.08 mg/l para la muestra M1, de 18.63 mg/l para la muestra M2. Los valores están definidos por el D.S N° 004-2017-MINAM.

Gráfico N° 17
OXÍGENO DISUELTO



-Conductividad Eléctrica: El resultado de análisis para la conductividad eléctrica para la M1 es de 391.90 $\mu\text{S/cm}$, para la muestra M2 es de 397.80 $\mu\text{S/cm}$. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido, que establece tener una concentración menor de 1000 $\mu\text{S/cm}$ en la categoría IV, por lo que se puede afirmar que no existe buena actividad iónica en términos de la capacidad de este cuerpo de agua para conducir la corriente,

Gráfico N° 18
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

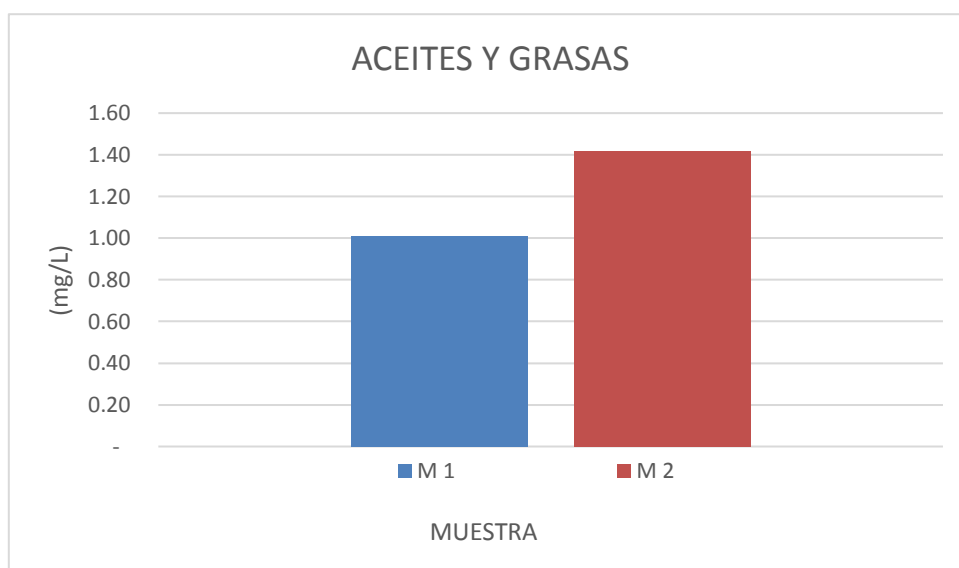


-Aceites y Grasas: El resultado de análisis para aceites y grasas para la M1 es de 1.01 mg/l, para la muestra M2 es de 1.42 mg/l. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S.

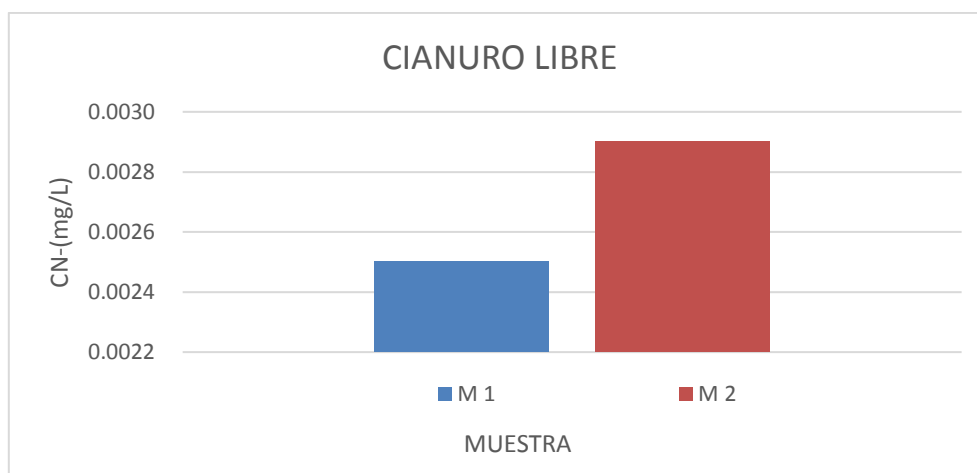
N° 004-2017–MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 19

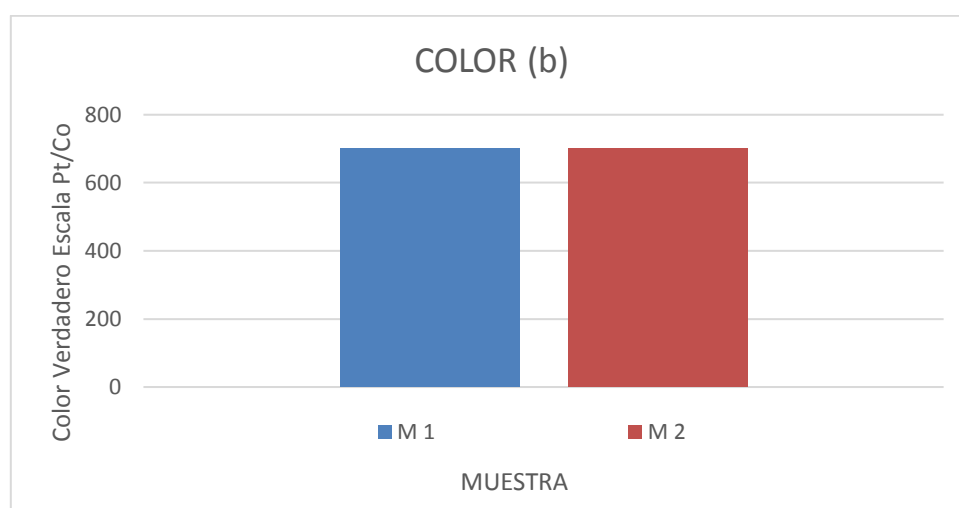
ACEITES Y GRASAS



-Cianuro Libre: El resultado de análisis para cianuro libre nos da para la M1 un valor de 0,0025 mg/, para la muestra M2 un valor de 0 ,0028 mg/l. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 –MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 20**CIANURO LIBRE**

-Color(b): El resultado de color en escala Pt/Co nos da para la M1 700 Pt/Co, para la muestra M2 700 Pt/Co. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece un valor de 2000 Pt/co para la categoría IV.

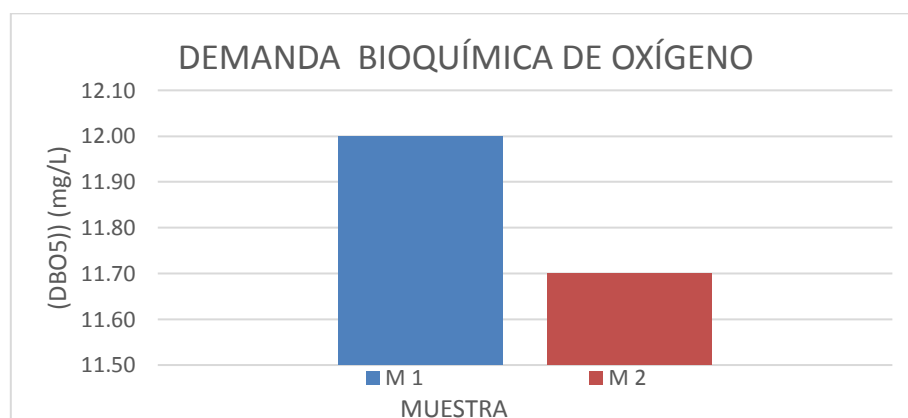
Gráfico N° 21**COLOR**

-Clorofila A: No aplica según los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

-Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅): Los valores obtenidos para este parámetro muestran una DBO₅ de 15.00 mg/l para la M1, una DBO₅ de 15.7 mg/l para la muestra M2, los resultados obtenidos para este parámetro indican valores de DBO₅ por encima de los estándares de calidad Ambiental (ECA) para el agua (D.S N° 004-2017-MINAM) para la categoría IV. A la luz de los resultados de laboratorio se puede decir que el agua del Rio Huallaga presenta rastros de contaminación, esto es por el vertimiento de aguas residuales al cauce del rio.

Gráfico N° 22

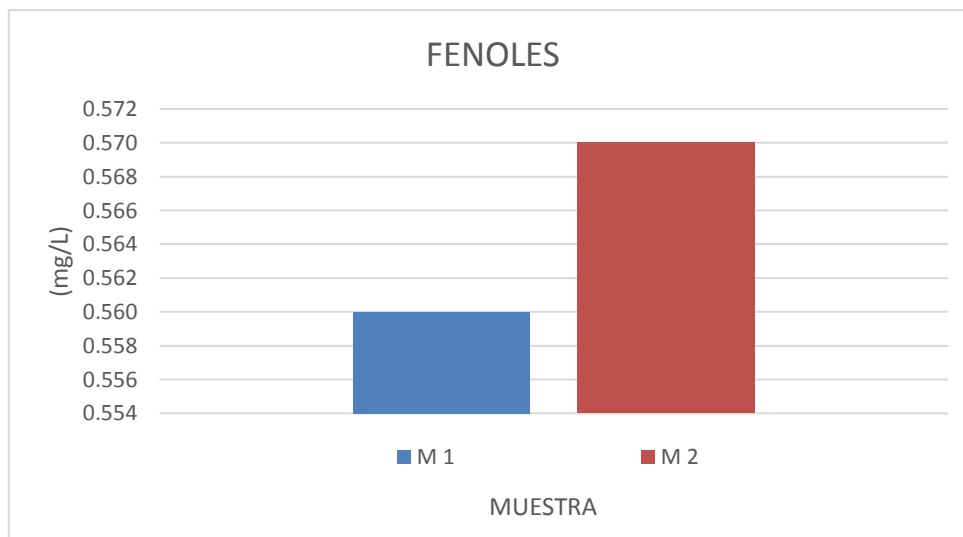
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBQ₅)



-Fenoles: El resultado de Fenoles nos da un valor de 0,560 mg/l para la M1, una valor 0,56 mg/l para la M2, un valor de 0,59 mg/l. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental (ECA) para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

Gráfico N° 23

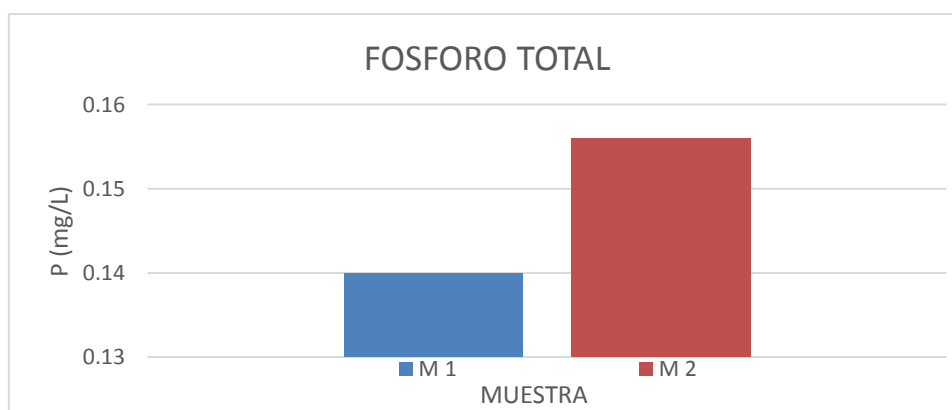
FENOLES



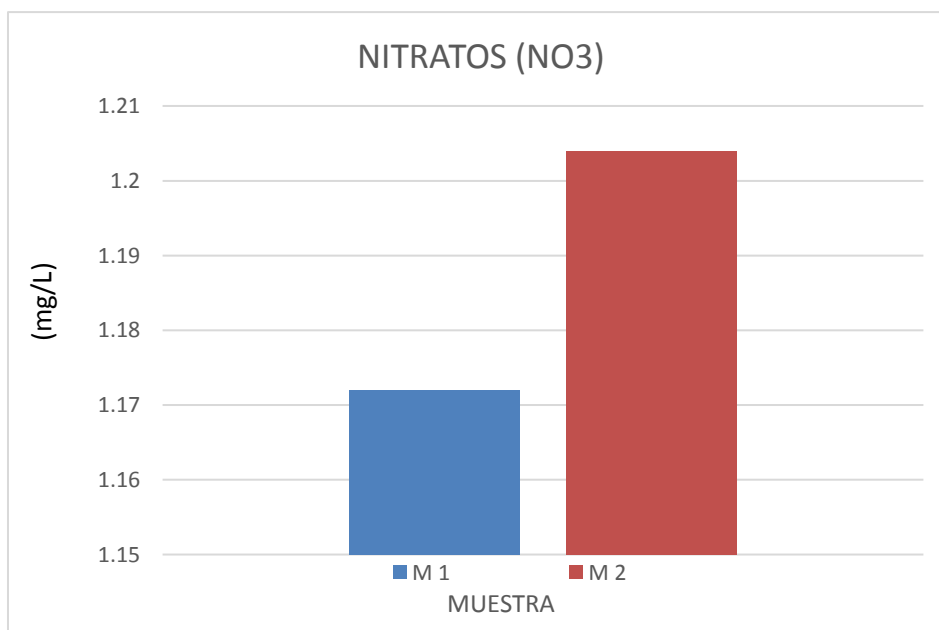
-Fosforo Total: El resultado de Fosforo Total nos da un valor de 0,140 mg/l para la muestra M1, una valor 0,156 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

Gráfico N° 24

FOSFORO TOTAL



-Nitratos (NO₃) (c): El resultado de Nitratos (NO₃) (c) nos da un valor de 1,172 mg/l para la muestra M1, una valor 1,204 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones son menores al estándar de comparación definido Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

