

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RÍO
HIGUERAS, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES
TERMOTOLERANTES, ENTRE HUANCAPALLAC Y EL PUENTE
TINGO DEL DISTRITO DE HUÁNUCO - 2022”**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN
INGENIERÍA AMBIENTAL**

AUTOR: Limas Coronel, Jhonatan Nene

ASESOR: Cabrera Montalvo, Abrahams Moises

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ()
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación (X)
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN** (2020)**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería ambiental**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Grado académico de bachiller en ingeniería ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46768912

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71034553

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0003-2052-0081

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cuba Tello, María Vanessa	Magister en gestión integrada en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente	41273158	0000-0002-1799-3542
2	Morales Chuquimantari, Edson Javier	Título oficial de máster universitario en ingeniería ambiental en la especialidad profesional	42255178	0000-0001-6180-6807
3	Vasquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:45 horas del día 19 del mes de julio del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
- Mg. Edson Javier Morales Chuquimantari (Secretario)
- Mg. Yasser Vásquez Baca (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1354-2022-D-FI-UDH**, para evaluar el Trabajo de Investigación (Bachiller) intitulada: **"ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RÍO HIGUERAS, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, ENTRE HUANCAPALLAC Y EL PUENTE TINGO DEL DISTRITO DE HUÁNUCO - 2022"**, presentado por el Egresado **Jhonatan Nene LIMAS CORONEL**, para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas, procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **14** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 7, Inciso 7.4)

Siendo las 20:52 horas del día 19 del mes de julio del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

El sacrificio y la dedicación en una carrera profesional es un ejemplo y fruto de las personas que están detrás. El esfuerzo realizado dentro de esta investigación va principalmente dedicado a mis padres Teodoro y Leocadia, por el apoyo a mi educación y por ser los que siempre estuvieron conmigo.

A mis hermanos Solin, Rosy Marielena y Abel por sus apoyos incondicionales, durante toda mi formación profesional, por estar siempre conmigo en todo momento, por sus recomendaciones y por sus consejos lo que me motivaron a ser una mejor persona cada día más y de una u otra forma siempre estuvieron conmigo acompañándome para poder cumplir mis sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesina a todos mis compañeros de estudio, por extenderme sus manos en momentos en que las necesitaba, mil gracias por eso.

AGRADECIMIENTO

Al término de esta investigación quiero tomar este espacio para agradecer a mis Padres y hermanos quienes han sabido darme su ejemplo de trabajo y humildad, por sus apoyos incondicionales en este trayecto de estudio.

De la misma manera mis agradecimientos a la Universidad de Huánuco, a toda la Facultad de Ingeniería Ambiental, a los docentes quienes compartieron sus valiosos conocimientos e hicieron que pueda progresar cada día más y más, gracias a cada una de ustedes por su entrega y dedicación.

Y para finalizar quiero pronunciar mi más sincera gratitud al Blog. Alejandro Duran N. y al Mg. Ing. Cabrera Montalvo Abrahams Moisés, quienes fueron los principales contribuyentes durante todo este tiempo, quienes con su orientación, conocimiento e instrucción me apoyaron al desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPITULO I.....	13
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.4. OBJETIVOS.....	17
1.4.1. OBJETIVO GENERAL.	17
1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPITULO II	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	18
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	18
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL	24
2.3. HIPÓTESIS.....	40
2.4. VARIABLES, DEFINICIONES COCEPTUALES Y OPERACIONAL	40
2.4.1. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4.2. VARIABLES	42
2.4.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPITULO III	44

3. METODOLOGÍA	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.2. ENFOQUE:	44
3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	44
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.	46
3.4.1. POBLACIÓN.	46
3.4.2. MUESTRA:.....	46
3.5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	47
3.5.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN.	48
3.5.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.	56
3.6. ASPECTOS ÉTICOS:.....	56
CAPÍTULO IV.....	57
4. RESULTADOS.....	57
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	57
4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	67
CAPITULO V.....	71
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	71
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES.....	79
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS	80
ANEXOS.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Biodiversidad Acuática.....	27
Tabla 2. Especies de los ríos andinos.	28
Tabla 3. Operacionalización de variables	43
Tabla 4. Coordenadas UTM del Área de Estudio.....	46
Tabla 5. Parámetros de Interés a Evaluar	47
Tabla 6. Resultado de la Medición de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml).....	57
Tabla 7. Resultado de las mediciones De La Conductividad del Agua (Umho/cm)	58
Tabla 8. Resultado de la Medición del Color del Agua	59
Tabla 9. Resultados de Medición de pH del Agua	60
Tabla 10. Resultado de las Mediciones del Cauda (m^3/s)	63
Tabla 11. Resultados de Medición de la T° del Agua	64
Tabla 12. Prueba de Normalidad de los Datos	65
Tabla 14. Verificación del Cumplimiento de los Estándares de la Calidad del Agua	65
Tabla 15. Fuentes de contaminación	66
Tabla 16. Longitud entre puntos de muestreo	66
Tabla 17. Análisis de varianza entre P1-P2	67
Análisis de varianza entre P2-P3.....	68
Tabla 18Análisis de varianza entre P3-P4	69
Tabla 19. Resultados obtenidos tanto en campo y análisis del laboratorio de parámetros físicos del agua.....	73
Tabla 20. Fuentes de contaminación	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Representación gráfica de una cuenca hidrográfica.....	25
Figura 2. Zonas de la autodepuracion.	30
Figura 3. Flujograma de Actividades.....	45
Figura 4. Croquis de Muestreo.....	50
Figura 5. Inicio De Muestreo	52
Figura 6. Toma de Temperatura del Rio.	52
Figura 7. Medición del Área para Cálculo de Caudal del Rio.....	53
Figura 8. Toma de Muestra Del Agua	55
Figura 9. Resultado de las mediciones de la Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml	57
Figura 10. Resultado de las mediciones de la conductividad del Agua (Umho/cm)	58
Figura 11. Resultado de las mediciones del color (Pt/Co)	59
Figura 12. Resultado de las mediciones del pH.....	60
Figura 13. Calculo de área del punto 01 de muestreo	61
Figura 14. Calculo de área del punto 02 de muestreo	61
Figura 15. Calculo del área del punto 03 de muestreo	62
Figura 16. Resultado de las mediciones del caudal (m^3/s).	63
Figura 17. Resultado de las mediciones del T°.	64
Figura 18. Concentración de Coliformes Termotolerantes en Cada Punto de Muestreo	71
Figura 19. Resultado Obtenido de la Conductividad en Cada Punto de Muestreo en Comparación con el ECA Agua Categoría 3.....	74
Figura 20. Índice de Color del Agua en los 4 Puntos de Muestreo en Comparación con el ECA Agua Categoría 3.....	74
Figura 21. Se muestra los resultados obtenidos en el campo sobre el pH del agua en los 4 puntos de muestreo en comparación con el ECA agua categoría 3.	75
Figura 22. Concentración de coliformes termotolerantes en comparacion con el DS. 004-2017-MINAM.	76
Figura 23. Resultado de la medición de la temperatura en contraste con el ECA agua categoría 3.....	76

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA	87
ANEXO 02: DS. 004-2017-MINAM	88
ANEXO 03: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS	93
ANEXO 04: ARBOL DE MEDIOS Y FINES	94
ANEXO 05: CADENA DE CUSTODIA.....	95
ANEXO 06: FICHAS DE REGISTRO DE CAMPO.....	96
ANEXO 07: ETIQUETAS DE MUESTRA.....	99
ANEXO 08: REGISTRO DE IDENTIFICACION DE PUNTO DE MONITOREO	100
ANEXO 09: RESULTADO DE LABOARTORIO.....	104
ANEXO 10: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO	105
ANEXO 11: PANEL FOTOGRAFICO	106

RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado: “Análisis de la capacidad de autodepuración del río higueras, mediante la determinación de coliformes termotolerantes, entre Huancapallac y el puente tingo del distrito de Huánuco - 2022”, se tuvo por objetivo evaluar la capacidad de autodepuración del río Higueras, mediante la determinación de coliformes Termotolerantes. El presente proyecto es de nivel descriptivo longitudinal, ya que persigue un diseño no experimental, el estudio se realizó en campo donde no se manipula la variable es decir no hay intervención del investigador en las variables, también es longitudinal ya que el estudio se realizó en un tiempo determinado, es decir, no se considera el progreso del fenómeno. Para la ejecución de esta exploración se eligieron 4 puntos de muestreo en el tramo que corresponde entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo del distrito de Huánuco, se tomaron las muestras y se enviaron al laboratorio de la DIRESA-HUANUCO para que se hiciera los análisis respectivos. los resultados que se obtuvo fueron los siguientes: P1 5523.5 NMP/100ml, P2 6608 NMP/100ml, P3 7007.5 NMP/100ml y en le P4 7188 NMP/100ml, estos resultados tienen una tendencia creciente por tanto se concluye que las aguas del río Higueras no tienen la capacidad de autodepuración en cuanto a los coliformes termotolerantes entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo de la ciudad de Huánuco – 2022. Puesto que le valor va aumentando conforme se va midiendo río abajo.

Palabra Clave: *Autodepuración, coliformes termotolerantes, determinación.*

ABSTRACT

The present research project entitled: "Analysis of the self-purification capacity of the higuera river, through the determination of thermotolerant coliforms, between Huancapallac and the Tingo bridge of the Huánuco district - 2022", was aimed at evaluating the self-purification capacity of the river. Fig trees, through the determination of thermotolerant coliforms. The present project is of a longitudinal descriptive level, since it pursues a non-experimental design, the study was carried out in the field where the variable is not manipulated, that is, there is no intervention of the researcher in the variables, it is also longitudinal since the study was carried out in a certain time, that is, the progress of the phenomenon is not considered. For the execution of this exploration, 4 sampling points were chosen in the section that corresponds between the community of Huancapallac and the Tingo bridge in the district of Huánuco, the samples were taken and sent to the DIRESA-HUANUCO laboratory so that the tests could be done. respective analysis. the results obtained were the following: P1 5523.5 NMP/100ml, P2 6608 NMP/100ml, P3 7007.5 NMP/100ml and in P4 7188 NMP/100ml, these results have a growing trend, therefore it is concluded that the waters of the river Higuera do not have the self-purification capacity in terms of thermotolerant coliforms between the Huancapallac community and the Tingo bridge in the city of Huánuco - 2022. Since the value increases as it is measured downstream.

Keywords: Self-purification, thermotolerant coliforms, determination.

INTRODUCCIÓN.

Una de las más grandes preocupaciones de estos últimos siglos es la necesidad de abastecer agua para el acelerado crecimiento de la población a nivel mundial. El abastecimiento del agua debe compensar las demandas para consumo humano, agrícola y manufacturero, sin embargo, se estima que una sexta parte de la población mundial no tiene asegurado el acceso al agua apta para consumo y un gran porcentaje de personas no cuenta con servicios básicos. (SCIELO 2018). Mientras que el consumo aumenta directamente proporcional con el crecimiento de la población mundial, existe una sobrexplotación excesiva de las fuentes de agua, además de contaminación desmedida de esta por parte de nosotros mismos. A esto sumamos la poca capacidad y el interés que tienen el estado para gestionar servicios de saneamientos básicos, establecer técnicas de gestión integral de nuestro recurso hídrico. El problema se hace cada día más preocupante (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2022)

Por todo lo dicho, el recurso hídrico está siendo contaminado por las aguas residuales tanto domesticas e industriales a nivel mundial y américa latina no es la excepción, Según Yee-Batista (2013) el 80% de la población latinoamericana vive en ciudades y una gran proporción en zonas rurales próximos a fuentes de agua. La autora agrega que la población de zonas rurales no cuenta con saneamiento básico adecuado por lo que sus aguas residuales no son tratadas. El agua es extraída, usada y devuelta completamente contaminada a los ríos.

Por su parte la Naturaleza tiene una increíble capacidad de auto regeneración. Esto permite que la contaminación disminuye, que los ríos se limpiaran y hasta la fauna tomara lugares que fueron contaminados y prácticamente perdidos. Pero, para que esto suceda los factores ambientales juegan un papel muy importante, así como el caudal, microorganismos presentes en el agua. La temperatura y sobre todo lo más resaltante es el ingreso de contaminantes al rio (aguas residuales). (VASQUEZ, 2021).

Es por ello que el propósito de esta investigación es evaluar la capacidad de autodepuración que tiene el río Higuera en cuanto a los coliformes Termotolerantes en el tramo que comprende entre la localidad de Huancapallac y el puente Tingo del distrito de Huánuco, que es de 12.7 kilómetros aproximadamente, a fin de generar información del estado actual del río Higuera. Para ello se tomó como referencia la R.J. N° 010-2016-ANA que nos brinda el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de recursos hídricos superficiales.

CAPITULO I

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

A lo largo de la historia, la calidad del agua ha sido un coeficiente significativo del bienestar humano ya que es un elemento vital para la vida, sin embargo, el uso indiscriminado junto al crecimiento poblacional mundial ha conllevado que la calidad del agua reduzca de manera significativa. La principal causa es la contaminación por el vertimiento de las aguas residuales sin previo tratamiento. Jacqueline McGlade, directora científica del PNUMA, nos dice que el aumento cada día más de las aguas residuales que se vierten en los cuerpos de aguas superficiales es alarmante. (PNUMA, 2016)

Por su parte la OMS, (2019) informa que a nivel mundial unos 80% de las aguas residuales domesticas son vetrtdas directamente en rios, lagos y mares sin haber recibido ningun tratamiento, lo que induce a una contaminación, de esos 80% de efluentes vertidas a los cuerpos de aguas en su mayoria se encuentra en zonas rurales. Debido a esta contaminación por lo menos trecientos millones de personas están propensos de ser infectados por enfermedades gastrointestinales. Y como consecuencia, al año por lo menos hay 361.000 fallecidos en infantes menores de cinco años.