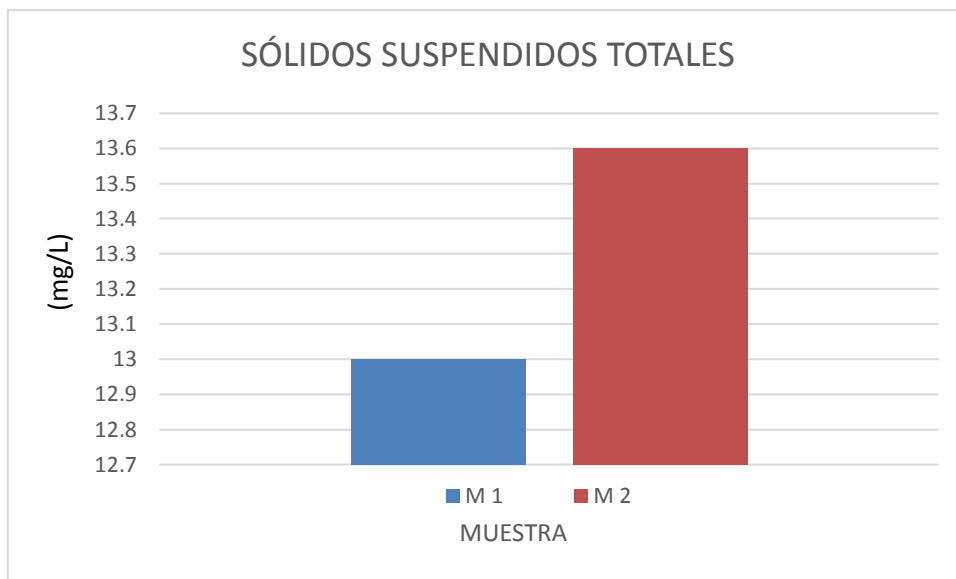
Gráfico N° 25NITRATOS (NO₃) (c):

-Amoniaco Total (NH₃): No aplica para esta categoría según los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

-Nitrógeno Total: No aplica para esta categoría según los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

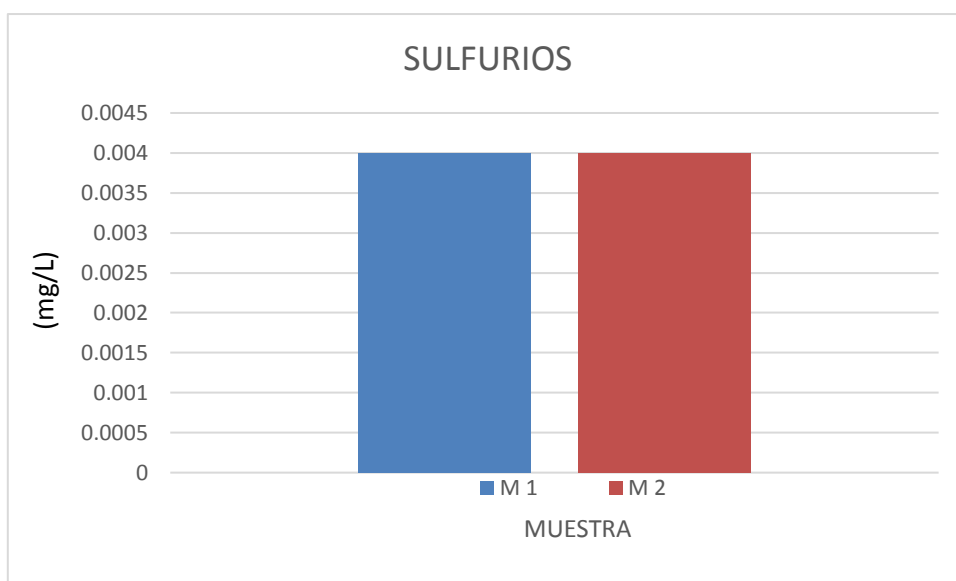
-Sólidos Suspendidos Totales: El resultado de Sólidos Suspendidos Totales nos da un valor de 13,00 mg/l para la muestra M1, un valor 13,60 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están definidas por los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

Gráfico N° 26
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES



-Sulfuros: El resultado de Sulfuros nos da un valor de 0.004 mg/l para la muestra M1, un valor 0.004 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones son mayores a lo establecidos en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, que establece para la categoría IV.

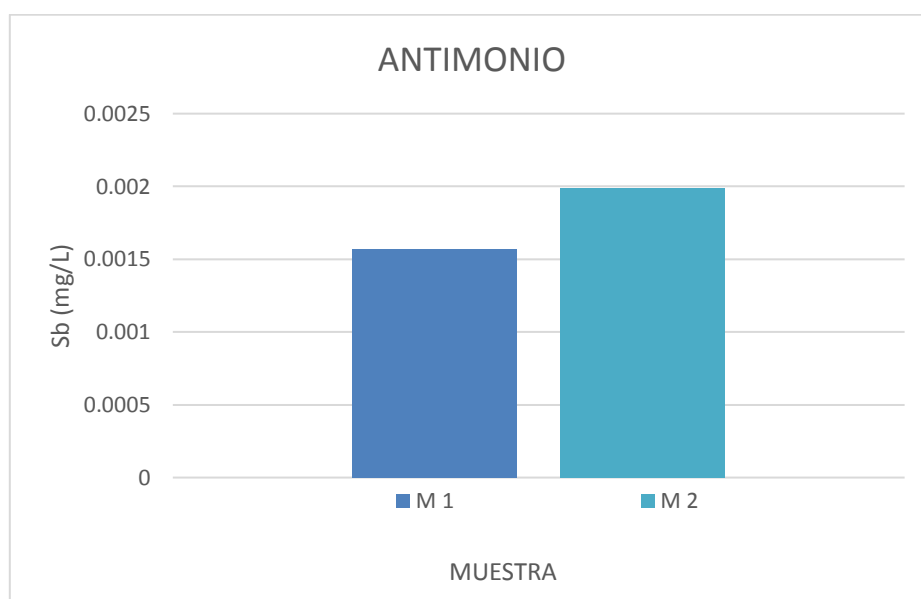
Gráfico N° 27
SULFUROS



-Antimonio: El resultado de Antimonio nos da un valor de 0,00157 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00199 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 28

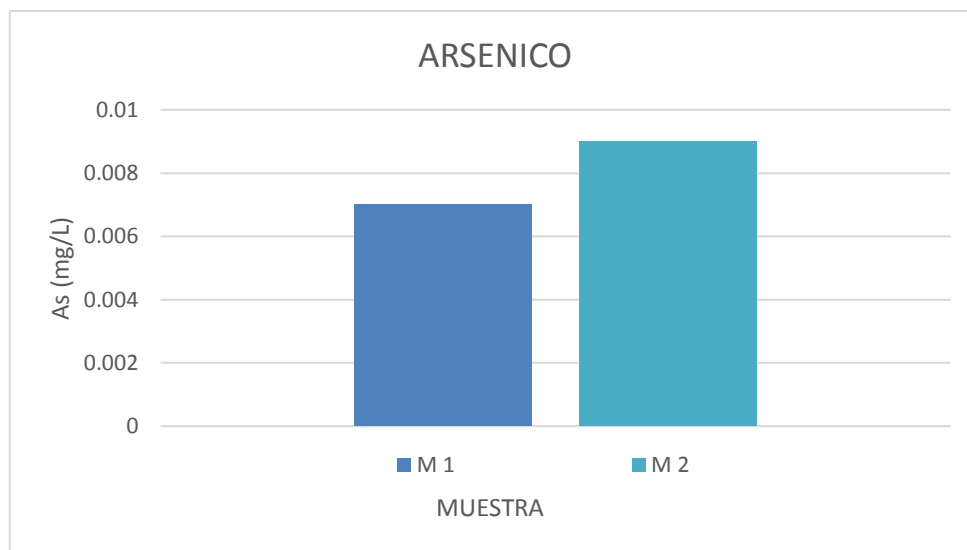
ANTIMONIO



-Arsénico: El resultado de Arsénico nos da un valor de 0,007 mg/l para la muestra M1, un valor 0,009 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 29

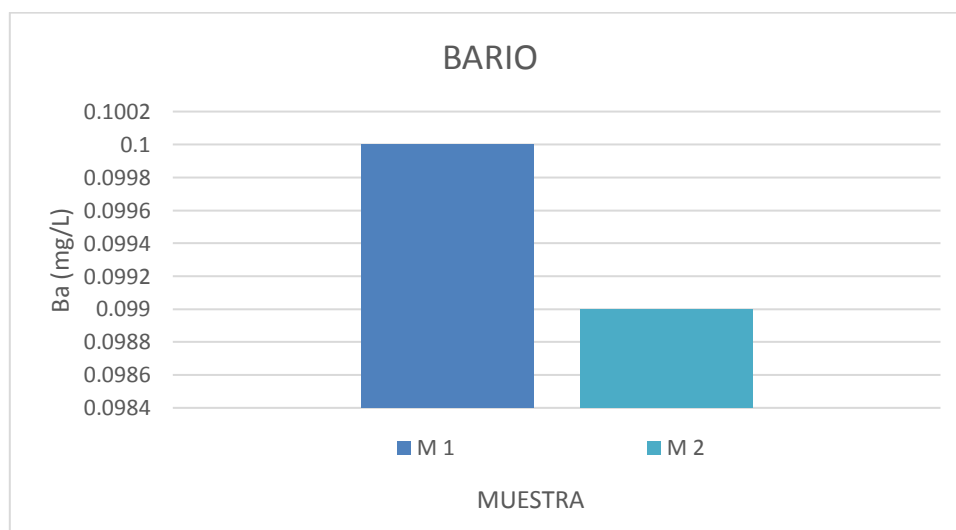
ARSENICO



-Bario: El resultado de Bario nos da un valor de 0,1 mg/l para la muestra M1, un valor 0,099 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

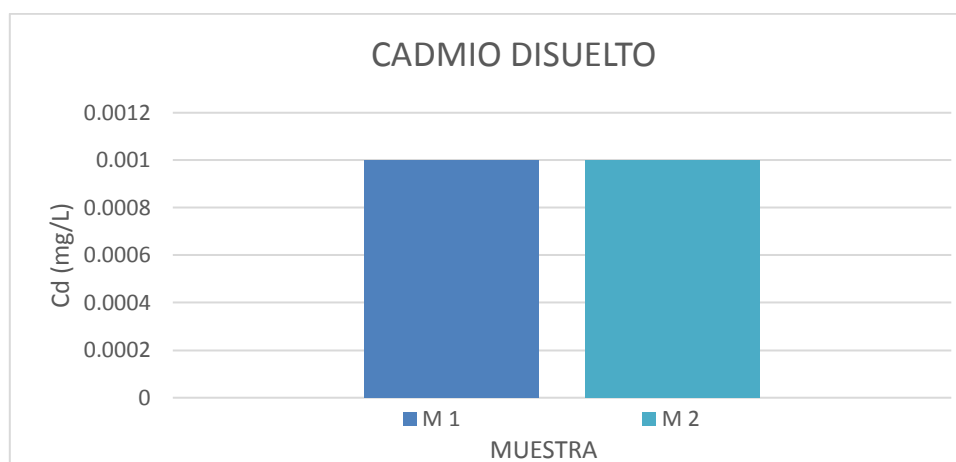
Gráfico N° 30

BARIO



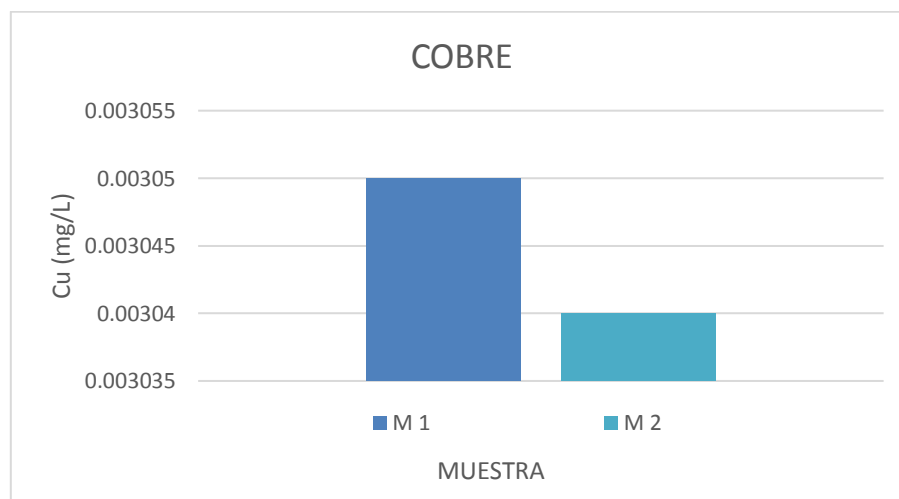
-Cadmio Disuelto: El resultado de Cadmio Disuelto nos da un valor de 0,001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 31
CADMIO DISUELTO



-Cobre: El resultado de Cobre nos da un valor de 0,00305 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00304 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

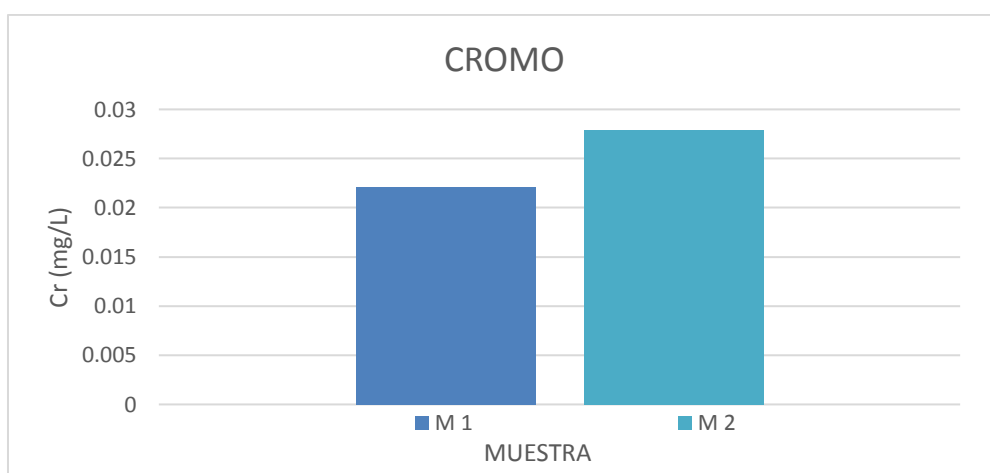
Gráfico N° 32
COBRE



-Cromo VI: El resultado de Cromo VI nos da un valor de 0,0221 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0279 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 33

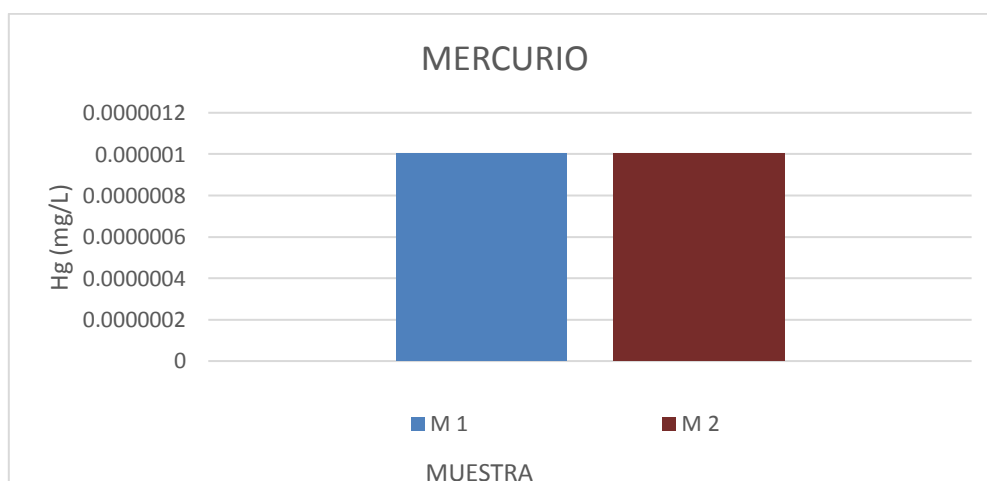
CROMO VI



-Mercurio: El resultado de Mercurio nos da un valor de 0,000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 34