Asi tambien en América Latina unos 60 a 70 % aproximadamente de aguas residuales son vertidas directamente a los rios, lagos y oceanos sin recibir ningun tratamiento previo, lo que tiene un impacto negativo tanto en la salud humana como en el medioambiente. Como consecuencia a esta contaminación, cada año, aproximadamente 2 millones de personas, en su mayoría niños menores de 5 años, mueren por enfermedades relacionadas con el agua y saneamiento deficiente (Prashat, 2020)

El mismo escenario se vive en Perú, que según el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2017), solo el 32 % aproximadamente de las aguas residuales recibe tratamiento alguno antes de su vertimiento a un cuerpo de agua o es destinado a otro uso y en conclusión más del 68 % de las aguas son vertidas directamente a ríos, lagunas y océanos, alterando así la calidad y afectando la vida acuática, Estas descargas generan problemas ambientales como la alteración en las propiedades físico-químicas y microbiológicas del agua, con el consecuente efectos negativos sobre la salud pública.

Las aguas residuales domesticas por lo general no solo son vertidas directamente a los ríos de mayor orden, sino también en los pequeños afluentes de una cuenca, las cuales al desembocar a un río influyen de manera significativa en la calidad del recurso hídrico. Tal es el caso del río Higuera que desde su nacimiento hasta desembocar al río Huallaga en el distrito de Huánuco, sufre impactos negativos conforme va avanzando río abajo, por los efluentes que la misma población aledaña va descargando, ya que todos los desechos líquidos domésticos, industriales y las aguas fluviales llegan a desembocar en las corrientes de este río. (ANA, 2020)

Estas descargas son las principales causas del deterioro de la calidad del agua del río Higuera, ya que las aguas residuales domésticas por lo general son provenientes de servicios higiénicos (baños), por ende, contienen gran cantidad de coliformes termotolerantes o también llamadas coliformes fecales, que son los que alteran las características microbiológicas del agua y estos son las causales de enfermedades gastrointestinales. (DIGESA, 2017)

Como bien sabemos que todo cuerpo de agua tiene cierta capacidad de autodepuración natural, pero por la descarga excesiva de efluentes este fenómeno natural se ve altamente afectada, puesto que el nivel de contaminación ha superado al poder depurativa que tienen los ríos, y con ello también se ven afectados las vidas acuáticas que alberga un río. (Rueda, 2020)

Por su parte Hidalgo (2017) en su estudio sobre la contaminación del río Huallaga nos dice que las descargas de aguas residuales a este río va aumentando cada día más, por esta razón es que no existe la autodepuración del río Huallaga y esto ha llevado a la extinción de la flora y la fauna acuática en este río.

Es por ello que en el presente estudio se plantea evaluar la capacidad de autodepuración que tiene este río, frente a los coliformes termotolerantes con la finalidad de generar información verídica como antecedente para futuros estudios.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la capacidad de autodepuración del río Higuera mediante la determinación de coliformes Termotolerantes?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuáles son las características ambientales (parámetros físicos) del río Higuera?
- ¿La calidad del agua del río Higuera es aceptable para el riego de vegetales y bebida de animales?
- ¿Cuáles son las Fuentes generadoras de contaminación del río Higuera en el tramo de estudio?

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El presente estudio se justifica:

- El Río Higuera, es uno de los afluentes importante de nuestra provincia de Huánuco, puesto que abastece aguas para consumo de esta ciudad, razón por la cual es primordial recuperarlo, cuidarlo y protegerlo. Para ello es importante generar información verídica de la situación actual del río. (ANA, 2020)
- Teniendo una información verídica y actualizada se puede concientizar a la población sobre cuán importante es el cuidado de

nuestros ríos, y también a que las autoridades tomen conciencia y gestionen proyectos de remediación y plantas de tratamiento de aguas residuales en localidades aledañas al río.

- Por otro lado, ya desde hace muchos años se ha venido observando que un río contaminado por aguas residuales recupera progresivamente su característica inicial aguas abajo desde el punto de descarga, sin necesidad de intervención humana. Este fenómeno que sucede en la naturaleza ha sido objeto de múltiples investigaciones y que hoy en día conocemos como autodepuración de los ríos, este proceso destruye materias ajenas a la característica natural del cuerpo de agua utilizando bacterias, plantas acuáticas y oxígeno, Para que este fenómeno suceda tiene haber la intervención de ciertos factores ambientales, y el más relevante es la cantidad de sustancias aportadas por las descargas de origen antropogénica. (Molero , et Al. 2015)
- Además, Berrios (2018) en su investigación nos dice que todo cuerpo de agua tiene cierta capacidad de autodepuración sin la necesidad de la intervención Humana. Y para que esto suceda la carga de sustancias nocivas tiene que ser inferior al poder depurativa que tiene el río. Es por ello que es muy importante tener información del estado actual del río, para concientizar a la población y así de esa manera reducir las descargas de aguas residuales domesticas directamente al río si previo tratamiento, y permitir que las aguas recuperen su estado natural y con ello a que la fauna y la flora acuática recuperen su habitat.
- El presente estudio integra la generación de conocimiento para buscar soluciones a este problema que aqueja en la actualidad el río Higuera, porque, por más contaminada que estén los ríos siempre albergan vidas que se van extinguiendo por la misma contaminación, y la única manera de combatir este problema es concientizar a muestras poblaciones y autoridades, y para ello es necesario generar informaciones del estado actual del río.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo General.

Evaluar la capacidad de autodepuración del río Higuera, mediante la determinación de coliformes Termotolerantes.

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Determinar las características ambientales (parámetros físicos) del río Higuera.
- Evaluar si la calidad del agua del río Higuera son aptos para riego de vegetales y bebida de animales.
- Identificar las Fuentes generadoras de contaminación del río Higuera.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.

- Limitaciones en el tiempo: en este caso hubo cierta limitación de tiempo por motivo de trabajo.
- Limitaciones en la información: si hubo una pequeña limitación ya que las informaciones que existen son muy generales. Sería de gran ayuda informaciones más específicas como, por ejemplo, en que distancia ocurre autodepuración de los ríos.
- Limitaciones en el espacio: si existo cierta limitación ya que no todo el espacio de río Higuera es accesible para poder sacar muestras.
- Limitaciones por emergencia sanitaria: es cierta que la situación actual por lo que estamos atravesando a nivel mundial por la pandemia nos dan algunas restricciones para lugares donde hay confinamiento, pero para propósitos de la ejecución de mi proyecto no tuve ninguna limitación porque el lugar se encuentra fuera de la ciudad donde no hay aglomeración de personas.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

2.1.1. Antecedentes internacionales

Chaparro (2020) en su tesis titulada “Determinación de la capacidad de autodepuración de un tramo del río Tunjuelo respecto al pH y la demanda biológica de oxígeno (DBO).” De la universidad católica de Colombia tuvo por objetivo, Determinar la capacidad de autodepuración de un tramo del río Tunjuelo respecto a los parámetros de pH y DBO la metodología que empleo para la realización de este proyecto es cuantitativo y experimental, donde partieron de información propia de la zona y un proceso experimental en campo, con su respectivo análisis en laboratorio. hicieron dos campañas de monitoreo en campo al inicio y al final de un tramo del río Tunjuelo en un periodo de tiempo de 6 meses, los parámetros a estudiar son el pH y la demanda biológica de oxígeno (DBO), factores que se determinaron por medio de la recolección de información secundaria y análisis de laboratorio, el resultado que obtuvieron fueron los siguientes. Para parámetro físico-químico pH: -El río autodepuró 1.46 para el mes de Febrero (Toma 1) y 0.80 para el mes de Agosto (Toma 2). Para parámetro biológico DBO5: El río autodepuró 85.61 kg por segundo para el mes de Febrero (Toma 1) y 70.47 kg por segundo para el mes de Febrero (Toma 2) donde concluyeron que la capacidad de autodepuración del Río Tunjuelo respecto a los parámetros de pH y DBO varía en las diferentes épocas del año y que capacidad de autodepuración está determinada por factores ambientales como el clima del medio ambiente y la temperatura del agua, así como el caudal, la turbulencia de sus aguas y la capacidad de vertido.

Quiroz et al. (2018) en un artículo científico “Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador” de la universidad técnico

de Manabí (UTM) de Ecuador, tuvo por objetivo proponer el estudio del impacto ambiental producido por las descargas de aguas residuales en la cuenca del río Portoviejo, en base a la capacidad de autodepuración que tiene el río, para ello emplearon un modelo matemático. En la cual se presentan los procedimientos que se deben tomar en cuenta para el uso de dicho modelo, el sitio de los derramamientos y los parámetros del modelo determinado a partir de los datos tomados que muestran la diferencia de la cantidad de OD. (oxígeno disuelto) en proporción a la distancia de la corriente tomando en cuenta a las características del río. Con estas medidas tomadas en campo se calcularon los valores tanto de la velocidad y consumo de oxígeno que ocurre en el río, Estos datos se toman como base para la caracterización del tramo más crítica del río y de las descargas que afectan más significativo la capacidad de autodepuración. concluyeron que el uso de este modelo matemático permite calcular la capacidad relativa de autodepuración que tiene el río Portoviejo en a las diferentes variaciones en cuanto a la cantidad de oxígeno disuelto en la distancia desde el punto de embalse, como también permite clasificar cuáles de estas descargas tienen mayor impacto en su contaminación

Saker et al. (2020) En su tesis “Capacidad de autodepuración de la Ciénaga de la Virgen a partir de la operación del emisario submarino” en la universidad de Cartagena – Colombia, esta tesis tuvo por objetivo comprobar la capacidad de autodepuración que tiene las aguas del río la Ciénaga de la Virgen, cumpliendo un procedimiento experimental, el método que usaron se basa en una series de tiempo del conducta hidrológico y de la calidad del agua, con la condición de tasar valores ideales para que los parámetros estudiados se encuentren muy cercas a los niveles establecidos por la normativa. En la conclusión se determinó que durante los periodos donde el estuario presentó capacidad de autodepuración, las tasas promedias de mejora fueron: en cuanto al OD se presentó una mejora de 1,1 mg/L/mes, la DBO tuvo disminución en los niveles de 1,90 mg/L/mes, los SST mejoraron con

una tasa de 8,70 mg/L/mes y la turbidez mejoró con una tasa de 7,12 mg/L/mes.

2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Díaz (2018) en su tesis “Determinación de la calidad del agua del río Naranjos mediante el uso de los coeficientes cinéticos de autodepuración, distrito de Pardo Miguel – San Martín, 2017” en la Universidad Nacional de San Martín tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua del río Naranjos, a través de los coeficientes cinéticos de autodepuración, la metodología que empleo fue determinar los parámetros físico-químicos y microbiológicos tales como: OD, Coli. Fecales, pH, DBO, los Fosfatos, los Nitratos, la Turbiedad, los Sólidos Totales disueltos, la T° para ello se eligieron tres estaciones de monitoreo, en la que monitorearon características hidrológicas del Río. En la que se obtuvo como resultado El cálculo de desoxigenación, para el tramo I es ($K_1 = 0.37 \text{ día}^{-1}$), tramo II ($K_1 = 0.38 \text{ día}^{-1}$). En el mes de setiembre. Además, la re-aireamiento en el tramo I ($K_2 = 0.598 \text{ día}^{-1}$), tramo II ($K_2 = 0.61 \text{ día}^{-1}$). Para el mes de diciembre, para el tramo I ($K_1 = 0.31 \text{ día}^{-1}$), tramo II ($K_1 = 0.32 \text{ día}^{-1}$), Para el tramo I ($K_2 = 0.598 \text{ día}^{-1}$). Tramo II ($K_2 = 0.55 \text{ día}^{-1}$). para la interpretación de cómputo de masas en el primer sondeo del mes de setiembre, para la parada 001($K_1 = 0.382 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.61 \text{ día}^{-1}$), para el apeedero 002 ($K_1 = 0.38 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.62 \text{ día}^{-1}$), para el apeedero 003 ($K_1 = 0.40 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.613 \text{ día}^{-1}$). En la segunda perforación del mes de diciembre, para la terminal 001 ($K_1 = 0.32 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.60 \text{ día}^{-1}$), terminal 002 ($K_1 = 0.316 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.612 \text{ día}^{-1}$), parada 003 ($K_1 = 0.32 \text{ día}^{-1}$) y ($K_2 = 0.608 \text{ día}^{-1}$). y en su conclusión nos dice que las características del agua del río Naranjos, evaluada en base a los medios cinéticos de autodepuración, en las canales uno y dos, (cc. pp. de San Agustín y El Diamante), en los periodos de septiembre y diciembre; presentan oxigenación crítica con cantidades positivas, no obstante, en la estación tres (localidad de Naranjos) presentan cantidades de oxigenación crítica con valores negativos, por lo que se

define que las aguas del río Naranjos no tiene esa capacidad regenerativa.

Torres (2021) en su tesis “Calidad del agua, en la parte media de la quebrada Misquiyaquillo, mediante uso de Modelación del Oxígeno Disuelto y DBO5 en constantes cinéticas de autodepuración Moyobamba, 2019” Univesidad Nacional de San Martín-Moyobamba con su objetivo aseguramiento de la calidad del agua en la pieza central del arroyo Misquiyaquillo, utilizando el oxígeno desintegrado y la DBO5-20 demostrando, en las constantes motoras de auto limpieza, que sugirió concentrarse en el efecto de las descargas de agua oscura de los ejercicios caseros en la calidad del agua.; la metodología depende del diseño de normas, modelos numéricos para evaluar cuantitativamente el avance del oxígeno descompuesto y del oxígeno que utilizan los especialistas aguas abajo de un punto de vertido. Además, se probaron los límites de la sustancia del agua, obteniendo como resultado; sobre la normalidad 6 mg/L de oxígeno descompuesto DO, 9 mg/L de solicitud de oxígeno bioquímico DBO5-20, así como tener 21 °C de temperatura en el arroyo; de esta manera se presume que la calidad del agua según los indicadores numéricos presenta una ausencia de oxígeno en plena estación seca y una oxigenación satisfactoria en pleno invierno.