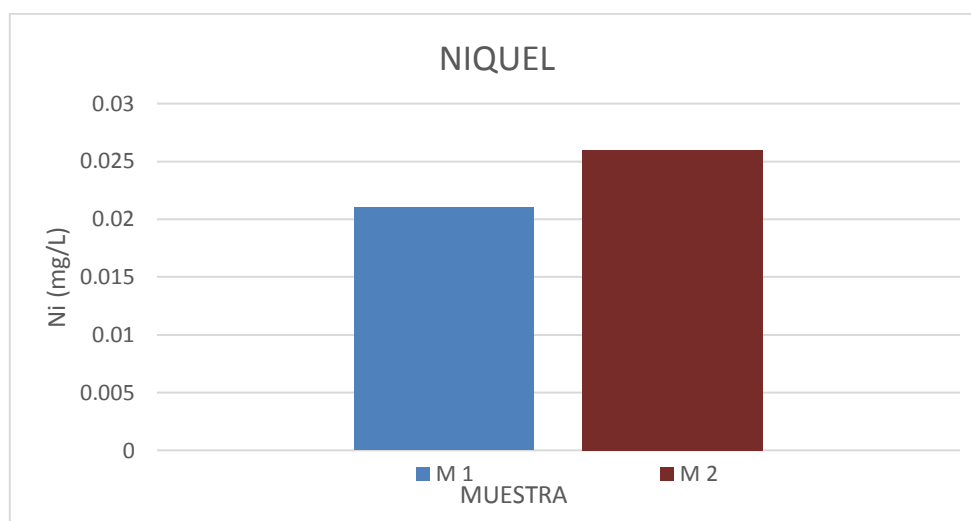
MERCURIO



-Níquel: El resultado de Níquel nos da un valor de 0,021 mg/l para la muestra M1, un valor 0,026 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 35

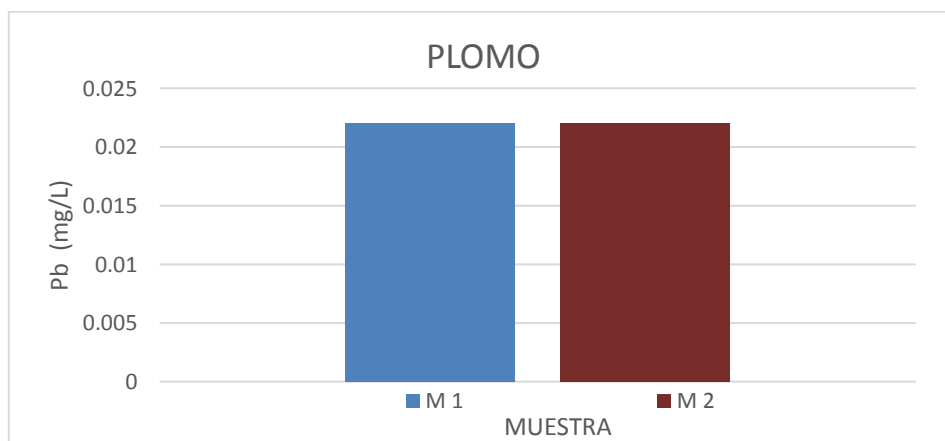
NIQUEL



-Plomo: El resultado de Plomo nos da un valor de 0,022 mg/l para la muestra M1, un valor 0,022 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 36

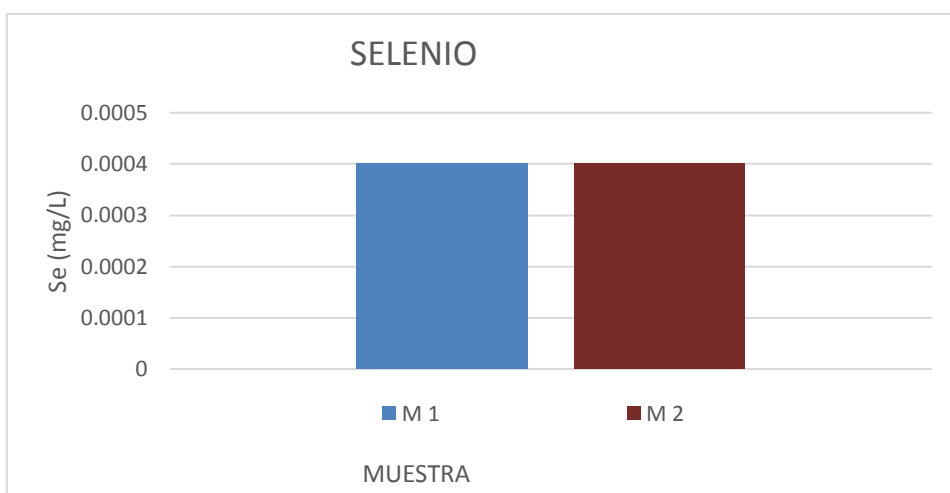
PLOMO



-Selenio: El resultado de Selenio nos da un valor de 0,0004 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0004 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 37

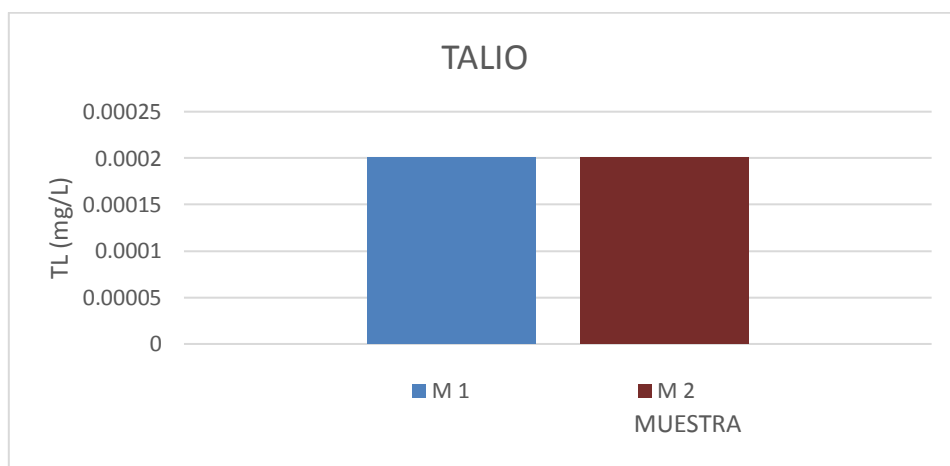
SELENIO



-Talio: El resultado de Talio nos da un valor de 0,0002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 38

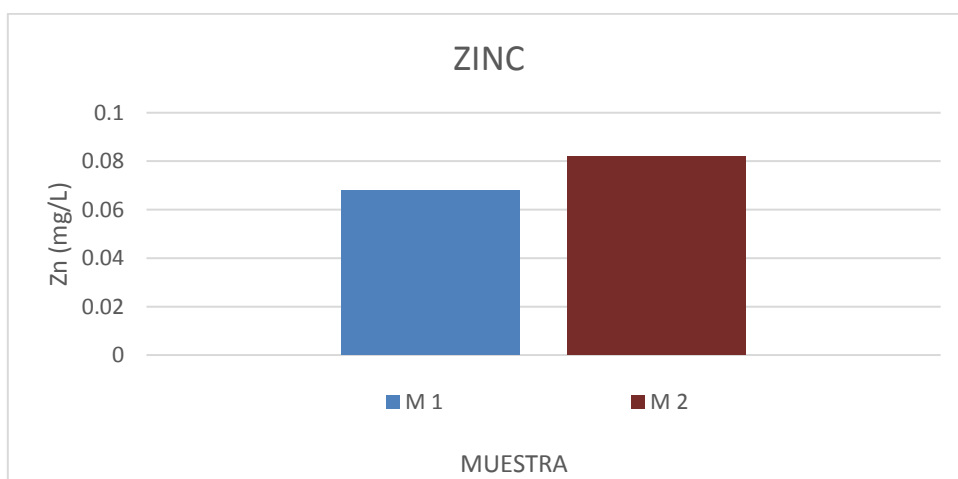
TALIO



-Zinc: El resultado de Talio nos da un valor de 0,068 mg/l para la muestra M1, un valor 0,082 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 39

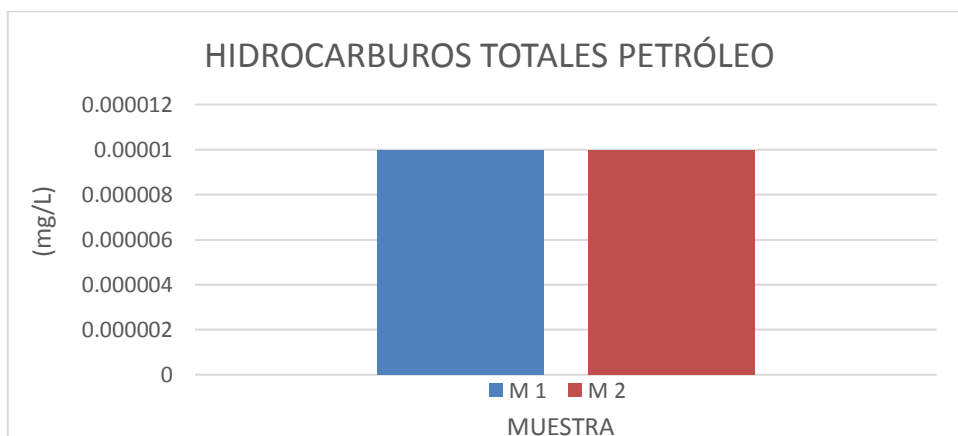
ZINC



-Hidrocarburos Totales de Petróleo: El resultado de Hidrocarburos Totales de Petróleo nos da un valor de 0,000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones est n establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 40

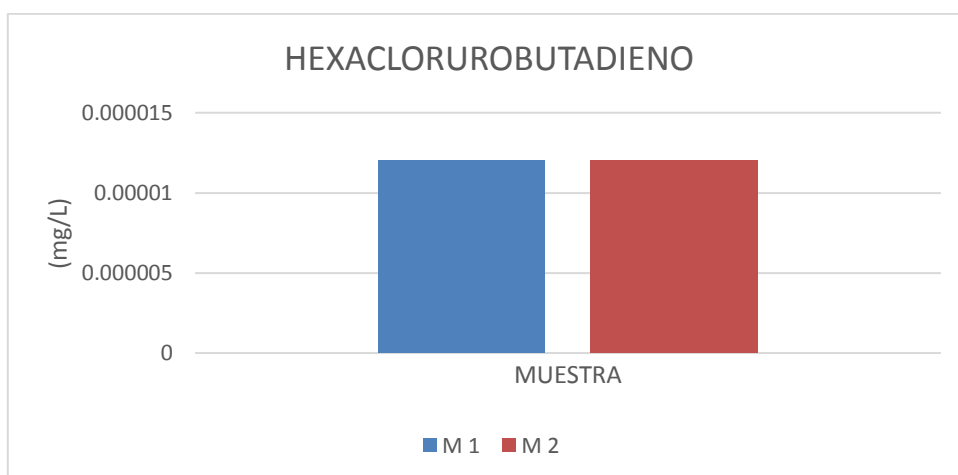
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO



-Hexaclorobutadieno: El resultado de Hexaclorobutadieno nos da un valor de 0,0000012 mg/l para la muestra M1, un valor 0,000012 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 41

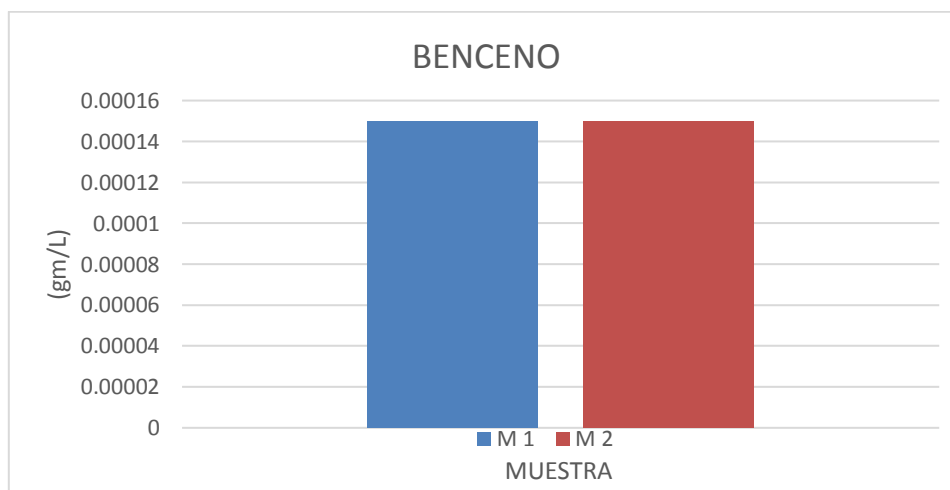
HEXACLOROBUTADIENO



-Benceno: El resultado de Benceno nos da un valor de 0,00015 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00015 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 42

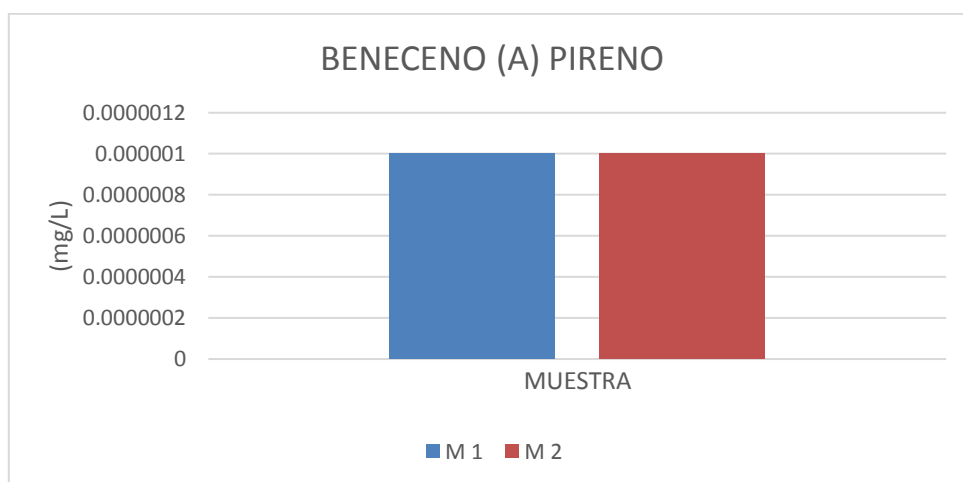
BENCENO



-Benzo(a)Pireno: El resultado de Benceno (a) Pireno nos da un valor de 0,000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 43