Pacheco (2018) En su tesis “Remoción de metales mediante el sistema de autodepuración natural con *Kindbergia Praelonga* (hedw.) *Ochyra* y *Cladophora* spp. kuetz, del agua del río Huaura, Churín, distrito de Pachangara, provincia de Oyon, 2018” en la universidad Cesar Vallejo el objetivo que se planteó fue Evaluar el grado de expulsión de metales con los hidrófitos *Kindbergia praelonga* y *Cladophora* spp Kuetz a través de la disposición de autofiltración regular de las aguas del cauce del Huaura en Churín. A través del plan de ensayo, los hidrófitos fueron la especie *Kindbergia praelonga* que tiene un desarrollo pinnado extendido, regularmente de 1 a 3 cm de largo, de tres lados, las hojas del tallo son de 1 a 1,5 mm de largo, el

desarrollo de los esporofitos ocurre en la primavera. Los esporofitos son de color rosado terroso cuando maduran. Además, *Cladophora* spp Kuetz, con fibras y estiramiento ordinario, crea con forma redonda, las fibras pueden crecer hasta 13 cm de largo. Su edad es abiogenética. Para el ensayo se utilizaron 16 litros de agua del río Huaura. Treinta componentes fueron examinados en las pruebas de agua e hidrófitos, se usó el método SMEWWW-APHA-AWWA-WEF Parte 3030B, 3030K 3125B, 22Ed. 2012, por ICP, previamente, durante y después del tratamiento, utilizando 2 recipientes de vidrio de profundidad 0,25 m, anchura 0,20 m y longitud 0,40 m haciendo un volumen de 20 L límite y un área de 0,08 m². Se utilizó un poco más de la mitad de su estatura total. Los hidrófitos se incrustaron en ambos compartimentos de vidrio controlando las convergencias subyacentes de los metales absolutos a los 7, 14 y 21 días, a 18 °C. los **resultados** informan que el % normal de eficacia del hidrófito *Kindbergia Praelonga* es del 69,32% y que el % normal de eficacia del hidrófito *Cladophora* es del 90,53%; presumiendo posteriormente que la productividad de los hidrófitos *Kindbergia Praelonga* y *Cladophora* es superior al 60% a través de la disposición regular de autodepuración de metales en las aguas del río Huaura..

2.1.3. Antecedentes locales.

Tamara (2019) en su tesis “Determinación de la capacidad de autodepuración, del río Huallaga; en el tramo que comprende el puente Joaquín garay, hasta el puente rancho con base al balance de oxígeno disuelto - amarilis - Huánuco, 2019” en Universidad de Huánuco (UDH) su objetivo fue caracterizar el límite de autodepuración de un segmento del río Huallaga a través del balance de oxígeno desintegrado, la metodología que empleo En esta exploración para comprobar el límite de autodescontaminación del río Huallaga, el equilibrio de oxígeno desintegrado en las aguas del río Huallaga depende de la evaluación del oxígeno, el cúmulo a través de la DBO y su avance a través del curso de la corriente; La población de revisión comprendió las aguas del río Huallaga. Para el ciclo de revisión se tomaron pruebas de agua

en tres focos de observación a 19 kilómetros aguas abajo para la investigación fisicoquímica y microbiológica, las cuales fueron llevadas al laboratorio de biotecnología de la Universidad de Huánuco y NSF Inassa. el resultado que Las secuelas de la revisión mostraron que las aguas del arroyo Huallaga no son autorrefinadas en la parte comprendida entre el puente Joaquín Garay y el puente Rancho. Así concluyendo, con un nivel de importancia del 5% y una probabilidad de error del 39,1% de que no exista autolimpieza en las aguas del cauce del Huallaga.

Sánchez (2016). En su tesis titulada coeficiente cinético de autodepuración del agua en el río Huallaga. Nos dice que La calidad del agua está influenciada por el uso al que se le someta, de tal modo que este uso irá degradándola. Los parámetros de calidad exigibles a cada tipo de cuerpo de agua (subterránea, continental, marítima, etc) son variables, siendo distinto el comportamiento de cada cuerpo frente a la contaminación. Sin embargo, en todos los casos la naturaleza de los cauces tiende a eliminar las sustancias contaminantes por sí mismas. Particularmente, los ríos poseen índices de calidad que disminuyen con la proximidad a las densidades poblacionales, donde disminuye su caudal y aumentarán los vertidos (urbanas e industriales). Generalmente, el agua de los tramos altos de los ríos es de buena calidad ya que no existen vertidos y su capacidad de autodepuración es alta debido a sus aguas rápidas y oxigenadas. Por el contrario, en los tramos bajos su calidad es mucho menor debido a la lentitud del río, la poca oxigenación de las aguas y el exceso de contaminantes. De allí la importancia de este estudio, la que nos llevó a conocer los coeficientes cinéticos de auto depuración del agua en el río Huallaga, las que nos permitió determinar que, luego del recorrido de las aguas del río dentro del casco urbano (Pillco Marca, Amarilis y Huánuco) estas están depuradas para su utilización. Para el desarrollo del estudio se tomó en cuenta la toma de muestras en cuatro lugares, el primer lugar fue cerca al puente Huancachupa; se tomó este lugar como punto de referencia ya que luego de ella empieza la densidad más alta de

población; la segunda, tercera y cuarta muestra se tomó luego de pasar toda la densidad poblacional alta corresponde a Pillco Marca, Amarilis y Huánuco. Luego de la toma de estos datos, estas fueron analizadas en el laboratorio. Los resultados de estas muestras tanto en DBO, DQO, Oxígeno disuelto, Coliformes totales, Coliformes termotolerantes, pH y conductividad eléctrica, fueron analizados mediante comparaciones con los Estándares Nacionales de calidad ambiental para aguas dadas en el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM-Perú. Este análisis demostró que respecto al DQO, pH y conductividad eléctrica existe auto depuración del agua en el río Huallaga, pero, respecto al DBO, Oxígeno disuelto, coliformes totales y coliformes termotolerantes no existe auto depuración del agua en el río Huallaga.

2.2. BASES TEÓRICAS O MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Caudal ecológico.

Arronte, (2010) es un instrumento de administración que especifica la calidad, la cantidad y la progresión constante del agua importante para mantener las partes y la actividad de cualquier tipo en los entornos oceánicos que dan trabajo y productos a la población.

Por su parte ANA (2019) en la ley 29338 ley de recursos hídricos nos dice que un caudal ecológico es todo cuerpo de agua que se encuentra en la naturaleza y que este sirva como protección o coacervación de todo el ecosistema acuática y que esto mantenga la estética de un paisaje u otros cometidos que sea de interés tanto científico o cultural.

Caudal ecológico es aquel que se impone a los nuevos derechos de aprovechamiento de aguas que se constituyan en cauces naturales de agua, teniendo por objeto evitar que los efectos abióticos, tales como la disminución del perímetro mojado, la profundidad, la velocidad de la corriente y los incrementos en la concentración de nutrientes producidos por la reducción de caudal, alteren significativamente las

condiciones naturales pertinentes del cauce, impidiendo o limitando el desarrollo de los componentes bióticos y abióticos del sistema, o alterando significativamente la dinámica y funciones del ecosistema (camila, 2013)

2.2.2. Cuenca Hidrográfica.

Valdivieso (2021) Según la Directiva Marco del Agua, una cuenca fluvial es la zona de tierra en la que el desbordamiento de la superficie fluye completamente a través de arroyos, riachuelos y lagos hacia el océano a través de una salida solitaria. El cuenco de la vía fluvial como unidad de activo de agua se considera como unificado. Las cuencas hidrográficas se dividen en subcuencas y éstas, a su vez, en vías fluviales, arroyos, riachuelos y lagos., etc.

figura 1

Representación gráfica de una cuenca hidrográfica



Nota: Imagen tomada de un artículo de SENAMHI sobre cuencas hidrográficas.

¿Cómo se forma una cuenca hidrográfica? Para Valdivieso (2021) una cuenca hidrográfica se forma de la siguiente manera; dentro del ciclo del agua las cuencas hidrográficas se empiezan a formar a través de las precipitaciones, de esas aguas que caen, durante su recorrido una parte se evaporan y otras se infiltran, pero una parte se recogen en pequeños canales y formando de esta manera pequeños riachuelos que en su recorrido pendiente abajo se juntan con otros cursos de agua para formar ríos, una parte de estos ríos son alimentados por lagunas, Ojos de agua, etc. Para así formar una cuenca hidrográfica.

2.2.3. Características de ríos andinos:

- **Clima.** En las cuencas de más de 3500 metros sobre el nivel del océano, una región que se relaciona con los sistemas biológicos de páramo y tundra, el ambiente es en general frío y húmedo, aunque seco en la época más fría del año (de mayo a agosto). Por otra parte, en las cuencas hidrográficas situadas en el rango de 1800 y 3100 metros sobre el nivel del mar, que se comparan con los sistemas biológicos de socavón, estepa y bosque, el ambiente es seco en primavera, preinvierno e invierno, y húmedo y tranquilo en verano.

La mayor temperatura anual en las cuencas andinas oscila entre 18°C y 24°C. La temperatura anual base está entre 16°C y menos de 4°C. Las precipitaciones plurianuales van desde los 5 mm anuales (en la costa, en el oeste y en la parte baja de la cuenca) hasta los 1400 mm anuales (en el norte y en la parte alta de la cuenca). Las precipitaciones aumentan de oeste a este, y son más graves en la zona límite del norte o a más de 3500 msnm. (SENAMHI, 2010)

- **Relieve y geomorfología.** Las cuencas andinas tienen una ayuda que fluctúa desde la excepcional dureza, con inclinaciones superiores al 70% en ambientes tropicales y de tundra, hasta la corriente en la división de frente de playa en sistemas biológicos desérticos. Existen tres unidades geomorfológicas de gran escala en esta vía: Pampa costera, Flanco occidental de los Andes y Altiplano. Las pampas

costeras se crean como un infrabanco correspondiente al lado del océano desde el nivel del océano hasta los 200 metros sobre el nivel del océano, y están compuestas por patios aluviales y marinos, abanicos aluviales, crestas y mantos de piedra. (Valdivieso, 2021)

El relieve es una textura sobresaliente de una superficie que tiene diferentes variaciones. Entre los relieves más característicos de la superficie terrestre están las montañas, las mesetas y las llanuras. Un relieve es también sinónimo de accidentes geográficos. Estos accidentes se presentan en forma de irregularidades y desniveles dentro de un ecosistema terrestre o acuático, lo que brinda una modificación en un área determinada y, en muchos casos, aporta textura.

Algunos accidentes geográficos como montañas, valles, cerros y llanos se explican por factores como la erosión, el efecto de la gravedad y el clima, a través de largos períodos de tiempo. (Equipo editorial, Etecé, 2021)

- **Fauna.** La fauna en la cuenca andina tiene una apropiación directamente relacionada con la altura y la vegetación existente.

Tabla 01

Biodiversidad Acuática.

Nombre Científico	Nombre Vulgar	Estado
Astroblepus simonsii	Bagre	Muy escaso
Orestias agasii	Carachi	Escaso
Bisilichthys semotilus	Pejerrey	extinguido
Onkorhynchus mikiss	Trucha arcoiris	Muy escaso
Brycon atrocaudatus	cascafe	Muy escaso
Mugil sp.	lisa	Muy escaso

Nota. Información obtenida del Instituto del mar del Perú.

- **Flora.** Se han reconocido inclusiones vitales en la variedad florística de las cuencas andinas: humedales, remansos locales, matorrales y pastizales, representando esta última opción el 42% de toda la superficie existente. La variedad florística de las cuencas andinas se perfila por el surtido de sistemas biológicos con extraordinario impacto altitudinal... (Valdivieso, 2021)

tabla 2

Especies de los ríos andinos.

Nombre Científico	Nombre Común
Buddleia incana	Quisuar
Bursera graveolens	Palo santo
Nototriche lopezii	malvácea
Kageneneckia lanceolata	Lloque
Ranunculus macropetalus	Rima rima
Polylepis incana	Quenual
Solanum sp.	Papa sivistre

Nota: información obtenida del Instituto del mar del Perú

2.2.4. Autodepuración

Por Velez (2020) La autolimpieza o autodepuración del agua es una progresión de ciclos físicos, sintéticos y orgánicos, que se producen en el flujo normal del agua y provocan la eliminación de la materia natural consolidada en la corriente. Normalmente se trata de microbios vigorosos, que se beben todo el resultado natural esperado con la ayuda del oxígeno descompuesto presente en el agua.

Por su parte Villar (2010) en su artículo Autodepuración de el agua superficiales nos dice que es un proceso natural en la cual los cuerpos de agua disminuyen su contaminación. Consiste en una sucesión de procesos de sedimentación y primordialmente suceden

procesos químicos y biológicos que generan la degradación de la materia orgánica existentes en el agua convirtiéndola en materia inorgánica, para que suceda este proceso los organismos descomponedores necesitan de oxígeno”.