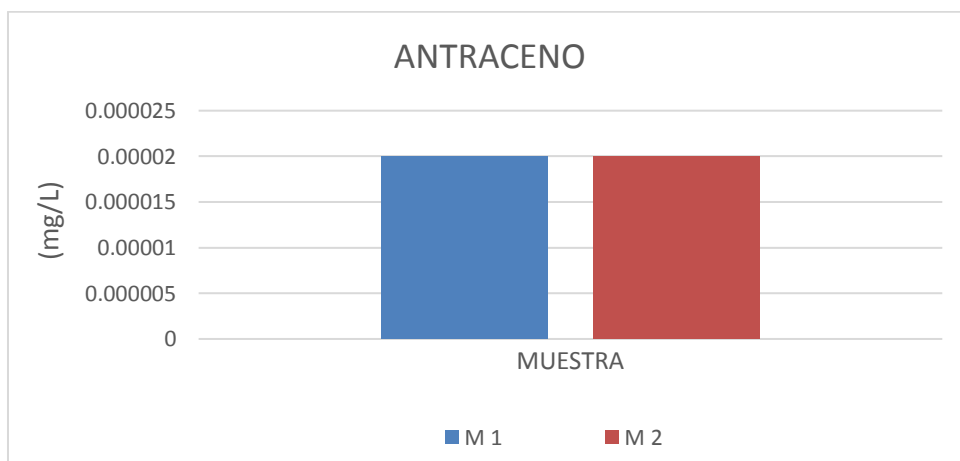
BENZO(A) PIRENO



-Antraceno: El resultado de Antraceno nos da un valor de 0,00002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

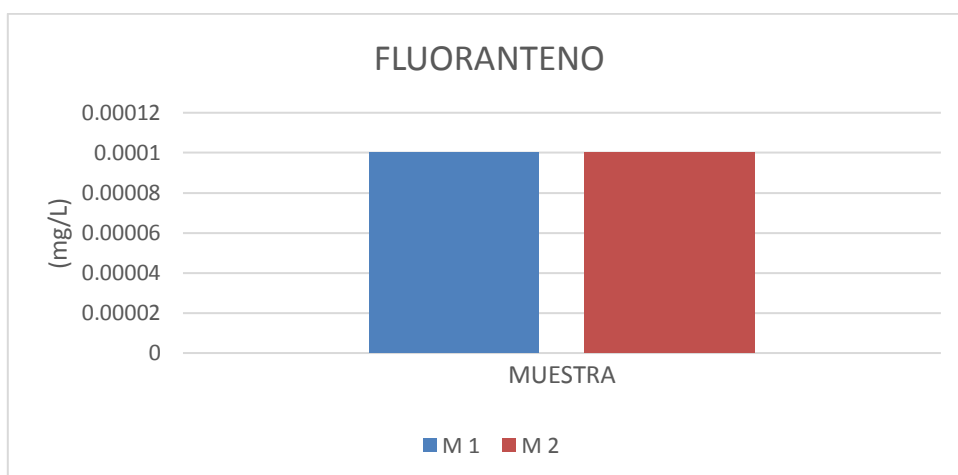
Gráfico N° 44

ANTRACENO



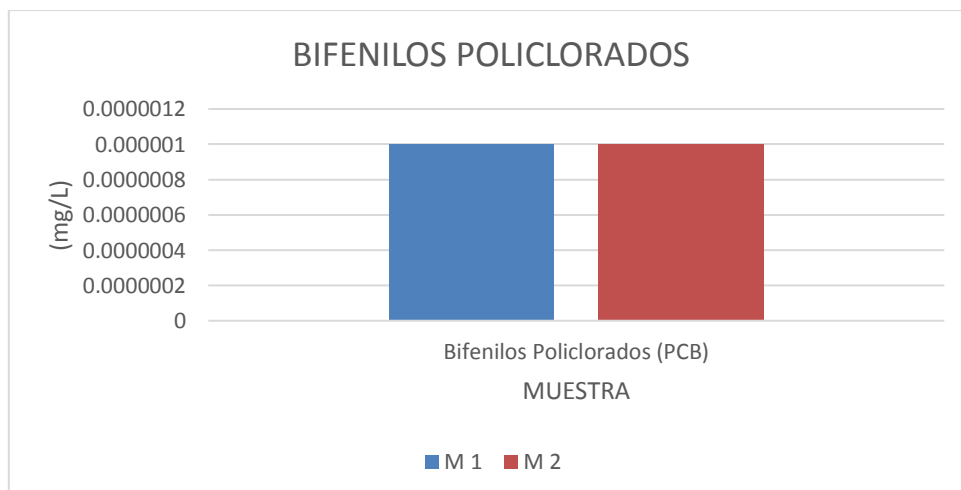
-Fluoranteno: El resultado de Fluoranteno nos da un valor de 0,0001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 45
FLUORANTENO



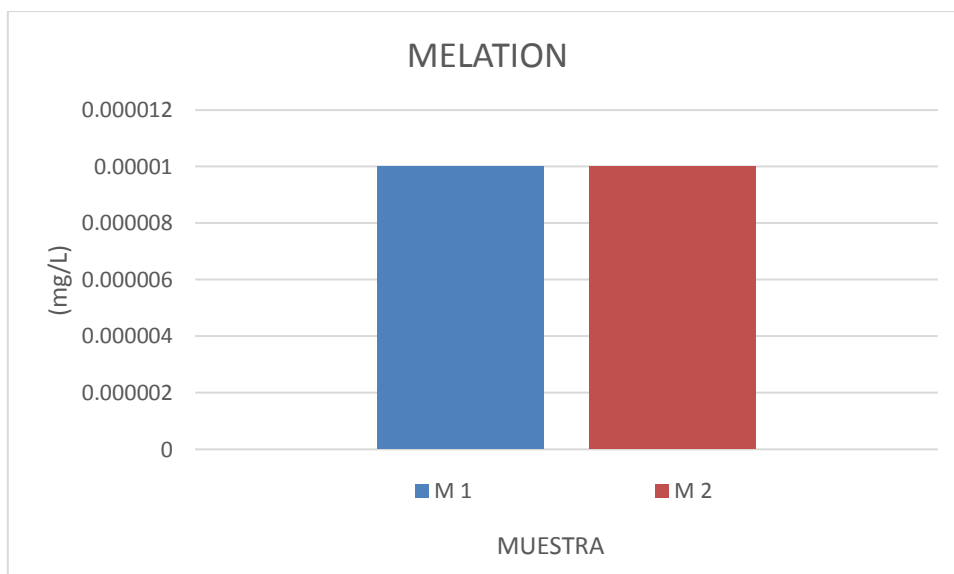
-Bifenilos Policlorados (PCB): El resultado de Bifenilos Policlorados (PCB) nos da un valor de 0,000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 46
BIFENILOS POLICLORADOS (PCB)



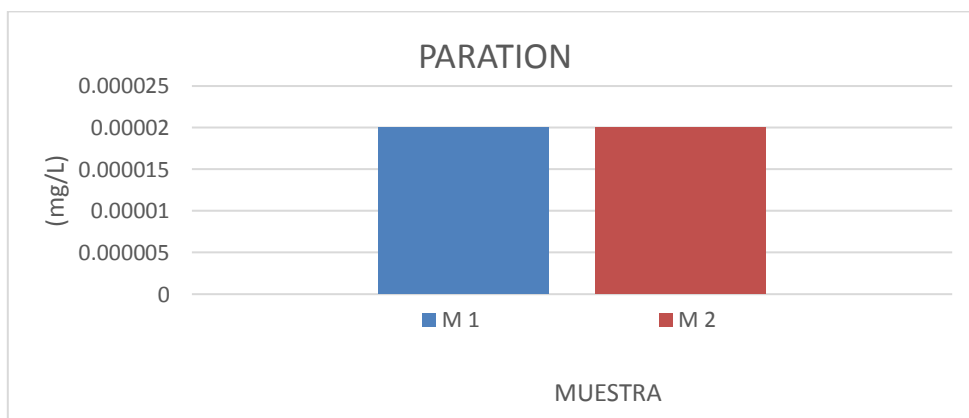
-Malation: El resultado de Malation nos da un valor de 0,00001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 47
MALATION



-Paration: El resultado de Paration nos da un valor de 0,00002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

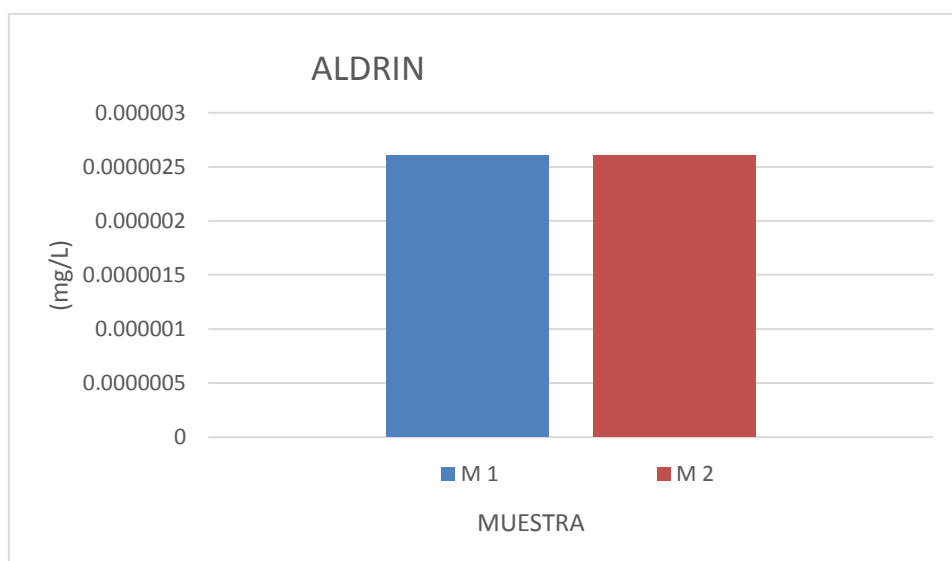
Gráfico N° 48
PARATION



-Aldrin: El resultado de Aldrin nos da un valor de 0,0000026 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000026 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

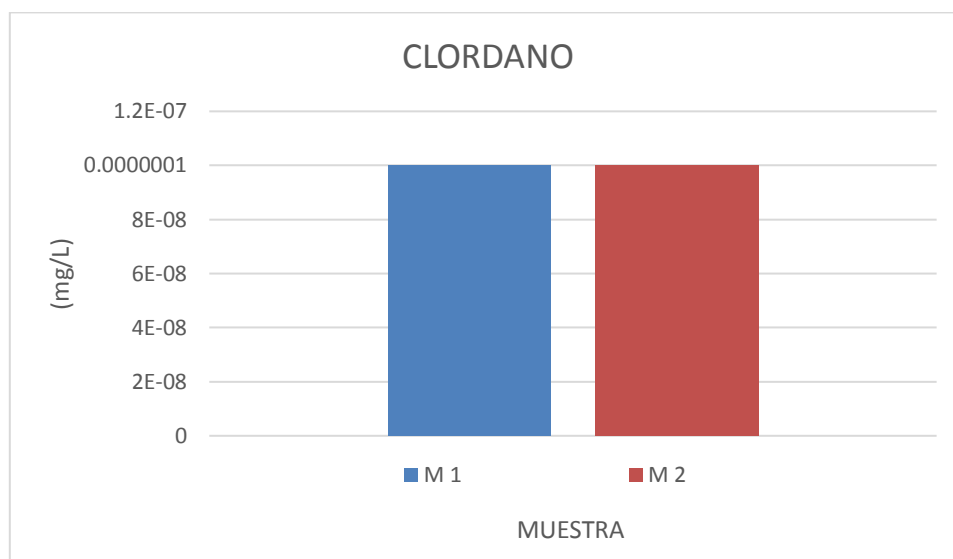
Gráfico N° 49

ALDRIN



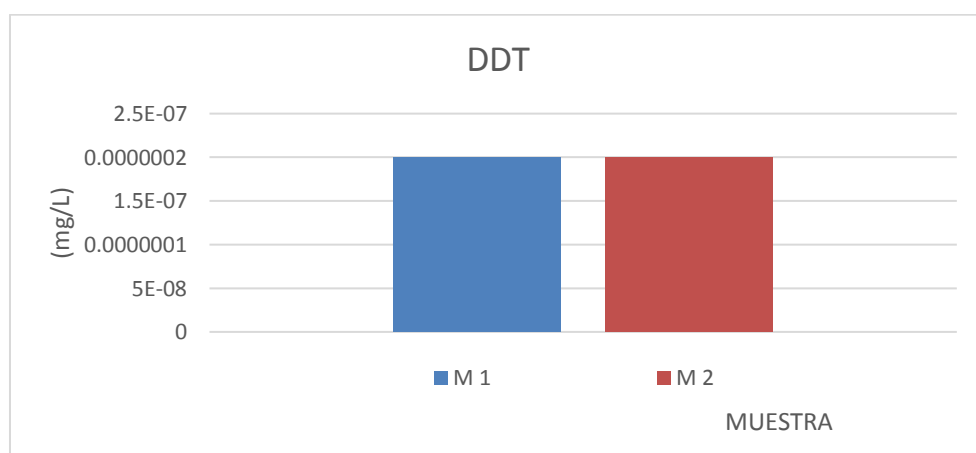
-Clordano: El resultado de Clordano nos da un valor de 0,0000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 50
CLORDANO

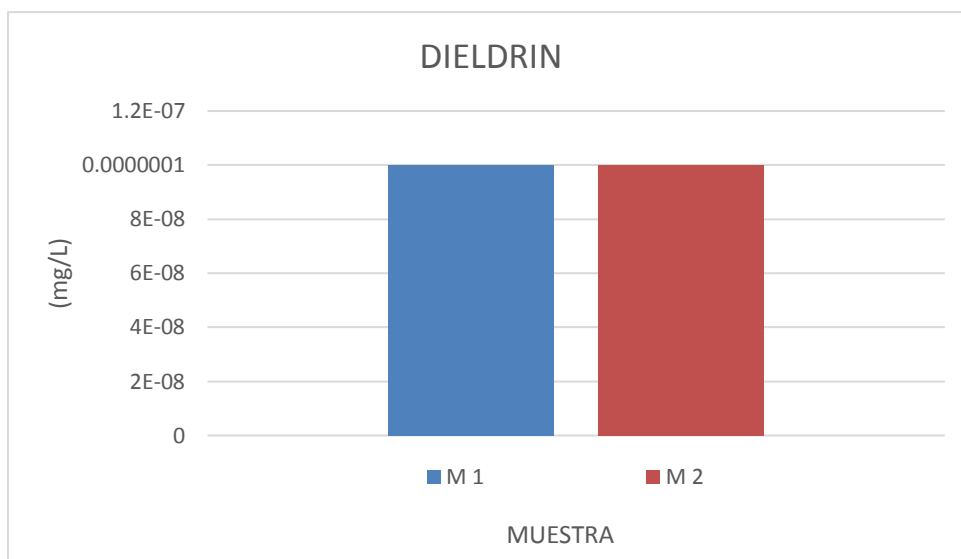


-DDT: El resultado de DDT nos da un valor de 0,0000002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

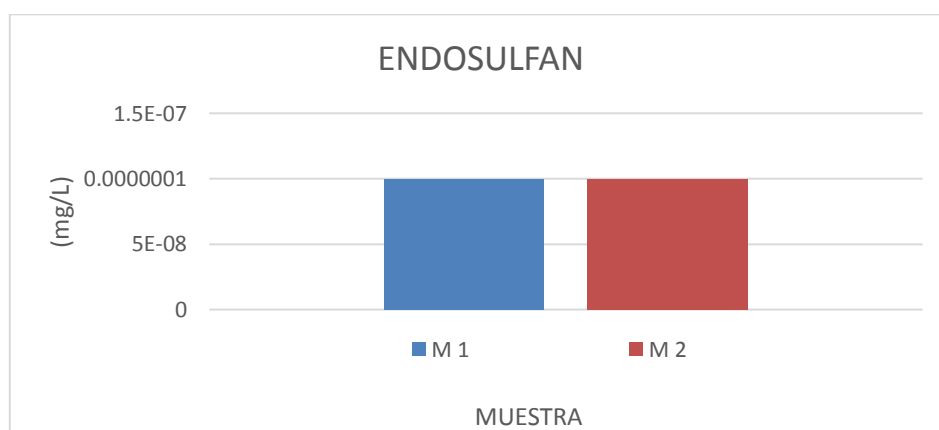
Gráfico N° 51
DDT



-Dieldrin: El resultado de Dieldrin da un valor de 0,0000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 52**DIELDRIN**

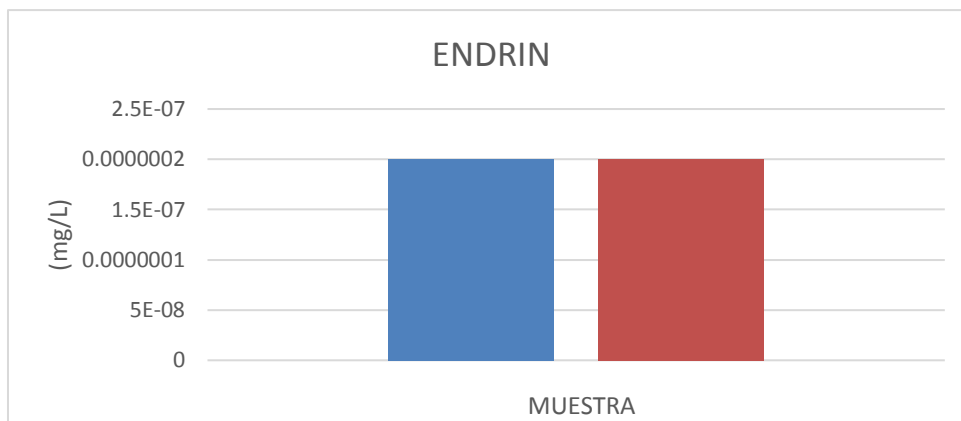
-Endosulfan: El resultado de Endosulfan da un valor de 0,0000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 53
ENDOSULFAN

-Endrin: El resultado de Endrin da un valor de 0,0000002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 54

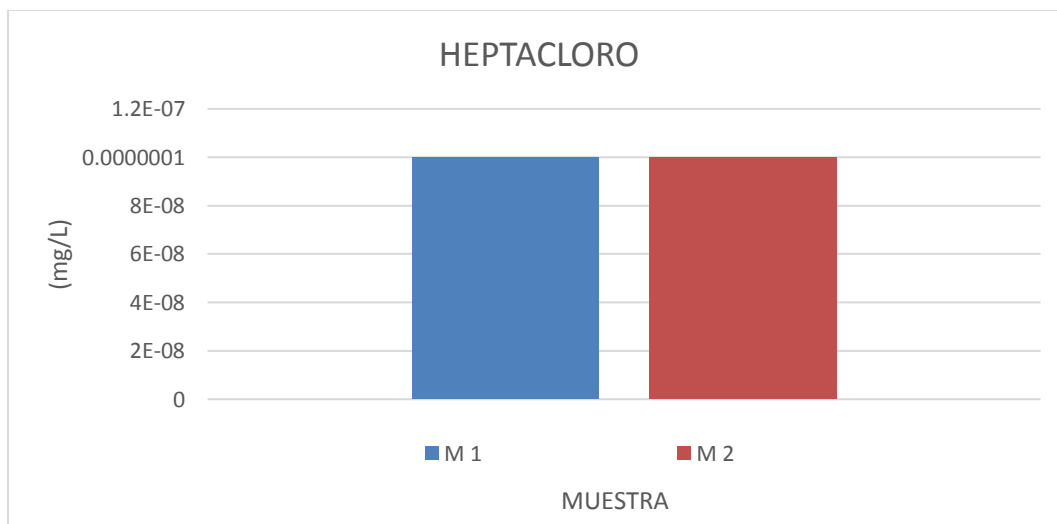
ENDRIN



-Heptacloro: El resultado de Eptacloro da un valor de 0,0000001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

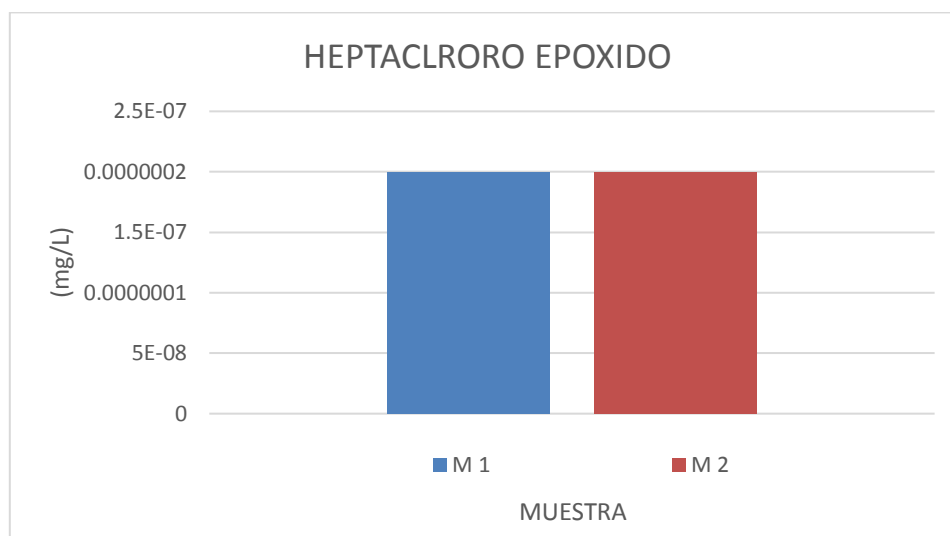
Gráfico N° 55

HEPTACLORO



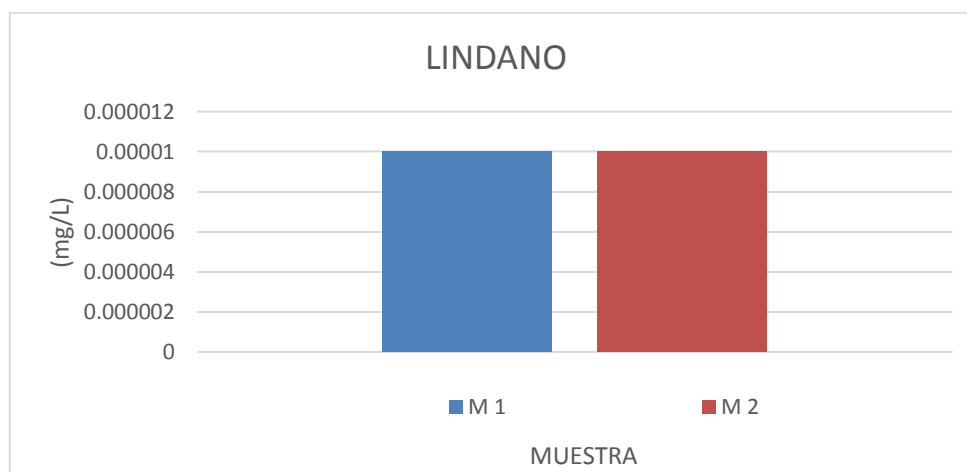
-Heptacloro Epoxido: El resultado de Endosulfan da un valor de 0,0000002 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0000002 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 56
HEPTACLORO EPOXIDO



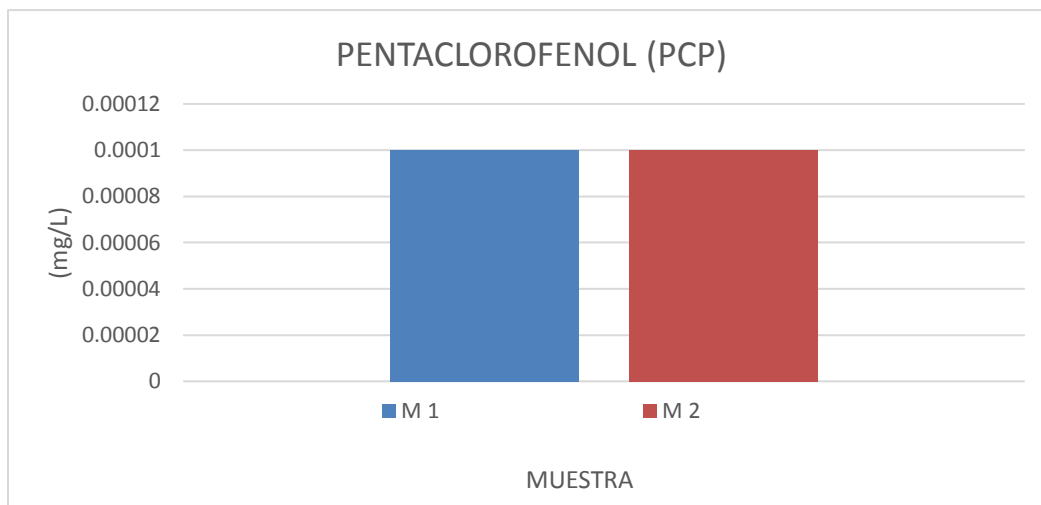
-Lindano: El resultado de Endosulfan da un valor de 0,00001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,00001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 57
LINDANO



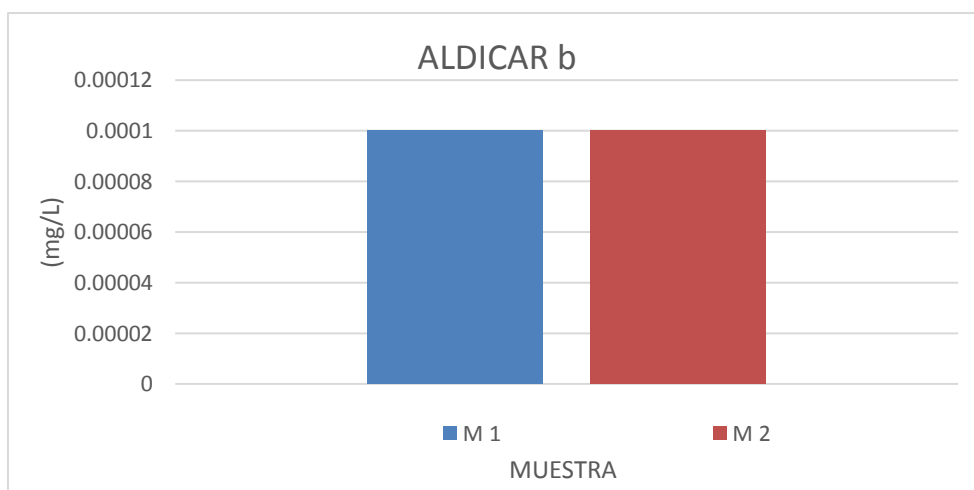
-Pentaclorofenol (PCP): El resultado de Endosulfan da un valor de 0,0001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 58
PENTACLOROFENOL (PCP)



-Aldicarb: El resultado de Endosulfan da un valor de 0,0001 mg/l para la muestra M1, un valor 0,0001 mg/l para la muestra M2. Dichas concentraciones están establecidas en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 004-2017 – MINAN, para la categoría IV.