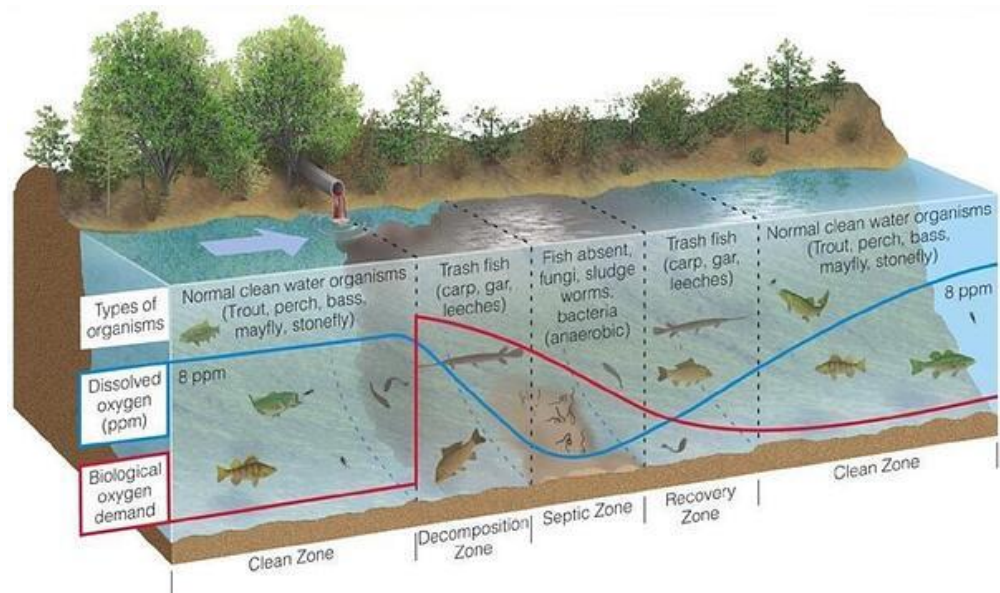
zonas y pasos en la autodepuración natural

Vazquez (2021) nos dice, que para entender como sucede la autodepuración en los ríos se tiene que hablar las cuatro zonas de una autodepuración que son las siguientes.

- **Zona 1, zona de degradación**, Esta zona es la más cercana a la región de liberación, por ejemplo, donde entran los contaminantes. En esta zona las estructuras se presentan a la contaminación y en consecuencia son directamente impactadas, los peces y el crecimiento verde se terminan, sin embargo las especies más fuertes sobreviven. La parte actual del agua es generalmente sucia y disminuye la presencia de oxígeno en el agua. En esta zona, la vegetación microbiana participa eficazmente en la degradación de los contaminantes, que se llenan como suplementos..
- **Zona 2, zona de descomposición activa**, el agua es todavía mugrienta, normalmente tiene un olor desagradable y la espuma está generalmente presente. Este terrible olor del agua se debe a la descomposición anaeróbica de la materia natural, que es responsable de la edad de los gases.
- **Zona 3, zona de recuperación**, En esta zona es donde las especies vegetales vuelven a aparecer y el agua empieza a ser más clara. Esto se debe a la presencia de oxígeno descompuesto y a la fotosíntesis realizada por las plantas cercanas, que siguen disminuyendo los venenos que aún están presentes en el agua..
- **Zona 4, zona de aguas limpias**, esta zona vuelve a permitir la presencia de vegetación marina normal para la zona.

Figura 2

Zonas de la autodepuración.



Nota: imagen obtenida de la revista STRUCTURALIA sobre la autodepuración de los ríos.

¿qué factores intervienen en la autodepuración del agua? para que ocurra la autodepuración en las aguas se necesitan primordialmente los siguientes factores.

- **Caudal.** Es uno de los elementos fundamentales para que se produzca el autorrefinamiento o autodepuración de la corriente de agua. Cuanto mayor sea la progresión de la corriente, más seguro será que se diseminen los contaminantes, permitiendo así que sean tratados sin ningún problema..
- **Turbulencia.** Es otro elemento que intercede en la autolimpieza del agua, en la que inciden la geología y la inclinación. Cuanto más destacada sea la corriente, más prominente será la oxigenación, que es significativa para la autolimpieza.
- **Naturaleza y tamaño del vertido,** Las aguas residuales de una industria de coloración no son equivalentes a los residuos naturales de los peces habituales. Para ello es vital que, a pesar de que los cursos de agua tienen la capacidad de autodepuración, se

complementen las plantas de tratamiento de aguas residuales para limpiar los residuos inseguros que introducimos en ellas. La naturaleza es astuta y tiene la capacidad de perdurar a pesar de que contaminamos. aún así es esencial conocer estos ciclos regulares y dar la consideración vital a la naturaleza. (VASQUEZ, 2021)

2.2.5. Coliformes Totales

Se encuadran dentro de la familia Enterobacteriaceae y se describen por su capacidad de maduración de la lactosa con el desarrollo de corrosión y gas, dentro de las 48 horas y con una temperatura de eclosión en el rango de 30 y 37 °C. Se encuentra en el sistema digestivo del colectivo de animales, así como en las condiciones: agua, suelo, plantas, cáscaras de huevo, etc. (Colegio de Salamanca, s.f.) Los coliformes son microorganismos predominantemente relacionados con el despilfarro humano y de las criaturas. Los coliformes completos provocan la contaminación de las masas de agua a causa de los desechos, por ejemplo, de las aguas residuales. (MINAM, 2017)

- **Coliformes Termotolerantes o fecales**

(lopez, 2019) Los coliformes termotolerantes son un subgrupo dentro de los organismos microscópicos coliformes totales. Se les conoce como termotolerantes a la luz del hecho de que tienen la peculiaridad de tener la opción de madurar la lactosa a temperaturas extremadamente altas, en el rango de 44 y 45°C.

También se denominan coliformes de fecales por el hecho de que se originan en el sistema digestivo de ciertas criaturas. En consecuencia, se ven como en las heces.

Los géneros que incorporan la reunión de organismos microscópicos termotolerantes son *Escherichia coli*, *Enterobacter* y *Klebsiella*, siendo los de mayor calidad, en igualdad de condiciones. En particular, *Escherichia coli* es una marca de gran éxito en la contaminación de residuos de los cursos de agua.

Técnicas de determinación de coliformes Termotolerantes.

(Sosa, 2016) nos dice que los métodos más habituales para asegurar los coliformes termotolerantes son los siguientes:

- **determinación de coliformes totales y termotolerantes por la estrategia del número más probable (NMP).** A través de debilitamientos progresivos del ejemplo, se trata de lograr inóculos de no menos de una célula que presente mejora en el medio de vida, apareciendo en la prueba posible un tumulto de lactosa y en la prueba corroborativa, maduración de lactosa y creación de gas. La cantidad de cilindros positivos y negativos permite obtener una evaluación del grosor de los microorganismos realizada mediante el uso de estimaciones de probabilidad.
- **determinación de coliformes totales y Escherichia-coli por la técnica de sustrato cromogénico específico.** El alimento puntero que contiene el reactivo Colilert® se relaciona con el microorganismo a disecar (organismo objetivo). Los microorganismos objetivo son atraídos por el suplemento puntero que se parece a su digestión y puede ser utilizado como un importante manantial de carbono. Los suplementos marcadores particulares de Colilert. ortho-nitrophenyl (ONPG) y 4-methylumbelliferyl(- d-glucuronide (MUG) se comparan con las proteínas constitutivas, que están constantemente presentes en los organismos microscópicos y viven sólo en los microorganismos del grupo coliformes y en E. coli. Los organismos microscópicos coliformes toman el compuesto constitutivo que, una vez entregado, se vuelve amarillo. Los organismos microscópicos E. coli contienen el compuesto constitutivo (3-glucuronidasa). En el caso de que esté presente en el ejemplo, E. coli utiliza la MUG, anulando así el segmento marcador, el catalizador marcador cromogénico de E. coli (4-metilumbeliferona) que, al dividirse, produce fluorescencia.

2.2.6. La contaminación del agua

La contaminación de las masas de agua es cualquier modificación de los atributos físicos, sustanciales y naturales de la calidad del agua, en comparación con los estándares de calidad ecológica del agua, que la hacen insatisfactoria para su uso previsto.. (ANA, 2020)

Las principales toxinas del agua son los coliformes y otros despilfarros que solicitan oxígeno, como en la materia natural. (EcoSiglos, 2017)

Fuentes de la contaminación

La contaminación urbana se compone de las aguas residuales de los hogares y las fundaciones empresariales. Durante mucho tiempo, el objetivo principal de la disminución de los residuos urbanos era únicamente eliminar su sustancia de materia natural y sólidos en suspensión (compuestos de fósforo y nitrógeno) y microorganismos inseguros.. (EcoSiglos, 2017)

Numerosas actividades humanas pueden afectar negativamente a la calidad de nuestros ríos, lagos, mares y aguas subterráneas. La calidad del agua se ve afectada por fuentes directas, como las fábricas o las plantas depuradoras. Esto se conoce como «contaminación puntual». Otro factor que afecta a la calidad del agua es la contaminación producida por fuentes distribuidas, como los nutrientes y los plaguicidas, utilizados en las actividades agrícolas, y los contaminantes liberados al aire por el sector industrial y que vuelven a caer a la tierra y al mar. Esto se conoce como «contaminación difusa». Las principales fuentes de contaminación puntual del agua son las estaciones depuradoras y de tratamiento de aguas residuales, mientras que en el caso de la contaminación difusa las principales fuentes son las actividades agrícolas y las centrales eléctricas alimentadas con combustibles

fósiles (a través del aire) (Agencia Europea de Medio Ambiente, 2022)

Las principales fuentes contaminantes del agua son:

- **Aguas residuales domesticas:** entre ellas tenemos: aguas grises, aguas negras.
- **La agricultura y la ganadería,** Los factores principales son la liberación de agua apilada con los residuos naturales, a partir de la elaboración por la variedad de la clase hortícola o las partes restantes de los animales.
- **Lluvia acida.** Iniciado por la reunión, con la mugre climática, de los óxidos de azufre y de nitrógeno que se presentan al clima, produciendo ácidos sulfúricos y nítricos. Los calabobos corrosivos, además de dilapidar las hojas de las plantas, fermentan igualmente la recompensa de los lagos, haciendo desaparecer una considerable cantidad de estos sistemas biológicos oceánicos.
- **Mareas negras (derrames de petróleo).** Se trata de un problema importante ya que, una vez instigadas, es difícil sacarlas o deteriorarlas totalmente. Como el agua y el petróleo no se mezclan, el petróleo flota en el agua y acaba contaminando las costas. Tratar de forma artificial puede influir además en el entorno de los anfibios.

Estos son las más importantes fuentes de contaminación, aunque hay muchas más fuentes secundarias.

Parámetros físico — químicos del agua

- a) **Temperatura de las aguas.** los expertos señalan que la temperatura del agua tiene un valor increíble por la forma en que las criaturas necesitan circunstancias específicas para su resistencia. Este indicador influye en el comportamiento de otros

marcadores de calidad del agua, como el pH, la conductividad eléctrica y otros límites fisicoquímicos.. (PV ALBEITAR, 2013)

b) El pH del agua. El pH tiene el potencial que caracteriza suponiendo que el agua es ácida o alcalina, su escala cambia de 0 a 14 y el pH no partidario tiene un valor de 7. Suponiendo que tenga un pH inferior a 7 es ácida y en el caso de que tenga un pH superior a 7 es alcalina. Los ácidos se retratan especialmente por su sabor áspero y en disposiciones concentradas matan los tejidos vivos (naranja, vinagre, bebidas gaseosas).

c) Conductividad. La conductividad o conductancia específica de una solución acuosa es una medida de su capacidad para conducir la electricidad, esta aumenta cuando la solución contiene electrolitos. Estos electrolitos son las sales que se disocian al disolverse.

La unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es siemens por metro (S/m). En aguas con un bajo contenido de electrolitos, la conductividad suele expresarse en $\mu\text{S}/\text{cm}$. Un siemens (S) corresponde a 1×10^6 microsiemens (μS). (PV ALBEITAR, 2013)

d) Color. El color, uno de los parámetros organolépticos que indican la calidad del agua de consumo humano, está relacionado con las sustancias disueltas y las partículas en suspensión que contiene. La medición del color es importante para conocer el nivel de materia orgánica natural que hay en el agua, ya que su presencia es un factor de riesgo de generación de subproductos nocivos de la desinfección del agua.

El color del agua se debe a la presencia de materia orgánica natural, como pueden ser las sustancias húmicas o ciertos metales como hierro, manganeso o cobre, que se encuentra disuelta o en suspensión.

Es importante diferenciar entre las sustancias que están disueltas en el agua y las partículas que se encuentran en suspensión, ya que esto incide en los valores de lo que se clasifica como "color verdadero" y "color aparente" del agua. El color

verdadero es el que depende solamente del agua y las sustancias disueltas en ella, mientras que el color aparente incluiría también las partículas en suspensión. Estas últimas son las responsables de la turbidez del agua. (EcoSiglos, 2017)

- e) **Caudal del agua.** El termino caudal significa: volumen de agua que atraviesa una superficie en un tiempo determinado.

Un caudal se calcula mediante la siguiente fórmula: $Q=V/t$, siendo Q (caudal), V (volumen) y t (tiempo). Normalmente se mide el volumen en litros y el tiempo en segundos.

Medición del caudal del agua.

Por ARRONTE.(2010) Para medir un caudal se utilizan los siguientes métodos:

- **Método volumétrico:** es un método para medir el caudal de agua en arroyos muy pequeños, es la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido.
- **Método velocidad/superficie:** este método depende de la medición de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal. Una forma sencilla de calcular la velocidad consiste en medir el tiempo que tarda un objeto flotante en recorrer, corriente abajo, una distancia conocida.

- f) **Sólidos totales suspendidos.** Hipotéticamente, los sólidos suspendidos que se encuentran en el agua son las partes secas restantes de los elementos debilitados que el agua contiene en el momento en que se toma el ejemplo para la investigación, partículas, lodos, residuos y otros, que son tomados por el agua de dos maneras: en suspensión estable (arreglos coloidales) o en suspensión que las partes principales restantes, siempre y cuando el desarrollo del agua los transporta a lo largo. Todo lo que contiene el agua puede considerarse materia fuerte. Sin embargo, la idea de fuerte alude a la materia que queda como acumulación después de la disipación y el secado. (PV ALBEITAR, 2013)

Por su parte Hernandez. (2007) nos dice que los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se consideran como la cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 0.45 micras y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual. Los sólidos coloidales consisten en limo fino, bacterias, partículas causantes de color, virus, etc., los cuales no sedimentan sino después de periodos razonables, y su efecto global se traduce en el color y la turbiedad de aguas sedimentadas sin coagulación. Los sólidos disueltos, materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separado, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de olor, sabor, color y salud, a menos que sean precipitados y removidos mediante métodos físicos y químicos

Marco Legal.

- DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias.
- La ley 29338, Ley de Recursos Hídricos, regula no sólo el uso del agua como un recurso, sino también los bienes asociados a él. La ley considera que el agua es parte integrante de los ecosistemas.
- El reglamento de la Ley es el Decreto Supremo N° 001-2010-AG. El Artículo 153 define al caudal ecológico como el flujo de agua “que se debe mantener en las fuentes naturales de agua para la protección o conservación de los ecosistemas involucrados, la estética del paisaje u otros aspectos de interés científico o cultural”. Asimismo, el Artículo 155 determina que la metodología del cálculo del Caudal Ecológico será establecida por la Autoridad Nacional del Agua en coordinación con el Ministerio del Ambiente con la participación de las autoridades sectoriales competentes.

- Texto único ordenado del reglamento de la ley general de servicios de saneamiento - Ley N.º 26338, aprobado por decreto supremo N.º 023-2005-vivienda. “**Artículo 4º.** - Definiciones. En aplicación de la Ley General y el presente Reglamento, entiéndase por:
 1. **Agua potable:** Agua apta para el consumo humano, de acuerdo con los requisitos físicos químicos y microbiológicos establecidos por la normatividad vigente.
 2. **Agua servida o residual:** Desecho líquido proveniente de las descargas por el uso de agua en actividades domésticas o de otra índole.
 3. **Aguas servidas tratadas o aguas residuales tratadas:** Aguas servidas o residuales procesadas en sistemas de tratamiento para satisfacer los requisitos de calidad señalados por la autoridad sanitaria, en relación con la clase de cuerpo receptor al que serán descargadas o a sus posibilidades de uso.
- LEY 30157 de organizaciones de usuarios de agua, el 19 de enero del 2014 el presidente Ollanta Humala promulga la Ley de Organizaciones de Usuarios N° 30175, una ley que regulará la gestión y la institucionalidad de las organizaciones de usuarios.
- Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA Protocolo Nacional para el monitoreo de recursos hídricos superficiales.
- Decreto Supremo N.º 003-2010-MINAM. Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- Decreto Supremo N.º 010-2019-VIVIENDA. Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.
- LEY N° 27972 - Ley Orgánica De Municipalidades. “Artículo 80°; Saneamiento, Salubridad y Salud. Las municipalidades, en materia de saneamiento, salubridad y salud, ejercen las siguientes

funciones: 1. Funciones específicas exclusivas de las municipalidades provinciales: 1.1. Regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito provincial.

- Resolución Jefatural N° 274-2010-ANA que dicta medidas para la implementación del programa de adecuación de vertimientos y reúso de agua residual - PAVER en su “Artículo 1°. - Finalidad del Programa de Adecuación de Vertimientos y Reúso de Agua Residual – PAVER. tiene como finalidad la adecuación a las disposiciones de la Ley de Recursos Hídricos de los vertimientos y reúsos de aguas residuales en curso que a la fecha de entrada en vigencia del Reglamento de la citada ley no cuenten con las autorizaciones correspondientes.”
- Resolución Ministerial N° 269-2009-VIVIENDA. Que aprueba los lineamientos para la regulación de los servicios de saneamiento en los centros poblados de pequeñas ciudades “Artículo 4°. - De las funciones para la prestación de los servicios de saneamiento. El Gobierno Nacional, a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es el Ente Rector del Sector Saneamiento, correspondiéndole diseñar, normar, y ejecutar la política nacional y acciones del sector en materia de saneamiento, además de otras obligaciones previstas en las normas correspondientes. Asimismo, aprueba el Plan Nacional de Saneamiento y asigna recursos vía transferencias financieras a los Gobiernos Regionales, Gobiernos Locales y las Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento, a fin que ejecuten proyectos de inversión en saneamiento.
- Reglamento de organización y funciones de la autoridad nacional del agua, aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG “Artículo 6°. - Funciones de la Autoridad Nacional del Agua. Son Otorgar, modificar y extinguir previo estudio técnico, derechos de

uso de agua, autorizaciones de vertimientos y de reúso de agua residual; aprobando cuando sea necesario la implementación, modificación y extinción de servidumbres de uso de agua.

2.3. HIPÓTESIS

Hi: El río Higuera, si tiene capacidad de autodepuración, ante la concentración de coliformes Termotolerantes.

Ho: El río Higuera, no tiene capacidad de autodepuración, ante la concentración de coliformes Termotolerantes.

2.4. VARIABLES, DEFINICIONES COCEPTUALES Y OPERACIONAL

2.4.1. Definiciones Conceptuales.

- **Agua:** Para Rufino (2021) El agua es un líquido incoloro, formado por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O). Por su inclinación es un disolvente integral. Se encuentra en la naturaleza en forma de precipitaciones, arroyos, lagos, océanos y mares. Es un fluido vital para la mayor parte del movimiento económico. Es un medio efectivamente débil, indefenso a los empleos progresivos.
- **Fuente de agua.** Es el Lugar donde se produce de manera natural el agua esto puede ser de origen superficial (los río, los lago o mares) o de origen subterráneo (manantial o pozo). (Rufino, 2021)
- **Agua superficial:** El agua que normalmente se presenta en el aire es la que se rastrea fluyendo o muy quieta en la capa exterior de la tierra. Estas vías de agua en la capa externa de la tierra estructuran arroyos, lagos, lagunas, pantanos, charcos, humedales, y tal, independientemente de que sean regulares o falsos.. (Rufino, 2021)
- **Agua subterránea,** Las aguas subterráneas son las que se encuentran en los manantiales bajo la superficie del planeta. Las aguas subterráneas son un activo importante y abastecen a una enorme área de la población del planeta.. (Rufino, 2021)
- **Agua de manantial:** El agua de los manantiales proviene del interior de la tierra desde un punto solitario o sobre una pequeña

región. Pueden aparecer en tierra firme o desembocar en arroyos, estanques de marea o lagos. Los manantiales pueden ser duraderos o fijos, y tienen su punto de partida en el agua que se filtra, dando lugar a acuíferos naturales.. (Rufino, 2021)

- **Agua para consumo humano:** Todo el agua que puede ser involucrada por los individuos en sus ejercicios cotidianos (alimentación, aseo individual, lavado de ropa, asistencia estéril y diferentes ejercicios), que podría seguir las cualidades pasables más extremas o puntos de corte establecidos.. (Rufino, 2021)
- **Agua contaminada:** Se considera que el agua está sucia cuando una sustancia o condición cambia su característica o estado regular de manera que ya no cumple los atributos esenciales por los que se habría esperado en su estado natural. (Rufino, 2021)
- **Calidad del agua:** El significado de la calidad del agua ha sido percibido desde siempre como la capacidad de cumplir con varios usos según sus atributos, determinado por los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los límites de fijación relacionados.. (Rufino, 2021)
- **Análisis fisicoquímico del agua:** Es el estudio a la que se somete al agua para determinar sus características físicas, químicas o ambas a la vez. (Torres, Tapia, Goetschel, & Pazmino, 2020)
- **Turbidez del agua:** Este límite estima la cantidad de agua que se vuelve turbia debido a la sustancia de las partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia se mostrará y mayor será la turbidez. La turbidez alude a lo clara o sucia que está el agua. (Torres et al., 2020)
- **El pH:** muestra el nivel de acidez o alcalinidad del agua, se define como la cantidad de pH, y eso implica, en un sentido real, "potencial de hidrógeno" esto demuestra la estima de pH a la luz de las partículas de hidrógeno: cuantas más partículas de hidrógeno contenga el agua más ácida será y más bajos serán sus valores de pH. La escala de pH va de 0 (increíblemente ácida) a 14 (muy alcalina), mientras que 7 es el valor imparcial. (Torres et al., 2020)

- **Color del agua.** La tonalidad del agua se debe a la sustancia de la materia natural normal, por ejemplo, las sustancias húmicas o ciertos metales como el manganeso, el hierro, las sales, el manganeso, el cobre u otros que se descomponen o quedan suspendidos en el agua. (Torres et al., 2020).
- **Contaminación.** La contaminación es la presencia de componentes nocivos, bien sean de naturaleza biológica, química o de otra clase, en el medioambiente, de modo que supongan un perjuicio para los seres vivos que habitan un espacio, incluyendo, por supuesto, a los seres humanos. Generalmente la contaminación tiene su origen en alguna actividad humana. (Planeta, 2021)

2.4.2. Variables

2.4.2.1. Variable dependiente

- Nivel de concentración de Coliformes Termotolerantes en el río Higuera

2.4.2.2. Variable independiente

- Autodepuración

2.4.3. Operacionalización De Variables.

Tabla 3

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Valor Final	Tipo De Variable
Variable independiente Autodepuración.	Parámetros microbiológicos	Concentración de coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	Variable numérica discreta
		Temperatura	°C	
		Potencial de hidrogeno	pH	
	Características ambientales del río (parámetro físico del agua)	Conductividad	Umho/cm	
		Color	Pt/Co	Variable numérica discreta
		Caudal	M ³ /seg.	
Variable Dependiente Nivel de concentración de Coliformes Termotolerantes en el río Higuera	Calidad del agua	DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM	ECAs agua cat. 3	
	Fuentes de contaminación	Derrame de aguas residuales al río	P/A	

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Por Hernández Sampieri, et al.(2014) la investigación es de tipo descriptivo, ya que únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, es decir Busca especificar las propiedades, las características del fenómeno que se someta al análisis, sin intervenir o manipular estas variables.

Por Supo y zacarías, (2020) esta investigación según la *intervención del investigador* es tipo *observacional* o sin intervención ya que el investigador no pretende modificar las variables por lo que los datos reflejan la evolución natural de los eventos. Según el *control de medición de las variables de estudio* es de tipo *prospectivo* ya que los datos son medidos en el campo por el mismo investigador. Según el *número de medición sobre la variable de estudio de estudios* es de tipo *transversal* ya que las variables fueron mediadas en una sola ocasión. Y según el *número de variables analítica* es de tipo *analítica* ya que se trabajará con más de una variable.

3.2. ENFOQUE:

Según Hernández Sampieri, et al (2014), la investigación pertenece a un enfoque cuantitativo, ya que la investigación sigue una serie de actividades secuenciales partiendo desde la idea hasta culminar con las conclusiones. Además, se hizo una recolección de datos en campo, para luego hacer un análisis en el laboratorio y probar hipótesis con base a la medición numérica y el análisis estadístico.

3.3. DISEÑO METODOLÓGICO.

El presente estudio es de nivel descriptivo, ya que describe el fenómeno en una circunstancia temporal y un espacio determinado, y

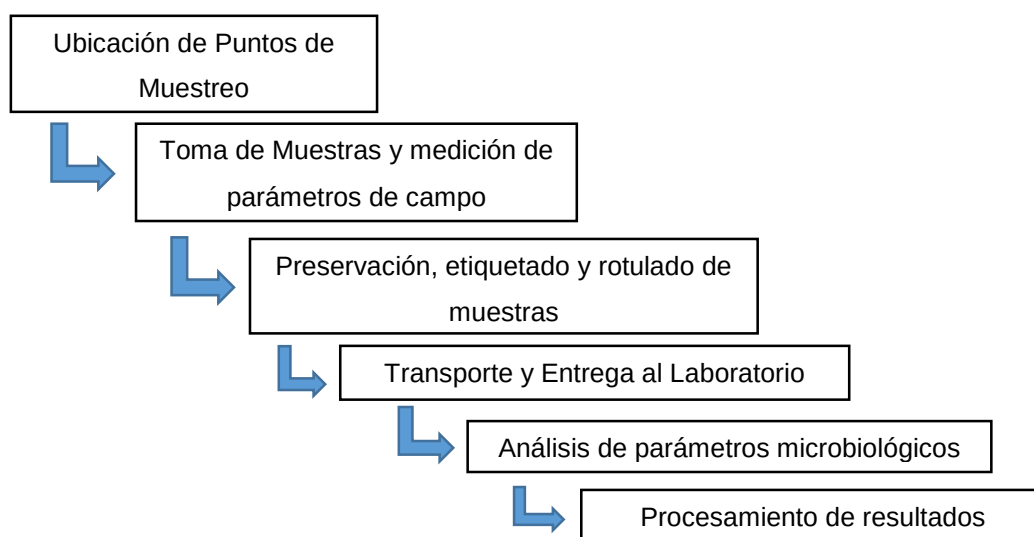
su alcance es limitado a una población determinada. Además, el estudio solo estima parámetros del agua a partir de una muestra tomada para llegar a una conclusión en base a pruebas estadísticas Sin intervenir en las variables. (Supo & Zacarías, 2020)

Para fines de esta investigación se eligieron 4 puntos de muestreo en el tramo que comprende entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo del distrito de Huánuco, con una longitud de 12.7 kilómetros aproximadamente, se tomaron las muestras y se enviaron al laboratorio de la DIRESA-HUANUCO para su respectivo análisis. Con los resultados que se obtuvo se hizo un análisis para ver si el agua del río tiene la capacidad de autodepuración y a su vez se hizo una comparación con las ECAs agua categoría 3 para determinar si el agua es apta para riego de vegetales y bebida de animales, como también identificar fuentes de contaminación del río.