Gráfico N° 59
ALDICARB

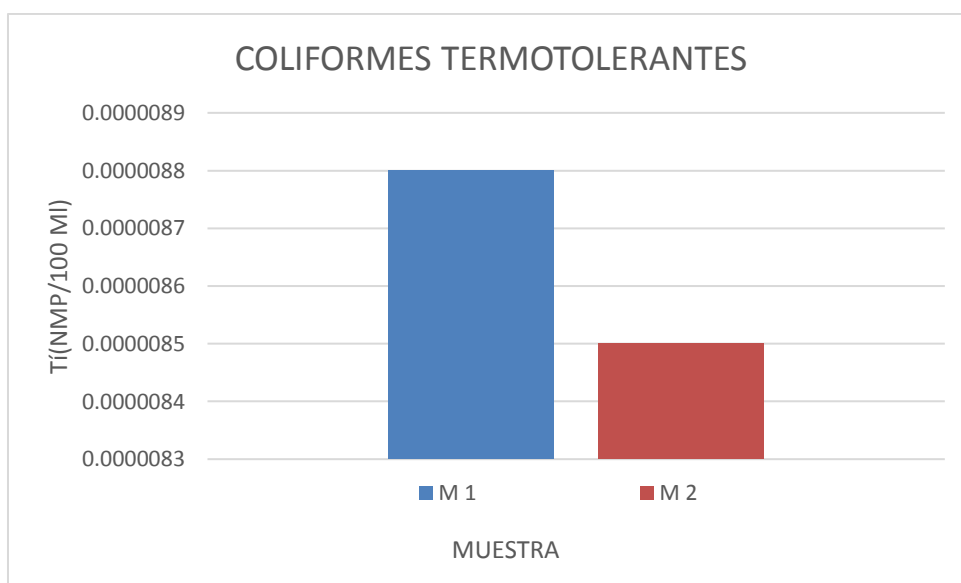


-Coliformes Termotolerantes: Según los análisis de coliformes termotolerantes, el Rio Huallaga registró un valor de 8.8×10^5 para la muestra M1, un valor de 8.5×10^5 para la muestra M2, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos por los estándares

de calidad ambiental nacional para los cuerpos de agua de Clase I (0 NMP/100 ml), Clase III (100 NMP/100 ml), Clase IV (no existen estándares nacionales), estos valores sobrepasan de lo establecido por la OMS y la Comunidad europea los cuales sugieren valores de 0 NMP/100 ml y entre 0 – 250 0 NMP/100 ml respectivamente. Estos resultados indican niveles altos de contaminación por aguas servidas.

Gráfico N° 60

COLIFORMES TERMOTOLERANTES



Determinación de la carga contaminante

-Consumo de Agua Potable ciudad de Huánuco, Pillcomarca y Amarilis:

Amarilis:

Población Huánuco, Pillcomarca y Amarilis= 184,833 habitantes

Dotación Huánuco, Pillcomarca y Amarilis=220 lts/hab/día

$Q_m = (\text{población} * \text{dotación}) / 86400 = 470,640 \text{ lts/día}$

$Q_{\text{max d}} = 1.3 * Q_m = 611,831 \text{ lts/día}$

$Q_{\text{max h}} = 2.0 * Q_m = 941,279 \text{ lts/día}$

-Eliminación aguas por el desagüe ciudad de Huánuco, Pillcomarca y

Amarilis:

$$Q_m = 80\% * Q_m \text{ agua potable} = 376,512 \text{ lts/día}$$

$$Q_{\text{max d}} = 1.2 * Q_m = 451,814 \text{ lts/día}$$

$$Q_{\text{max h}} = 3.5 * Q_m = 1,317.791 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ infiltración por buzones} = N^{\circ} \text{ buzones} * 0.004 \text{ lts/seg}$$

$$= 345,600 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ Instituciones Educativas} = (N^{\circ} \text{ de alumnos} * 50 \text{ lts/seg})/86400$$

$$= 3000,000 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ industrias} = 30,000 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ diseño emisor} = 676,917.791 \text{ lts/día}$$

$$Q \text{ efluente} = 676,917.791 \text{ lts/día}$$

31 puntos de vertimiento

$$Q \text{ efluente} = 21,836.06 \text{ lts/día por cada punto de}$$

vertimiento.

Cuadro N° 29

Carga Contaminante de las 5 muestras de aguas residuales

| N° de muestra | Ubicación | Zona | Coordenadas UTM | | Altitud msnm | Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) (Kg/L) | Caudal (L/día) | Carga contaminante (kg/día) |
|---------------|--------------------------------|------|-----------------|--------------------------|-----------------|--|-------------------|--------------------------------|
| | | | Norte | Este | | | | |
| | | | M 1 | Pasando Puente Calicanto | 18 L | 8903775 | 364704 | 1894 |
| M 2 | Espalda de la Backus | 18 L | 8903383 | 364792 | 1893 | 160.10×10^{-6} | 21,836.06 | 33.49 |
| M 3 | Última vía del malecón | 18 L | 8903350 | 364796 | 18885 | 157.40×10^{-6} | 21,836.06 | 33.43 |
| M 4 | Pasando última vía del malecón | 18 L | 8903317 | 364704 | 1882 | 155.26×10^{-6} | 21,836.06 | 33.39 |
| M 5 | Puente Huayopampa | 18 L | 8903190 | 364795 | 1882 | 153.23×10^{-6} | 21,836.06 | 33.34 |

Elaboración: Bach. Paul Shader Abal Haro

4.2. Discusión de Resultados

Para la caracterización de las aguas residuales, según las muestras tomadas y los análisis realizados en el laboratorio tenemos lo siguiente:

Los valores de pH encontrados en las muestras de aguas residuales (efluentes) están en entre valores de 8,80 unidad, 8.75 unidad, 8,70 unidad, 8.65 unidad y 8.60 unidad, lo que demuestra que las aguas residuales son de naturaleza ligeramente básica. Los Límites Máximos Permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- D.S. N° 003-2010-MINAM establecen un rango de 6.5-8.5 para el pH.

La temperatura es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración. ATLAS & BARTHA (1992) señala que la temperatura es un factor abiótico que regula procesos vitales para los organismos vivos, así como también afecta las propiedades químicas y físicas de otros factores abióticos en un ecosistema y varía de acuerdo al clima y a las influencias del entorno. La temperatura que se midió en las aguas residuales (efluente) fue de 19.30 °C, 19.22 °C, 19.17 °C, 19.75 °C, 19.50 °C. No existe reglamentación nacional que establezca el límite de este parámetro, al igual que los estándares internacionales.

Para Coliformes Termotolerantes se obtuvo valores de $7,0 \times 10^3$ (NMP/100 ml), $7,5 \times 10^3$ (NMP/100 ml), $2,0 \times 10^4$ (NMP/100 ml), $2,2 \times 10^4$ (NMP/100 ml), que sobrepasan Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- D.S. N° 003-2010 – MINAM.

Con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), podemos observar que los valores superan los rangos establecidos

en el D.S. N° 003-2010-MINAM, pues se tiene valores de 163.96 mg/l, 160.10 mg/l, 157.40 mg/l, 155.26 mg/l, 153.23 mg/l. Manifiesta ROMERO (2007), que cuando los niveles de DBO_5 son ≥ 100 mg/L, estas aguas superficiales tienen la clasificación de estar FUERTEMENTE CONTAMINADAS, por impacto de aguas residuales crudas municipales y no municipales.

Así mismo en la determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), con los rangos establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM se encontraron valores de 307.90 mg/l, 320.60 mg/l, 314.80 mg/l, 310.40 mg/l, 310.20 mg/l, confirmando la presencia de materia orgánica biodegradable proveniente de efluentes domésticos.

Así mismo en la determinación de Sólidos Totales en suspensión, con los rangos establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM se encontraron valores de 328 mL/L, 325 mL/L, 330 mL/L, 335 mL/L, 348 mL/L, confirmando la presencia de partículas en suspensión.

En los parámetros microbiológicos evaluados en las 5 muestras obtenidas de las aguas residuales se observaron la presencia de Coliformes Termotolerantes, Coliformes totales, Coliformes Fecales en altas cantidades de microorganismos.

Para Coliformes Termotolerantes se obtuvo valores de 8.8×10^5 (NMP/100 MI), 8.5×10^5 (NMP/100 MI), 7.7×10^5 (NMP/100 MI), 6.8×10^5 (NMP/100 MI), 5.7×10^5 (NMP/100 MI) que sobrepasan los límites establecidos en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 002-2008-MINAM, para la categoría IV.

Sucede lo mismo con los Coliformes Totales se obtuvo valores de 8.2×10^5 (NMP/100 MI), 8.0×10^5 (NMP/100 MI), 7.9×10^5 (NMP/100 MI), 7.7×10^5 (NMP/100 MI), 6.8×10^5 (NMP/100 MI) que sobrepasan los límites establecidos en los Estándares Nacional de Calidad

Ambiental para Agua D.S. N° 002-2008-MINAM, para la categoría IV.

Para Coliformes Fecales se obtuvo valores de 5.6×10^3 (NMP/100 MI), $4,7 \times 10^3$ (NMP/100 MI), $4,2 \times 10^3$ (NMP/100 MI), $3,8 \times 10^4$ (NMP/100 MI), $3,2 \times 10^4$ (NMP/100 MI) que sobrepasan los límites establecidos en los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 002-2008-MINAM, para la categoría IV.

La O.M.S recomienda la ausencia total de estos Coliformes Termotolerantes por ser la principal causa de enfermedades gastrointestinales que provoca la muerte de muchos niños menores de cinco años (OMS, 2003)

Para el caso de la caracterización de la calidad de aguas del río Huallaga con las muestras obtenidas y los análisis de laboratorio tenemos:

Los valores de pH encontrados en las muestras de las aguas del río Huallaga (cuerpo receptor) están en entre valores de 8,88 unidad y 8,95 unidad, lo que demuestra que las aguas del río Huallaga es de naturaleza ligeramente básica, esto se debe a los ácidos orgánicos débiles que bajan ligeramente el pH del agua (GWW, 2005), ácidos contenidos naturalmente por el agua, producto de la descomposición de hojas, raíces, de vegetación cercana al río. Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua D.S. N° 004-2017-MINAM establecen un rango de 6.5-9.0 para el pH en la categoría IV.

Según BOYD (1982), manifiesta que el pH en las fuentes naturales de agua disminuye por múltiples factores, principalmente por el aumento en la temperatura de las aguas, pudiendo ser a consecuencia de la descomposición de materia orgánica, tal y como se pudo apreciar la presencia de botaderos y la descarga de desagües domésticos y municipales, los cuales aportan abundante materia orgánica a las fuentes naturales en las partes bajas de la microcuenca.

La temperatura que se midió en las aguas del río Huallaga (cuerpo receptor) fue de 19.50 °C, 19.55 °C. Medir la temperatura durante un muestreo de agua es muy importante, pues esta influye en la cantidad de oxígeno disuelto, el pH, la conductividad y tiene gran influencia sobre los organismos acuáticos (GWW, 2005)

Con respecto al Oxígeno Disuelto, podemos observar que los valores de Oxígeno Disuelto son de 18.08 mg/L, 18.63 mg/L, los cuales se van incrementándose conforme vamos evaluando aguas abajo, este comportamiento manifiesta que la turbulencia de la corriente también puede aumentar los niveles de OD debido a que el aire queda atrapado bajo el agua que se mueve rápidamente y el oxígeno del aire se disolverá en el agua. Los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para Agua D.S. N° 002-2008 – MINAN, categoría IV; establece que el valor mínimo de Oxígeno Disuelto para un cuerpo natural de agua superficial debe ser ≥ 5 mg/L. De las evaluaciones realizadas en las 2 muestras obtenidas del río Huallaga, se puede observar que los valores de OD son mayores al valor mínimo que establecen los ECA para agua, así mismo se pudo observar la descarga de aguas residuales cercanos a los puntos de evaluación, hecho que indica que este valor está asociado la condición de HIPOXIA con consecuencias de desaparición de organismos y especies sensibles. BAIN Y STEVENSON (1999) dicen si el rango de concentración de OD en un cuerpo de agua es mayor de 0 - 5mg/L, la consecuencia ecosistémica más frecuente en esa agua es considerada MALA y a consecuencia algunas poblaciones de peces y macro invertebrados disminuirán, mientras que CALDERON (2004), manifiesta que los principales contaminantes del agua son los siguientes: aguas residuales sin tratamiento y otros residuos que demandan oxígeno (en su mayor parte materia orgánica, cuya descomposición produce la desoxigenación del agua), tal y como se pudo apreciar en los puntos evaluados del río Huallaga.

Para la correlación de la DBO₅ con el OD, ROMERO, (2007) señala que cuando los niveles de la DBO₅ son altos, los niveles de Oxígeno Disuelto serán bajos, ya que las bacterias están consumiendo ese oxígeno en gran cantidad, para los datos obtenidos se tiene que la correlación es positiva, para los datos de DBO₅ los valores se van incrementando a medida que existe más consumo de OD.

Los valores de conductividad eléctrica son de 391.90 (uS/cm), 397.80 (uS/cm), estos se encuentran por debajo de los estándares nacionales, esto se confirma por las grandes cantidades encontradas de sólidos disueltos totales que superan los límites establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua D.S. 004-2017-MINAM, establecidos para la categoría IV.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua establecen valores de DBO₅ menores a 10 mg/l para la conservación del ambiente acuático, según el D.S. N° 004-2017 MINAM, los resultados de DBO₅ indicaron el incumplimiento de estos estándares en todas las 2 muestras obtenidas, se sabe que este parámetro es un indicador importante para el control de la contaminación de las corrientes de agua (SAWYER y McCARTY, 2001), lo cual muestra la contaminación encontrada en la zona de estudio (tramo puente Huancachupa-puente Huayopampa), con esto se explica el porqué del descenso de oxígeno disuelto en todo el trayecto de río Huallaga en el tramo de estudio. El aporte de carga orgánica acelera la proliferación de bacterias que agotan el oxígeno, provocando que algunas especies de peces y otras especies acuáticas deseables ya no puedan vivir en las aguas donde están presentes dichos microorganismos (CAN, 2005), sin embargo, a medida que avanza la contaminación en el río Huallaga se hace más notorio el ascenso del oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica

Los valores de Sólidos Suspendidos Totales con los rangos establecidos en el D.S. N° 004-2017-MINAM se encontraron valores de 13 mg/L, 13.60 mg/L, confirmando la presencia de partículas en suspensión.

Las aguas del río Huallaga se encuentran afectadas por metales como: Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cobre, Hierro, Manganeso, plomo, Zinc y Mercurio porque en la parte alta de la cuenca del río Huallaga se desarrollan actividades mineras y algunos metales de origen natural asociado a la materia orgánica y las partículas minerales existentes en las aguas, esto se ve reflejado en la concentración de los Sólidos Suspendidos Totales y según los resultados obtenidos de las análisis de muestras de aguas del río Huallaga en su calidad de cuerpo receptor.

4.3. Contrastación de resultados

La evaluación de las aguas residuales que se vierten al río Huallaga por la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis en los 31 puntos de vertimiento superan Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales- D.S. N° 003-2010 – MINAM, según las muestras analizadas se tiene que los Coliformes Termotolerantes están por encima de los LMP, como resultado de la descarga de aguas residuales, también se observa que estos microorganismos van disminuyendo aguas debajo de las ciudades mencionadas debido a la capacidad de autodepuración de los contaminantes aportados por las descargas de aguas residuales y por la dilución que genera la tributación de los ríos aledaños con aguas presumiblemente libres de esta afección como es el caso del río Higuera. Así mismo se ven afectados los siguientes parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno, sólidos totales en suspensión asociados a actividades antropogénicas. El comportamiento del

potencial de Hidrogeno (pH) del agua del río Huallaga a lo largo del recorrido en el tramo en estudio es ligeramente Básica.