En el siguiente esquema ilustramos el diseño de investigación:

Figura 3

Flujograma de Actividades.



Nota. se observa el flujograma de las actividades que se tomaron en cuenta para la ejecución de esta investigación, es importante mencionar que el diseño se realizó tomando como referencia la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.4.1. Población.

La unidad de estudio de la presente investigación es el agua y la población de estudio son las aguas del Río Higuera de aproximadamente 12.7 kilómetros del tramo que comprende entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo del distrito de Huánuco, (ver anexo 02 mapa de ubicación)

3.4.2. Muestra:

Por la naturaleza de la investigación las muestras obtenidas son Muestras no Aleatorias según al criterio del investigador, ya que no hay un marco muestral que nos menciones como seleccionar nuestros puntos de muestreo. (Supo & Zacarías, 2020)

Para fines de este estudio nuestra muestra será 1 litro de agua por cada punto de muestreo y para asegurar que los resultados sean verídicos se tomó una muestra duplicado por cada punto, las muestras fueron de tipo compuesta, es decir tomadas en diferentes tiempos. Que fueron enviadas al laboratorio de la DIRESA para su respectivo análisis.

Las coordenadas de los puntos de muestreo se describen en la siguiente tabla.

Tabla 4

Coordenadas UTM del Área de Estudio

Puntos	Este	Norte	Zona	Cuadrante
P1	352069	8902636		
P2	357472	8902954		
P3	354620	8902763	18L	20K
P4	357560	8902899		

Nota: Para mayor referencia ver el mapa de ubicación en el anexo 02.

Parámetros seleccionados a evaluar

Para el contraste de valores de los parámetros, se trabajó con el DS. 004-2017 MINAM. En la cual nos brinda los ECAs agua. Y para fines de este estudio se usó la categoría 3 (riego de vegetales y bebida de animales)

A continuación, se presentan los parámetros de interés a evaluar.

Tabla 5

Parámetros de Interés a Evaluar.

Dimensión	Indicador	Unidad De Medida
Parámetros Físicoquímicos	Temperatura	°C
	Potencial de hidrogeno	pH
	Conductividad	µmho/cm
	Color	UCV
	Caudal	M ³ /seg.
Parámetro microbiológico	coliformes Termotolerantes	NMP/100ml

3.5. RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Es importante mencionar que para la recolección de la información se tomó en cuenta el R.J. N° 010-2016- ANA. Que es el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos

Hídricos Superficiales que nos brinda la Autoridad Nacional del Agua (ANA 2016).

Lugar de ejecución: El presente trabajo de investigación se ejecutó en el río Higuera en el tramo que corresponde desde la comunidad de Huancapallac (distrito de Quisqui) hasta el puente Tingo del Distrito de Huánuco.

Ubicación Política:

- Distrito: Quisqui - Huánuco
- Provincia: Huánuco
- Departamento: Huánuco

3.5.1. Recolección De La Información.

Las actividades realizadas en la ejecución del proyecto son las siguientes:

3.5.1.1. reconocimiento de la zona de estudio. Se hizo un recorrido rápido una semana antes de la ejecución con una movilidad (vehículo motorizado) localizando los puntos de muestreo e identificando las áreas de fácil acceso, el instrumento que se utilizó para esta actividad fue el GPS para la localización de los puntos y el mapa de ubicación de los puntos que fue hecha en gabinete.

3.5.1.2. Establecimiento de la red de puntos de muestreo:

En vista de no haber una norma o un artículo científico que nos mencione en qué distancia ocurre la autodepuración de los ríos, o un rango de distancia para monitoreo de los ríos, el establecimiento de la red de puntos de muestreo se hizo a criterio del investigador tomando como referencia los antecedentes de esta investigación; como por ejemplo Tamara (2019) para determinar la autodepuración del río Huallaga desde el puente Joaquín Garay hasta el puente

Rancho tomo 3 punto de muestreo, al inicio, al intermedio y al final. De la misma manera Sánchez (2016) para su investigación coeficiente cinético de autodepuración del río Huallaga tomo 4 puntos de muestreo en la cual tomo como criterio los puntos de descarga de efluentes.

Teniendo como referencia lo mencionado, el establecimiento de la red de puntos de muestreo se realizó por tres criterios:

- El primero, por descarga de afluentes más representativo.
- Segundo, por zonas de fácil acceso.
- Tercero, por igualdad de distancia, es decir se dividió la distancia entre 4 puntos, y se localizó los afluentes que están cercanos a esa distancia y se buscó lugares de fácil acceso.

Para ello se realizó un recorrido previo que se hizo en la primera etapa del proyecto (formulación) en la que se identificó los 4 puntos de muestreo la cuales se codifico de la siguiente manera:

P1: Primer punto a la altura del puente Mamayhuachin ubicada a kilómetro 12.388 de la carretera a la unión

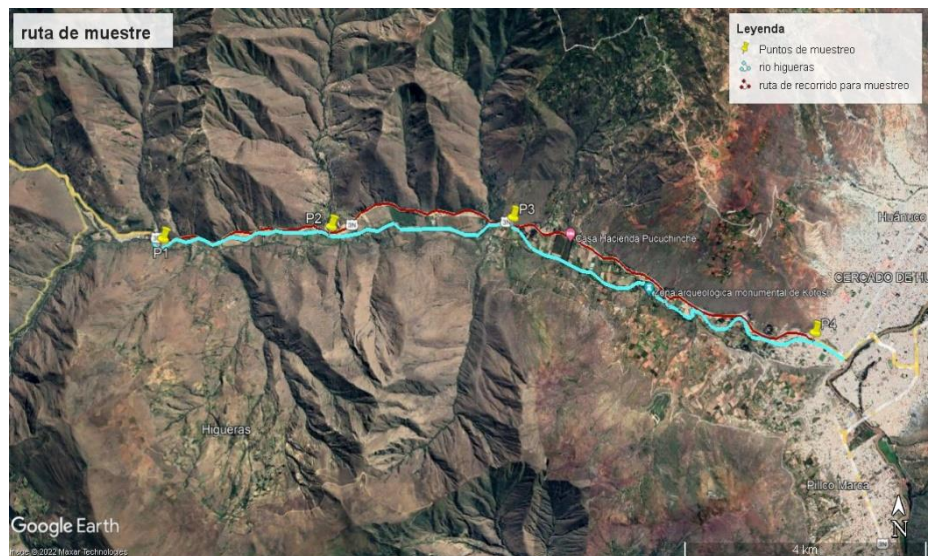
P2: segundo punto a la altura del puente Yurayacu ubicada al kilómetro 9.499 de la carretera unión.

P3: Tercer punto a la altura del puente Huariaco.

P4: cuarto y último punto a la altura de la Laguna del distrito de Huánuco. La toma de muestra se hizo río abajo empezando por P1 y terminando por el P4.

Figura 4

Croquis de Muestreo



Nota. Imagen elaborada y tomada de google earth.

3.5.1.3. Adquisición de Materiales, instrumentos y Equipos de Protección Personal:

Para la ejecución de la presente investigación, se empezó con la adquisición de materiales la cual se hizo días antes de la ejecución y los materiales que se utilizaron fueron.

Materiales:

- Coolers.
- envase de plástico de 1Lt.
- balde transparente nuevo o estéril de 2.5 Lt.
- hielo para preservar las muestras.
- lápiz indeleble.
- Lapicero y tablero.
- cinta de embalaje.
- wincha 50 m.

Equipos:

- GPS satelital.
- cámara fotográfica.
- Termómetro de mercurio,

EPPs:

- Botas de jebe.
- Chaleco.
- Casco.
- Mascarilla.
- Guantes de nitrilo.

Soluciones o reactivos:

- Cinta pHmetro.

Formatos:

- Etiquetas.
- Cadena de custodia
- Fichas de Registro de Datos de campo.
- Registro de identificación del punto de monitoreo.

3.5.1.4. Toma de muestras y medición de parámetros de campo.

Como ya se mencionó anteriormente la toma de muestra se hizo en base al Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos promulgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Al llegar a los puntos de muestreo se realizaron las siguientes actividades.

a) Reconocimiento del entorno y ubicación del punto de muestreo.

- Se localizó el punto de muestreo y se hizo una breve descripción del entorno
- Se tomaron vistas fotográficas del punto de muestreo
- Se tomó las coordenadas UTM (este y norte) del punto de muestreo con el GPS.

figura 5

Inicio De Muestreo



Nota. Imagen tomada en campo

- b) **Medición de parámetros de campo.** Se procedió a medir parámetros de campo:
- Se midió el pH de agua con las cintas pHmetros. El mismo procedimiento se realizó para cada punto.
 - Se procedió a medir la temperatura del agua, para lo cual se utilizó el termómetro de mercurio.

Figura 6

Toma de Temperatura del Rio.



Nota. Imagen tomada en campo

- c) **Medición del caudal del rio.**

- Se ubicó un tramo adecuado para la medición.
- Se hizo una medición de 50 metros ubicando el punto A y el punto B (inicio y fin).
- Se tomó un envase de plástico se llenó una cuarta parte con agua y se soltó en el punto A midiendo el tiempo con Cronometro hasta pasar el punto B. se realizó tres repeticiones registrando los datos obtenidos.
- Se hizo la medición del ancho del rio con la cinta métrica.
- Se procedió a medir la profundidad del rio con una madera, ya que el rio no estaba tan profundo y es factible hacer la mediad con un palo, la medición de la profundidad se hizo a cada 5 metros del ancho del rio.

Figura 7

Medición del Área para Cálculo de Caudal del Rio.



Nota. Imagen tomada en campo

d) Toma de muestra del agua.

- Para la toma de muestra se utilizó frascos de 1 litro nuevos, que hice pedido de la capital (Lima), la cual tuve que esterilizar un día antes de usarlo con agua hervido, dichos frascos se trasladaron previamente preservados, solamente

se sacó para la toma de muestra, para evitar el ingreso de cualquier agente que puede alterar el resultado.

- Antes de tomar la muestra se realizó tres enjuagadas con la misma agua del río, luego se tomó la muestra.
- Es importante mencionar que, como es una muestra compuesta tomada en tres tiempos distintos, se hizo marcas el envase en tres partes iguales, la primera toma solo hasta la tercera parte. La según toma hasta dos tercios y la tercera toma recién se llenó el envase por completo.
- Para la toma de muestra se sumergió el envase en el agua con la boca contra la corriente.
- Para la segunda y tercera toma se utilizó un balde para el llenado de la muestra con la finalidad de no exceder la marca que se realizó en el envase.
- Como es una muestra compuesta, el ANA recomienda en el protocolo de monitoreo el rango de tiempo mínimo para monitorear una muestra compuesta es de 6 horas en los horarios donde haya más contaminación, y en vista que no nos indica el intervalo de muestreo se realizó en tres tiempos, o sea el primer muestreo se tomó de 7:00 a 10:30 am empezando a las 7:00 am en el P1 y terminando la primera toma a las 10:30 am. en el P4, de la misma manera la segunda toma se realizó el mismo recorrido entre las 11:00 a 12 m. y la última toma de muestras se hizo entre las 2:00 a 3:00 pm. haciendo el mismo recorrido, de esos tres muestreos se obtuvo una sola muestra compuesta por cada punto de muestreo. Y mayor validez del resultado se tomó una muestra duplicado por cada punto.

Figura 8

Toma de Muestra Del Agua



Nota. Imagen tomada en campo

3.5.1.5. Etiquetado, rotulado y llenado de cadena de custodia.

- Las etiquetas para las muestras se llevaron previamente impresas, las cuales se pegaron en los frascos de las muestras y se llenaron con un plumón indeleble los datos requeridos.
- posteriormente para cubrir los datos rellenos en la etiqueta se rotulo con una cinta de embalaje transparente.
- Todas las muestras fueron colocadas en el Cooler y preservadas con hielo,
- Tos los datos adquiridos en el campo fueron registrados en la ficha de campo.
- Y la cadena de custodia se rellenó al final del muestreo con los datos anotadas en la ficha de campo.

3.5.1.6. Transporte y entrega de muestras al laboratorio

- Al finalizar la jornada ya con toda las muestras listas y la cadena de custodia rellena se procedió trasladar al laboratorio de la DIRESA de Huánuco.
- Se hizo entrega de las muestras al laboratorio de la DIRESA siendo las 3:15 de la tarde del día jueves 6 de enero del 2022.

3.5.2. Análisis de la Información.

Para el análisis de la información de esta investigación se hizo a través de la hoja de cálculos en el programa Microsoft Excel luego para se realizó una representación de tabla y gráficos con los resultados obtenidos y hacer una comparación con los parámetros del ECA agua categoría 3.

3.6. ASPECTOS ÉTICOS:

Para fines de esta investigación se tomó en cuenta las normas nacionales tales como:

- Para la toma de muestra se tomó en cuenta el protocolo nacional para el monitoreo de aguas superficiales. Promulgada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA 2016)
- Y para el análisis y procesamiento de resultados obtenidos de las muestras se tomó en cuenta las ECAs agua categoría 3. Que nos brinda el DS. 004-2017- MINAM.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 6

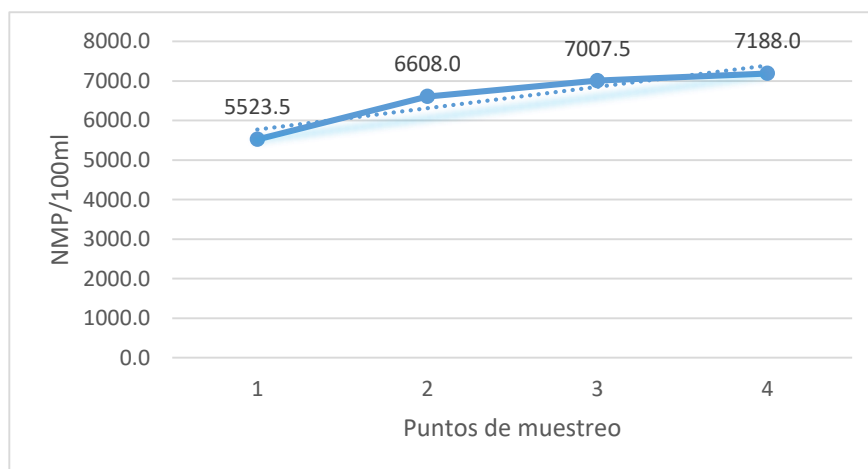
Resultado de la Medición de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)

Muestra	NMP/100ml
P1	5523.5
P2	6608.0
P3	7007.5
P4	7188.0
Promedio	6581.8
Error Estándar	372.98
L. I. 95% Int. Confianza	5394.92
L. S. 95% Int. Confianza	7768.58

Resultado de las mediciones de la Coli Termo tolerante (NMP/100ml) en las muestras obtenidas del río Higueras entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo, Huánuco, 2022.

Figura 9

Resultado de las mediciones de la Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml)



Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en laboratorio.

Los resultados muestran una tendencia creciente la Coli. Termotolerantes (NMP/100ml), conforme se mide río abajo, teniendo un promedio de medición de 6581.8 (NMP/100ml).

Tabla 7

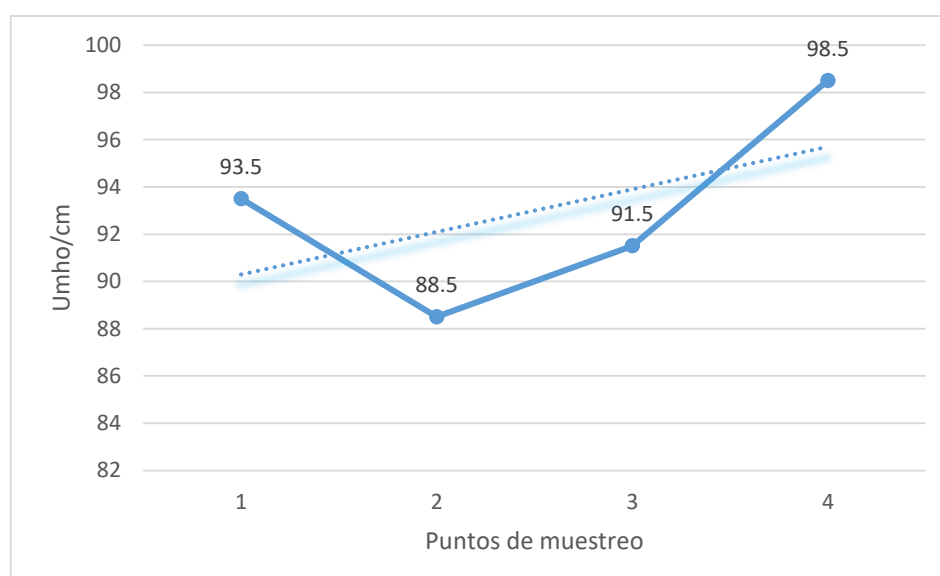
Resultado de las mediciones De La Conductividad del Agua (Umho/cm)

Muestra	Cond. (Umho/cm)
P1	93.5
P2	88.5
P3	91.5
P4	98.5
Promedio	93.0
Error Estándar	2.10
L. I. 95% Int. Confianza	86.31
L. S. 95% Int. Confianza	99.69

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera en las muestras obtenidas del río Higuera entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo, Huánuco, 2022.

figura 10

Resultado de las mediciones de la conductividad del Agua (Umho/cm)



Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en laboratorio.

Los resultados muestran una tendencia creciente de la conductividad, conforme se mide río abajo, teniendo un promedio de medición de 93.0 Umho/cm.

Tabla 8

Resultado de la Medición del Color del Agua

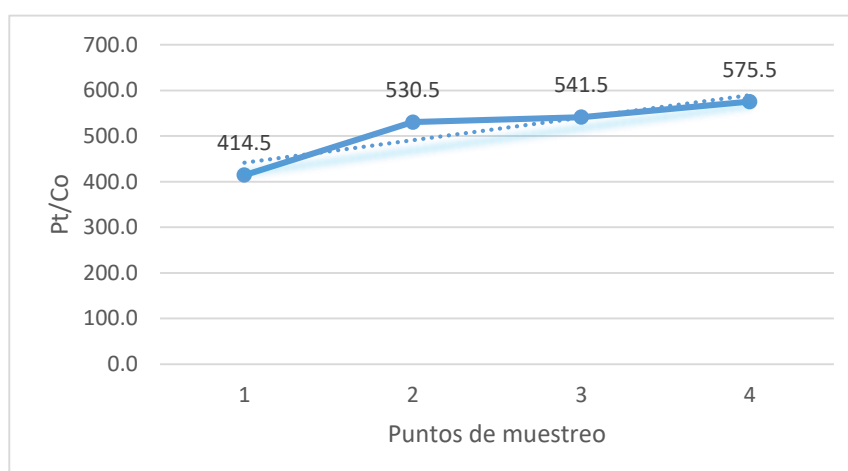
Muestra	Color (Pt/Co)
P1	414.5
P2	530.5
P3	541.5
P4	575.5
Promedio	515.5
Error Estándar	35.00
L. I. 95% Int. Confianza	404.12
L. S. 95% Int. Confianza	626.88

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en laboratorio.

Resultado de las mediciones del color (pt/Co) en las muestras obtenidas del río Higuera entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo, Huánuco, 2022

Figura 11

Resultado de las mediciones del color (Pt/Co)



Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en laboratorio.

Los resultados muestran una tendencia creciente del color (Pt/Co), conforme se mide río abajo, teniendo un promedio de medición de 515.5 Pt/Co.

Tabla 9

Resultados de Medición de pH del Agua

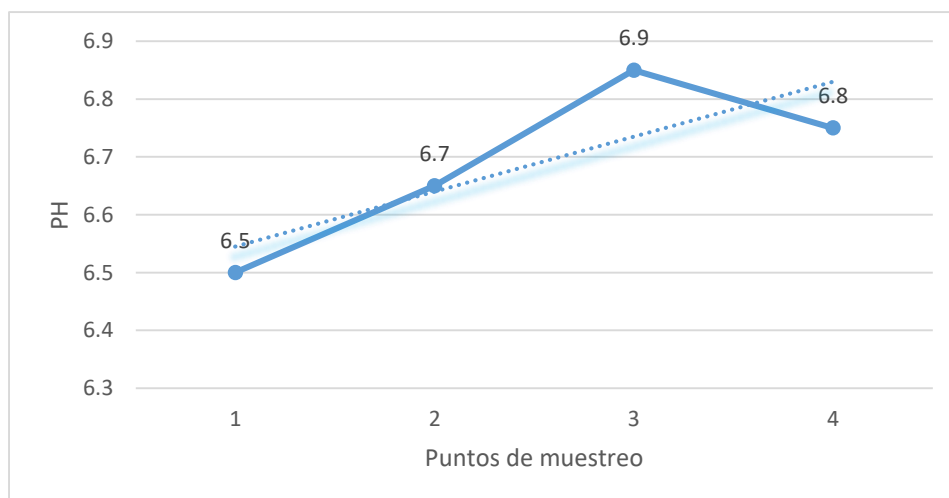
Muestra	pH
P1	6.5
P2	6.7
P3	6.9
P4	6.8
Promedio	6.7
Error Estándar	0.07
L. I. 95% Int. Confianza	6.45
L. S. 95% Int. Confianza	6.93

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en laboratorio.

Resultado de las mediciones del pH en las muestras obtenidas del río Higuera entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo, Huánuco, 2022.

Figura 12

Resultado de las mediciones del pH.

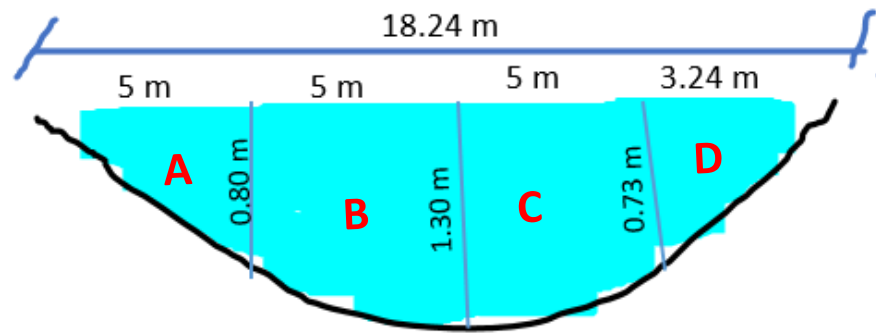


Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas laboratorio.

Los resultados muestran una tendencia creciente del pH, conforme se mide río abajo, teniendo un promedio de medición de 6.7.

Figura 13

Calculo de área del punto 01 de muestreo

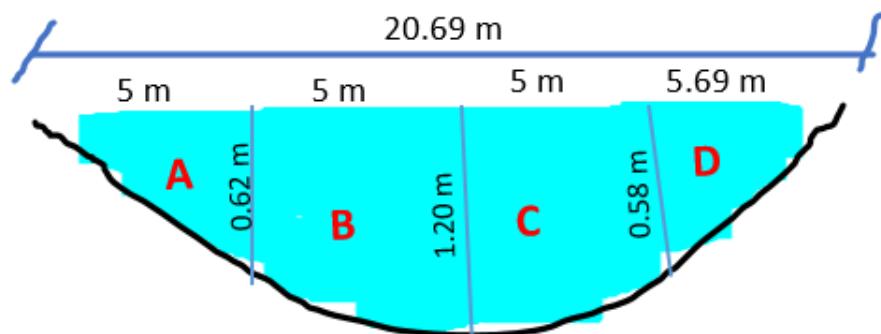


$$\text{ÁREA TOTAL} = \text{ÁREA A} + \text{ÁREA B} + \text{ÁREA C} + \text{ÁREA D}$$

$$\Delta \text{ área P1} = 13.5 \text{ m}^2$$

Figura 14

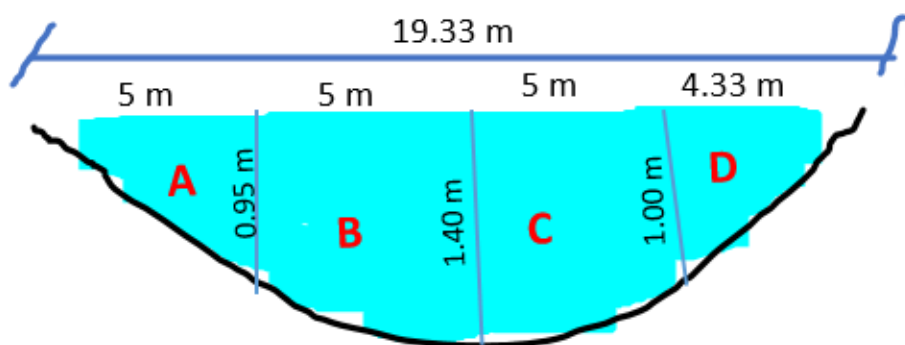
Calculo de área del punto 02 de muestreo



$$\Delta \text{ área P2} = 13.2 \text{ m}^2$$

Figura 15

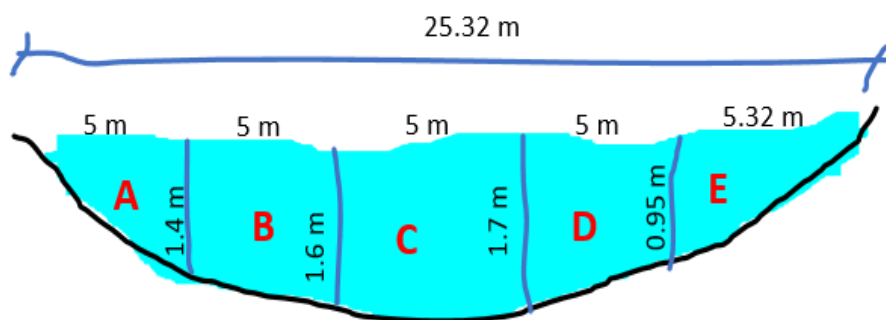
Calculo del área del punto 03 de muestreo



$$\Delta \text{ área P3} = 16.4 \text{ m}^2$$

Figura 16

calculo del área del punto 04 de muestreo



$$\Delta \text{ área P4} = 28.4 \text{ m}^2$$

Tabla 10

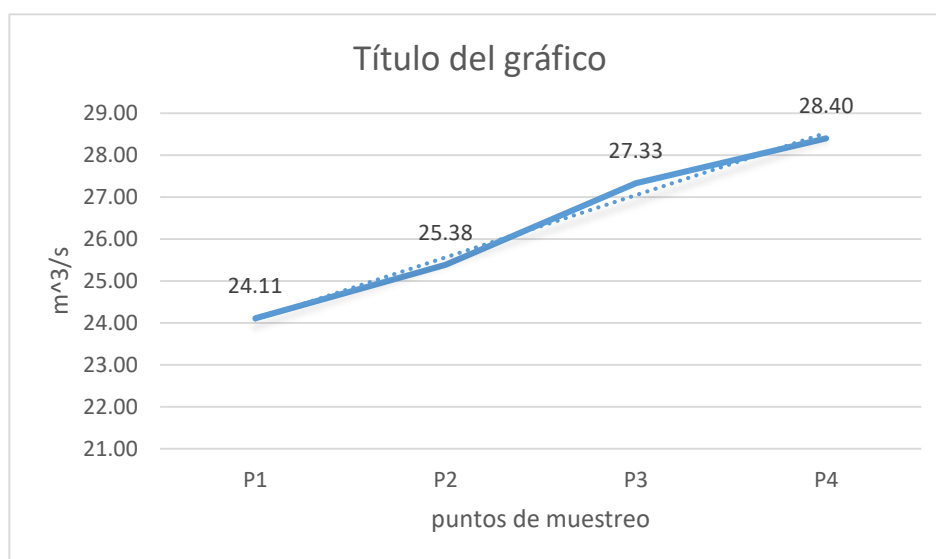
Resultado de las Mediciones del Caudal (m^3/s)

	1	2	3	4	5
Puntos	Distancia (M)	Tiempo (S)	Velocidad (M/S) 1x2	Área (M ²)	Caudal (M ³ /S) 3x4
P1	50	28	1.786	13.5	24.11
P2	50	26	1.923	13.2	25.38
P3	50	30	1.667	16.4	27.33
P4	50	50	1.000	28.4	28.40
PROMEDIO TOTAL					26.31

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en campo.