La evaluación de la calidad de agua del río Huallaga con el D.S. N° 004-2017-MINAM y según las muestras analizadas presenta valores que superan los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua como es el caso de la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Nitrógeno Total, Oxígeno Disuelto, solidos suspendidos Totales, los cuales determinan que las aguas del río Huallaga no son de buena calidad en la categoría IV (categoría del río) por lo tanto no son para uso poblacional ni recreativo y no presentan características óptimas para la conservación del ambiente acuático.

CONCLUSIONES

1.-Con relación a la hipótesis general se concluye que el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) en su condición de efluente SI influye significativamente en el grado de contaminación del río Huallaga año 2017 porque los valores obtenidos de las muestras recolectadas de las aguas residuales están por encima del rango de LMP establecidos por el D.S. N° 003-2010-MINAM, y según las muestras recolectadas de las aguas del río Huallaga en su condición de cuerpo receptor están por encima de los parámetros que establece el D.S. N° 004-2017-MINAM nos permite concluir que las aguas del río Huallaga se encuentran contaminadas por el vertimiento de las aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).

2.- Con relación a la hipótesis específica 01, se concluye que se ha identificado 31 puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) tanto en la margen derecha (16 puntos de vertimiento) como en la margen izquierda (15 puntos de vertimiento) que generan contaminación a las aguas del río Huallaga año 2017. Dichos puntos de vertimiento identificados se encuentran georreferenciados con coordenadas UTM lo cual permite una rápida localización.

3.- Con relación a la hipótesis específica 02, se concluye que los parámetros determinados con las muestras de aguas residuales, caracterizan a los efluentes y estos valores están por encima del rango de LMP establecidos por el D.S. N° 003-2008-MINAM en Coliformes Termotolerantes, Demanda Bioquímica de oxígeno, Demanda Química de Oxígeno y Sólidos Totales en suspensión, así como la presencia de Coliformes Totales y Coliformes Fecales. Del

mismo modo se concluye que los parámetros físicos, químicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos determinados en las aguas del río Huallaga caracterizan a este cuerpo receptor y los valores de demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5), Nitrógeno Total, Sólidos Suspendidos Totales y los Coliformes Termotolerantes están por encima del rango que establece los ECAs del D.S. N° 004-2017-MINAM, lo cual nos permite concluir que las aguas del río Huallaga se encuentran contaminadas por el vertimiento de las aguas residuales (domésticas, municipales e industriales). El estado de calidad del agua del río Huallaga (cuerpo receptor) presenta un pH ligeramente básico. Se determinó que la carga contaminante que aporta las aguas residuales al río Huallaga es de 33.44 kg/día. La cuenca del río Huallaga se encuentra afectada por metales como: aluminio, arsénico, cadmio, cobre, hierro, manganeso, plomo, zinc y mercurio provenientes de la parte alta de la cuenca del río Huallaga, donde se desarrollan actividades mineras y algunos metales de origen natural asociado a la materia orgánica y las partículas minerales existentes en las aguas del río Huallaga.

4.- Con relación a la hipótesis específica 03, se concluye que en el tramo en estudio (Puente Huancachupa-puente Huayopampa) existe dos puntos de la red de monitoreo (vigilancia y fiscalización) que permite realizar el monitoreo de la calidad de agua superficial en la cuenca del río Huallaga (parte alta), el primero identificado con el N° 26, código RHual10, Río Huallaga, a 100 mts. Antes de la confluencia con el río Higueras, localizado en las Coordenadas UTM (363009 E y 8900749 N) y el segundo identificado con el N° 27, código RHual11, Río Huallaga, después de la confluencia con el río Higueras (Frente al Hostal El Bosque), localizado en las Coordenadas UTM (364076 E, 8901397). En dichos puntos el ALA Alto Huallaga realiza el monitoreo de calidad del agua superficial en la cuenca del río Huallaga (parte alta) y según sus reportes indica que el río Huallaga presenta una alta incidencia de Coliformes Termotolerantes, que superan los

estándares de calidad ambiental agua. Todo esto se debe a las descargas de aguas residuales municipales, precisados en el estudio "Monitoreo participativo de la calidad de agua en la cuenca del río Huallaga", realizado por la ANA, a través de la Autoridad Administrativa del Agua (AAA) Huallaga, en coordinación con la Administración Local de Agua Huallaga Central. De acuerdo a los resultados del monitoreo y estudios de calidad del agua, hechos en diciembre del año 2016 por la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el río Huallaga, desde Ambo hasta la localidad de Acomayo, contiene mayor concentración de metales pesados, como plomo, zinc, aluminio, hierro, magnesio y sólidos suspendidos. La cuenca del Huallaga se encuentra afectada por la presencia de sólidos suspendidos totales y metales, como plomo, zinc y cobre. La presencia de estos sólidos se debe a la erosión de los suelos, originados por las lluvias y los metales se encuentran adheridas a ellos, ambas son transportadas por el agua.

RECOMENDACIONES

1.-Realizar la difusión de los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación de la caracterización de las aguas residuales (efluentes) y la caracterización de la calidad del agua del río Huallaga (cuerpo receptor) a los actores, sociedad civil y autoridades vinculadas al tema, así como a las instituciones que tiene competencia sobre este recurso hídrico muy importante en la región Huánuco.

2.-Fortalecer la gestión ambiental municipal de los gobiernos locales (Distrito de Huánuco, Amarilis y Pillco Marca) para promover una nueva cultura ambiental dirigido básicamente a cambiar los hábitos de la población, buscando la implementación de normas y programas en materia de protección y recuperación de la calidad del recurso hídrico del río Huallaga con las autorizaciones de vertimiento y reusó de aguas residuales tratadas otorgados por el ANA, planteando una propuesta de diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales para la ciudad de Huánuco.

3.-Establecer la red de monitoreo que permita a la DIGESA, ANA, ALA, OEFA realizar el control de la calidad de las aguas del río Huallaga en base a los parámetros establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM y D.S. N° 004-2017-MINAM, lo cual permitirá una adecuada fiscalización de la calidad de agua del río Huallaga a través de los puntos de control. Elaborar una información histórica de calidad de agua del río Huallaga, incluyendo la red de monitoreo oficial del ALA alto Huallaga.

4.-Se recomienda al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, OEFA que es el ente rector del Sistema Nacional de

Evaluación y Fiscalización Ambiental - SINEFA (de acuerdo a la Ley N° 29325) por lo cual deberá ser la encargada de fiscalizar los vertimientos de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) así como las aguas provenientes de la actividad minera que operan en la cuenca del río Huallaga (parte alta), para mitigar los efectos de los metales pesados presente en las aguas del río Huallaga, en cumplimiento de la normativa ambiental vigente, cumpliendo de esta manera el OEFA sus funciones de evaluación, supervisión, fiscalización, control y potestad sancionadora. Así mismo se recomienda a la Autoridad Nacional del Agua que es el organismo encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento multisectorial y sostenible de los recursos hídricos por cuencas hidrográficas, en el marco de la gestión integrada de los recursos naturales y de la gestión de la calidad ambiental nacional, establecer alianzas estratégicas con el gobierno regional de Huánuco, los gobiernos locales provincial y distrital para mitigar el vertimiento de aguas residuales (domésticas y municipales) y disminuir el grado de contaminación del río Huallaga implementación de actividades integrales encaminadas a la preservación y recuperación de cuerpos de agua. De la misma manera se recomienda a la DIGESA implementar los puntos de monitoreo del río Huallaga, para la toma de medidas de prevención y control de la contaminación del río Huallaga y para la formulación, ejecución y seguimientos de planes, programas y proyectos de prevención, mitigación o restauración que contribuyan al mejoramiento de las condiciones ambientales en la fuente receptora de los efluentes de aguas residuales de la ciudad de Huánuco, Pillco Marca y Amarilis.

BIBLIOGRAFÍA

- AMBIENTE, M. D. (2008). Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad para agua.
- ANDRADE, M.; CAMACHO, ALAN.; DELGADILLO, O.; PEREZ, L. (2010). Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales. Bolivia.
- ANDREWS, L. (2001). *Métodos de Análisis de parámetros del agua*. (7. Edic., Ed.) Madrid. , España.
- BARCELO, Q. (s.f.). *Estudio de la movilidad de Ca, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb y Zn en sedimentos de la presas San Antonio Alzate en el Estado de México*. Facultad de Ingeniería, UAEM–CIRA, Toluca, Mexico.
- BUJAN, D. (1997). *Análisis del agua* ((<http://www.scielop.org/scielo.php?monografias.com>, 22 de setiembre de 2014 ed.).
- CALDERON, J. (2004). *Indicadores Ambientales*. Obtenido de recuperado de (<http://www.ideam.gov.co/indicadores/calidad5.htm>,
- CAMPOS, I. (2000). *Saneamiento ambiental*. (1. d. recuperado (http://books.google.com.pe/books?id=lsgrGBGIGeMC&pg=PA73&dq=que+es+carga+contaminante&hl=es&sa=X&ei=RaNCVKieK4HKgwTi_YCYDg&ved=0CBwQ6AEwAA#v=onepage&q=que%20es%20carga%20contaminante&f=false, Ed.) Editorial Universidad estatal a distancia.
- CEPIS. (1987). Parámetros físico-químicos que influyen en la calidad y en el tratamiento del agua.

- CISTERNA, P. y PEÑA, D. (2000). Caracterización de aguas residuales por DBO y DQO. (2. A. (<http://filtrosyequipos.com/GUEST/residuales/dboydqo2.pdf>, Ed.)
- Contreras, K. (2008). *el agua es un recurso para preservar*. Universidad de los Andes, Merida.
- Durán Chévez, D. D., & Vílchez Ochoa, R. J. (2009). *Caracterización de los Residuos Sólidos en el Municipio de San Antonio de Oriente, Honduras*. CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE, Zamorano, Honduras.
- EL PERUANO. (2008). D.S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para agua. (P. Lima, Ed.)
- EL PERUANO. (2010). D.S. N° 001-2010-AG. Aprueba el Reglamento de la ley N° 29338 "Ley de recursos hídricos". (P. Lima, Ed.)
- EL PERUANO. 2011-ANA, R. N. (2011). Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. (PERUANO, Ed.)
- Elizabeth, H. M. (2010). Diagnostico de la contaminacion por aguas residuales Domesticas, cuenca baja de la quebrada la macana, San Antonio de Prado Municipio Medellin. (*Tesis Pregrado*). Universidad de Antioquia, Medellin.
- Espinoza Tuanama, E. (2002). *Inventario y analisis de pozos de agua subterranea en Castillo Grande y Brisas del Huallaga- Tingo Maria*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Leoncio Prado, Peru.
- Espinoza Tuanama, E. (2002). *Inventario y análisis de pozos de agua Subterránea en Castillo Grande y Brisas del Huallaga- Tingo María*. Universidad Nacional Agraria La Selva, Tingo Maria, Leoncio Prado, Peru.

GALLEGO, M. (2000). *El agua, vehículo e contaminación*. recuperado www.badad.com/no01/agua.html, 1 Jun. 2014. Obtenido de www.badad.com/no01/agua.html, 1 Jun. 2014

Gladys Huamán Gora, Wilmar Cosme Calzada y Mary Luz Chávez Alvarez. (Diciembre de 2008). Estudio de la Calidad de Aguas de los rios Huallaga, San Juan y Tingo. (P.-B. 18, Ed.) *Popular, Labor-Centrod e Cultura*.

Gonzales Orlando, M. O., & Navarrete Fernández, M. X. (2014-2015). *“Determinación de las principales fuentes de contaminación del río Portoviejo, en el sector entre Andrés de Vera y Picoazá, del cantón Portoviejo.”*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ, Manabi, Ecuador.

Heinke et al. (1999). Obtenido de recuperado <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/21668/Capitulo2.pdf>.

Huertas Bonilla, F. N., & Sanchez Hernandez, C. A. (2009). *Seguimiento de las descargas de aguas residuales del sistema de alcantarillado sobre canales y quebradas en Bogota: caso rio Arzobispo* AGUAS RESIDUALES DEL. Universidad de la Selle-Medellin, Medellin, Colombia.

IDEAM. (2004). Guía para el monitoreo y seguimiento del agua. ((. h. Set., Ed.) Obtenido de (http://www.fing.edu.uy/imfia/cursos/hidrometría/material/Guía_de_Monitoreo.pdf). 4 Set.

Langergraber, G. &. (2005). Eco-logical sanitation: A way to solve global sanitation problems? *Environ Int*.

Loayza, E. (2009). Diagnostico de Contaminacion de agua en la quebrada camaronera, parque nacional Manuel Antonio, area de conservacion pacifico central, MINAET Costa Rica. (*Tesis Pregrado*). Universidad de Costa Rica, San Jose.

- Metcalf & Edy. (1985). *Ingeniería Sanitaria:tratamiento, evacuación, y reutilización de aguas residuales*. (2. Edición, Ed.) Barcelona: Editorial Labor.
- NEBEL, B. y WRIGHT, T. (1996). *nvironmental Science: The Way the World Works*. Estados Unidos: 5a Edición, Prentice Hall. Obtenido de (http://www.ciceana.org.mx/recursos/Contaminacion_del_agua.pdf, 16 de setiembre de 2014)
- NEMEROW, N. (1998). *Tratamiento de vertidos industriales y peligrosos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Olmos, R. y Marques, S. (2003). *El Agua en el Medio Ambiente - Muestreo y*. California: Plaza y Valdés.
- OWEN, J. (2005). Contaminación de las aguas. (M. d. Producción, Ed.) Obtenido de <http://www2.medioambiente.gov.ar/sian/chubut/trabajos/contagua.htm>, 4 junio 2014)
- PERUANO, E. (2011). R.J. N° 182- 2011-ANA. Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial. (P. Lima, Ed.)
- Pomahuali Sevillano, T. Y. (2014). *Identificacion de fuentes contaminantes de los cuerpos naturales de agua superficial jurisdiccion de la administracion Local de agua Tingo Maria*. Univesidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria, Leoncio Prado, Peru.
- Reyes Cuba, C. M. (2012). *Estudio de la contaminacion de las aguas del rio Chillon*. Universidda Nacional de Ingenieria, Lima, Peru.
- Rojas, R. (2002). *Guía para la Vigilancia y control de la Calidad del Agua para consumo humano*. (C. P. (OPS/CEPIS), Ed.) Lima.
- ROMERO, J. (1998). *Calidad de Aguas*. Madrid, España: Editorial Nomos S.A 410 p.

SAMBONI, N. (2007). *Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64327320>, Ingeniería e Investigación, 18 Mayo 2014

Soto Torres, F. (2014). *Caracterización de la calidad del agua superficial en las microcuencas del ámbito de la administración local de agua Tingo María*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Leoncio Prado, Peru.

Tamani Aguirre, Y. H. (2014). *Evaluación de la calidad de agua del río Negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytia*. Universidad Nacional Agraria La Selva, Tingo María, Leoncio Prado, Peru.

ANEXOS

-Matriz de consistencia

-Panel fotográfico

-Planos

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL GRADO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS DEL RIO HUALLAGA, AÑO 2017"

| 1.-PROBLEMA | 2.-OBJETIVOS | 3.-HIPOTESIS | 4.-VARIABLE | 5.-DIMENSIONE/ INDICADORES | 6.-METODOLOGIA |
|---|---|---|--|--|---|
| <p>1.1.-PROBLEMA GENERAL. P.-¿De qué manera el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) influye en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017?</p> | <p>2.1.-OBJETIVO GENERAL. O.-Determinar la influencia del vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017</p> | <p>3.1.-HIPOTESIS GENERAL. H.-El vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) influye significativamente en el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017.</p> | <p>4.1.-VARIABLE INDEPENDIENTE(X) X1.-vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).</p> | <p>5.1.-VARIABLE INDEPENDIENTE (X). DIMENSIONES X1.1.-Límites Máximos Permisibles (LMP).</p> <p>INDICADORES -Parámetros: -aceites y grasas -Coliformes Termotolerantes</p> | <p>1.-Metodo de investigación: Inductivo-deductivo 2.-Tipo de investigación: -Según diseño es de campo 3.-Nivel de investigación: -Según nivel es descriptivo-correlacional 4.-Poblacion: -aguas del río Huallaga y puntos de vertimiento aguas residuales -N=130 puntos de vertimiento (San Rafael-Ambo-Huanuco) 5.-Muestra: -Aguas residuales vertidas en río Huallaga N=31 puntos de vertimiento (tramo puente Huancachupa- puente Huayopampa), muestras aleatorias</p> |
| <p>1.2.-PROBLEMAS ESPECIFICOS. P1.-¿Cuáles son los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) que generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017? P2.-¿Cuáles son los parámetros que caracterizan las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales)? P3.-¿De qué manera la red de monitoreo (vigilancia y fiscalización) de las aguas del río permite controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales)?</p> | <p>2.2.-OBJETIVOS ESPECIFICOS. O1.-Identificar los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) que generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017. O2.-Determinar los parámetros que caracterizan las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales). O3.-Analizar el monitoreo (vigilancia y fiscalización) de las aguas del río y el cumplimiento de los ECAs para controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de las aguas residuales (domésticas, municipales e industriales)</p> | <p>3.2.-HIPOTESIS ESPECIFICOS. H1.-Los puntos de vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales) identificados en la margen derecha e izquierda generan contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017. H2.-Los parámetros físicos y químicos, inorgánicos y microbiológicos caracterizan las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales). H3.-La red de monitoreo (vigilancia y fiscalización) mediante el cumplimiento de los ECAs permite controlar el grado de contaminación de las aguas del río Huallaga, año 2017 por el vertimiento de aguas residuales (domésticas, municipales e industriales).</p> | <p>4.2.-VARIABLE DEPENDIENTE (Y). Y1.- grado de contaminación de las aguas del río Huallaga.</p> | <p>5.2.-VARIABLE DEPENDIENTE(Y). DIMENSIONES X1.2.-Estandares de Calidad Ambiental del Agua (ECA).</p> <p>INDICADORES -Categoría 4: Conservación del ambiente acuático -Parámetros: -físicos y químicos. -Inorgánicos, -Microbiológicos</p> | <p>6.-Técnicas de Investigación: -Observación indirecta estructurada 8.-Herramientas: -Equipos de mediciones de campo y laboratorio. 9.-Instrumentos: -protocolo Nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos Naturales de agua superficial (Resolución Jefatural Nº 010-2016-ANA) . -protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales (DIGESA) -LMP D.D. Nº 003-2010-MINAM -ECAs D.S. Nº 004-2017-MINAM</p> |

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía N° 1 – Punto de vertimiento N° 01 en la ciudad de Pillco Marca (punto de inicio).



Fotografía N° 2 – Punto de vertimiento N° 02 pasando la Unheval.



Fotografía N° 3– Punto de vertimiento N° 03 pasando Unheval en la curva.



Fotografía N° 4 – Punto de vertimiento N° 04 Antes del puente Tingo.



Fotografía N° 5 – Punto de vertimiento N° 05 Puente Tingo-Discoteca Kilombo.



Fotografía N° 6 – Punto de vertimiento N° 06 Malecón Alomia Robles y Jirón Seichi Izumi.



Fotografía N° 7 – Punto de vertimiento N° 07 Malecón Alomia Robles y Jirón Tarapacá.



Fotografía N° 8 – Punto de vertimiento N° 08 Hospital Regional Hermilio Valdizan Medrano.



Fotografía N° 9 – Punto de vertimiento N° 09 Puente Esteban Pavletich.



Fotografía N° 10 – Punto de vertimiento N° 10 y N° 11 Jirón Circunvalación y Malecón Alomia Robles.



Fotografía N° 11 – Punto de vertimiento N° 12 Jirón Circunvalación y Malecón Alomia Robles.



Fotografía N° 12 – Punto de vertimiento N° 13 Recreo Rinconcito Huanuqueño.



Fotografía N° 13 – Punto de vertimiento N° 14 Explotación de canteras.



Fotografía N° 14 – Punto de vertimiento N° 15 Puente Huayopampa.



Fotografía N° 15 – Punto de vertimiento N° 16 Zona cero (punto de partida).



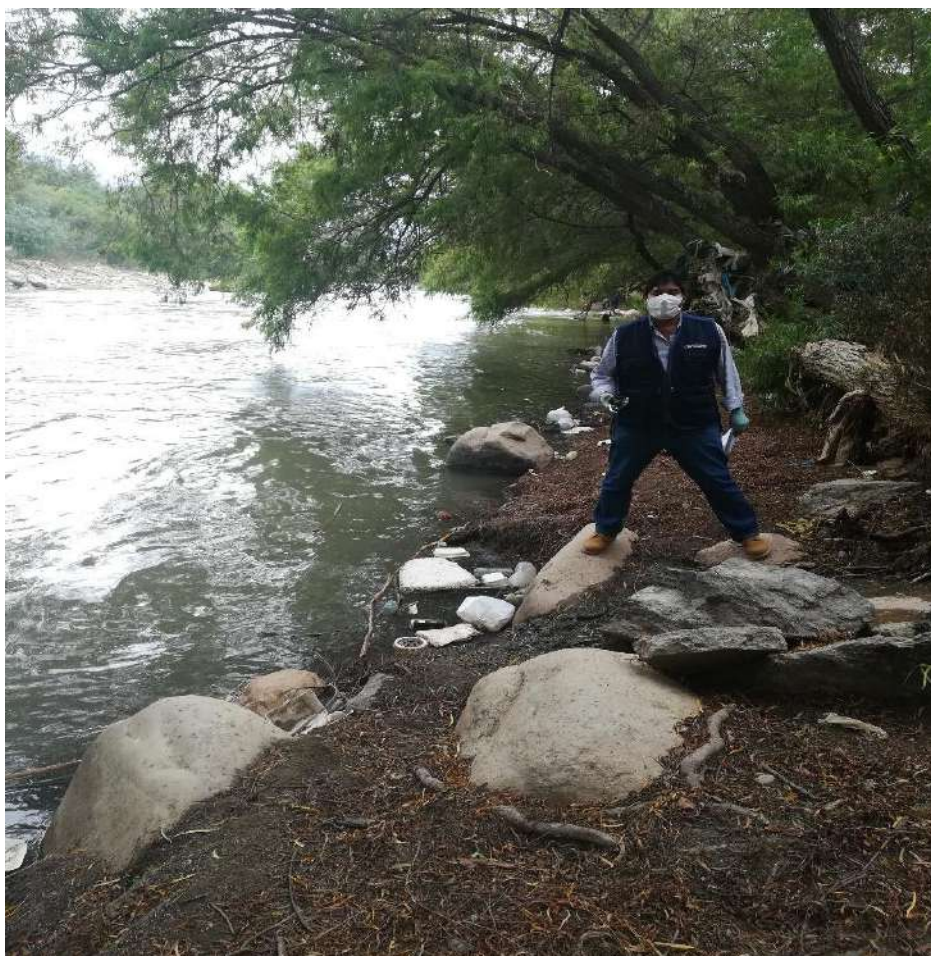
Fotografía N° 16 – Punto de vertimiento N° 17 Zona cero.



Fotografía N° 17 – Punto de vertimiento N° 18 Urbanización Fonavi I.



Fotografía N° 18 – Punto de vertimiento N° 19 Discoteca Mandingo.



Fotografía N° 19 – Punto de vertimiento N° 20 Instituto Marcos Duran Martel.



Fotografía N° 20 – Punto de vertimiento N° 21 Gobierno Regional de Huánuco.



Fotografía N° 21 – Punto de vertimiento N° 22 Gobierno Regional de Huánuco.



Fotografía N° 22 – Punto de vertimiento N° 23 Gobierno Regional de Huánuco.



Fotografía N° 23 – Punto de vertimiento N° 24 Colegio Marino Meza Rosales.



Fotografía N° 24 – Punto de vertimiento N° 25 Colegio Marino Meza Rosales.



Fotografía N° 25 – Punto de vertimiento N° 26 Instituto Tecnológico Aparicio Pomares.



Fotografía N° 26 – Punto de vertimiento N° 27 Instituto Tecnológico Aparicio Pomares.



Fotografía N° 27 – Punto de vertimiento N° 28 Camal Municipal.



Fotografía N° 28 – Punto de vertimiento N° 29 Camal Municipal.



Fotografía N° 29 – Punto de vertimiento N° 30 Camal Municipal.



Fotografía N° 30 – Punto de vertimiento N° 31 Puente Huayopampa (punto final).



Fotografía N° 31 – Vista del laboratorio de la DIRESA donde se ha realizado los análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 32 – Vista del laboratorio de la DIRESA donde se ha realizado los análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 33 – Vista del laboratorio de la DIRESA donde se ha realizado los análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 34 – Vista del laboratorio de la DIRESA donde se ha realizado los análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 35 – Vista de los equipos e instrumentos utilizados en el presente trabajo de análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 36 – Vista de los equipos e instrumentos utilizados en el presente trabajo de análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



Fotografía N° 37 – Vista de los equipos e instrumentos utilizados en el presente trabajo de análisis de las muestras de agua del rio Huallaga.



-PLANOS

-Plano de ubicación de los 15 puntos de vertimiento en la margen izquierda del río Huallaga (Tramo Puente Huancachupa-puente Huayopampa)

-Plano de ubicación de los 16 puntos de vertimiento en la margen derecha del río Huallaga (Tramo Puente Huancachupa-puente Huayopampa)

SOLICITANTE:
 BACHILLER PAUL SHADER ABAL HARO

TESIS:
 "INFLUENCIA DEL VERTIMIENTO
 DE AGUAS RESIDUALES EN EL
 GRADO DE CONTAMINACIÓN DE
 LAS AGUAS DEL RIO HUALLAGA
 EN HUÁNUCO AÑO 2017"

UBICACION:
 DPTO: HUÁNUCO
 PROV: HUÁNUCO
 DISTR: AMARILIS - HUÁNUCO
 LUGAR: RIO HUALLAGA

ESCALA:
 INDICADA

PARA OPTAR:
 TITULO PROFESIONAL EN
 INGENIERÍA AMBIENTAL

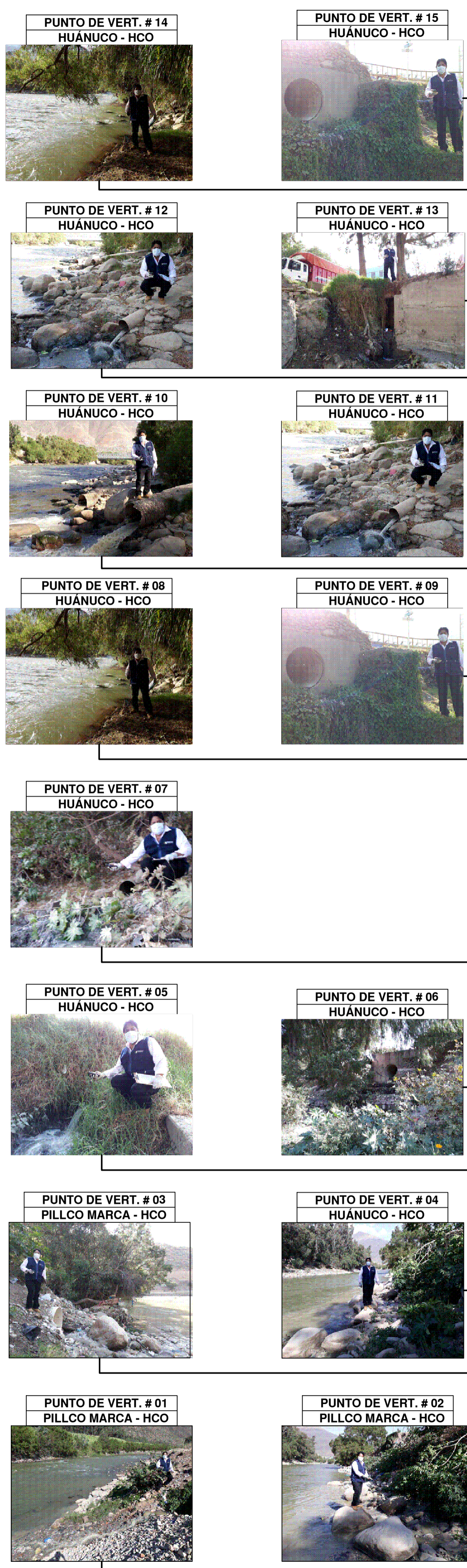
ESPECIALIDAD:
 INGENIERÍA AMBIENTAL

FECHA:
 OCTUBRE - 2018

LAMINA:
PV-001

FIN DE TRAMO

INICIO DE TRAMO



**PUNTOS DE VERTIMIENTO
 RIO HUALLAGA - MARGEN IZQUIERDO**