Figura 17

Resultado de las mediciones del caudal (m^3/s).



Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en campo.

Los resultados muestran una tendencia creciente del caudal (m^3/s), conforme se mide río abajo, teniendo un promedio de medición de **26.31** (m^3/s).

Tabla 11

Resultados de Medición de la T° del Agua

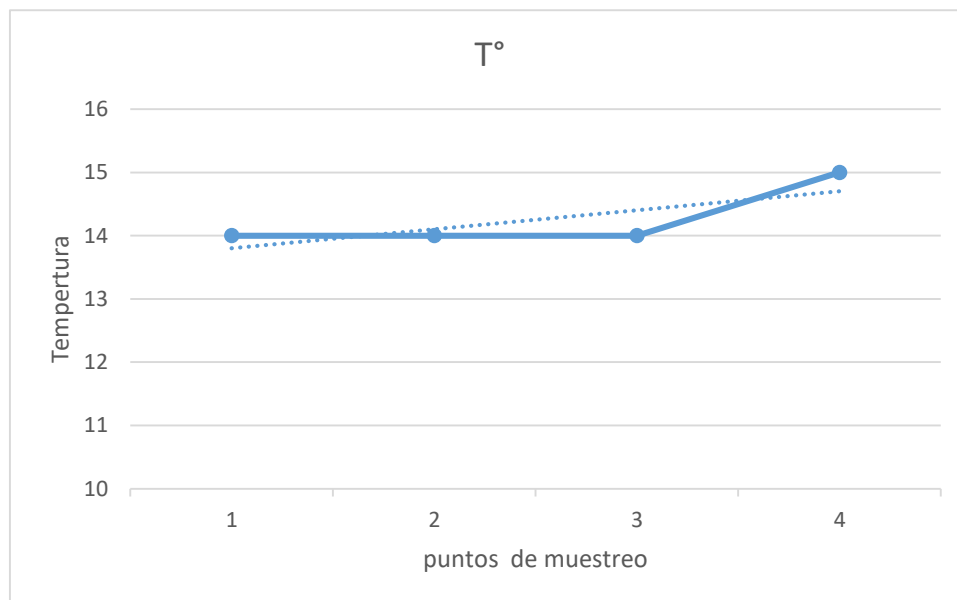
Muestra	T°
P1	14
P2	14
P3	14
P4	15
Promedio	14.25

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higueras.

Resultado de las mediciones de la T° en las muestras obtenidas del río Higueras entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo, Huánuco, 2022.

Figura 18

Resultado de las mediciones del T°.



Nota. Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en campo

Tabla 12*Prueba de Normalidad de los Datos*

Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.
Conductividad	0,980	4	0,899
Color	0,861	4	0,262
pH	0,971	4	0,850
Coli Termo tolerantes	0,878	4	0,329
Temperatura	0.63	4	0.310

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera.

La prueba de normalidad nos indica que cada uno de los indicadores a medir la superan, por lo que es pertinente el empleo de un procedimiento estadístico paramétrico para el análisis de los datos, el procedimiento que calza para esta situación es la t de Student para una muestra

Tabla 13*Verificación del Cumplimiento de los Estándares de la Calidad del Agua*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Media	Valor de prueba
Conductividad	-74.7	3.0	0.00001	93.0	2500.0
Color	14.4	3.0	0.00072	515.5	100.0
pH	70.0	3.0	0.00001	6.7	7.5
Temperatura	-9	3.0	0.003	14.25	16.5

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera.

Podemos apreciar en la tabla que los valores de prueba de los estándares de la calidad del agua para la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales, a los que fueron sometidos los datos, son muy diferentes a los obtenidos en las muestras recolectadas. Para el caso de

la conductividad y el pH en las muestras, estos se encuentran por debajo de los valores de los estándares, para el caso del color, se encuentra muy por encima.

Tabla 14

Fuentes de contaminación

fuentes	descripción
Industriales	- Desmontes de la obra “ampliación y mantenimiento de la carretera Huánuco-Unión” de igual manera terminan en las aguas del río Higuera. - Botadero de desmontes a la altura de la casa hacienda Pucuchinche que son vertidas al río Higuera.
Domésticas	Las aguas residuales domésticas, son vertidas directamente al río por poblaciones aledañas, aunque algunos no directamente al río Higuera, pero si en sus pequeños afluentes como son el río Yarcaya, y el río Mamayhuachin entre otros afluentes.
Agrícolas	Aunque esta fuente no es tan significativo, de alguna manera los agricultores terminan vertiendo al río sobras de sus insecticidas que usan en sus labores agrícolas.

Tabla 15

Longitud entre puntos de muestreo

Tramos	Distancia
P1 – P2	3.650 kilómetros Aprox.
P2 – P3	4.100 kilómetros aprox.
P3 – P4	4.950 kilómetros aprox.
Total	12.7 kilómetros aprox.

Nota, las distancias fueron medidas con el cálculo de distancia del GPS.

4.2. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Para el desarrollo de la hipótesis, en primer lugar, se verificará si existe diferencia entre los datos obtenidos entre los puntos de muestreo, para ello se usó el análisis de varianza ANOVA con un factor Inter sujetos, para evaluar si existen diferencias de valores entre puntos de monitoreo con un nivel de significancia del 5%.

- **Punto 1 entre punto 2**

Hipótesis:

H1: Los datos obtenidos en punto 1 difieren de los datos obtenidos en punto 2 en cuantos a la concentración de coliformes Termo tolerantes.

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: análisis de Varianza ANOVA

Tabla 16

Análisis de varianza entre P1-P2

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1176140.25	1	1176140.25	32.2501902	0.02963607	18.5128205
Dentro de los grupos	72938.5	2	36469.25			
Total	1249078.75	3				

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera

La prueba de hipótesis nos indica que, habiendo obtenido una probabilidad de 0.029, inferior al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alterna, que nos indica que los datos de la muestra del punto 1 difieren de los datos obtenidos en la muestra del punto 2 en cuanto a la concentración de coliformes Termotolerantes.

Por lo anterior, podemos concluir que el agua del río Higuera no tiene capacidad de autodepuración ante la concentración de coliformes Termotolerantes entre el punto 1 y el punto 2, ya que el punto 1 arroja 5523.5 NMP/100 ml y el punto 2 indican un valor superior de 6608 NMP/100 ml.

- **Punto 2 entre punto 3**

Hipótesis:

H1: Los datos obtenidos en punto 2 difieren de los datos obtenidos en punto 3 en cuantos a la concentración de coliformes Termo tolerantes.

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: análisis de Varianza ANOVA

Tabla 17

Análisis de varianza entre P2-P3

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	159600.25	1	159600.25	16.9404538	0.0426964	18.5128205
Dentro de los grupos	18842.5	2	9421.25			
Total	178442.75	3				

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera

La prueba de hipótesis nos indica que, habiendo obtenido una probabilidad de 0.042, inferior al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alterna, que nos indica que los datos de la muestra del punto 2 difieren de los datos obtenidos en la muestra del punto 3 en cuanto a la concentración de coliformes Termotolerantes.

Por lo anterior, podemos concluir que el agua del río Higuera no tiene capacidad de autodepuración ante la concentración de coliformes Termotolerantes entre el punto 2 y el punto 3, ya que el punto 2 arroja 6608 NMP/100 ml y el punto 3 indican un valor superior de 7007.5 NMP/100 ml.

- **Punto 3 entre punto 4**

Hipótesis:

H1: Los datos obtenidos en punto 3 difieren de los datos obtenidos en punto 4 en cuantos a la concentración de coliformes Termo tolerantes.

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: análisis de Varianza ANOVA

Tabla 18

Análisis de varianza entre P3-P4

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	32580.25	1	32580.25	1.33809411	0.036686832	18.5128205
Dentro de los grupos	48696.5	2	24348.25			
Total	81276.75	3				

Nota: Datos obtenidos de las mediciones efectuadas en el río Higuera

La prueba de hipótesis nos indica que, habiendo obtenido una probabilidad de 0.036, inferior al 5% (0.05), se acepta la hipótesis alterna, que nos indica que los datos de la muestra del punto 3 difieren de los datos obtenidos en la muestra del punto 4 en cuanto a la concentración de coliformes Termotolerantes.

Por lo anterior, podemos concluir que el agua del río Higuera no tiene capacidad de autodepuración ante la concentración de coliformes Termotolerantes entre el punto 3 y el punto 4, ya que el punto 3 arroja 7007.5 NMP/100 ml y el punto 4 indican un valor superior de 7188 NMP/100 ml.

CAPITULO V

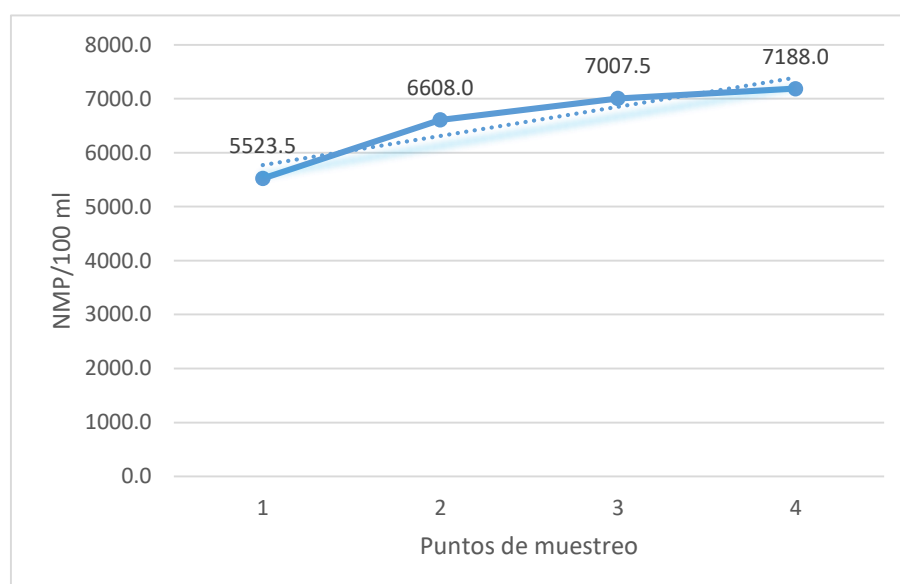
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Con respecto al objetivo principal: “Evaluar la capacidad de autodepuración del río Higuera, mediante la determinación de coliformes Termotolerantes.

Se obtuvo como resultado lo siguiente:

Figura 19

Concentración de Coliformes Termotolerantes en Cada Punto de Muestreo



En la tabla apreciamos que la concentración de coliformes Termotolerantes tiene una tendencia creciente conforme se mide río abajo, por lo visto en la gráfica se puede deducir que el río Higuera no tiene la capacidad de autodepuración, en cuanto los coliformes Termotolerantes. Y las causas de que no hay autodepuración en el Río son los siguientes.

- En el cauce el río se encontraron fuentes de contaminación entre ellos, vertimiento de aguas residuales domésticas, botaderos de desmontes de construcción entre otro (ver tabla 14)

Como nos dice Vázquez (2021) en su Artículo “¿qué es la autodepuración en los ríos? que para que ocurra la autodepuración el río debe tener las 4 zonas: la zona de degradación, la zona de descomposición activa, la zona de recuperación y la zona de aguas limpias. Pues por lo visto el río Higuera no tiene estas 4 zonas ya que a cierto tramo hay vertimiento de contaminantes lo cual no permite regenerarse a las aguas del río Higuera.

Sánchez (2016) en su tesis: “Coeficientes cinéticos de auto depuración del agua en el río Huallaga” encontró que el río logra autodepurarse con respecto al DQO, pH y conductividad eléctrica, pero respecto al DBO, Oxígeno disuelto, coliformes totales y **coliformes Termotolerantes** no existe auto depuración del agua en el río Huallaga. Los resultados de Sánchez concuerdan con los resultados de esta investigación con respecto a los coliformes Termotolerantes.

Esta apreciación es fiable puesto que las características tanto del río Huallaga como del río Higuera son similares ya que ambos ríos se encuentran en la misma región en el mismo piso altitudinal y además el río Higuera es afluente del río Huallaga, por tanto, se podría decir que ambos ríos no tienen esa capacidad de autodepuración con respecto a coliformes Termotolerantes.

De la misma manera Tamara (2019) en su tesis “Determinación de la capacidad de autodepuración, del río Huallaga; en el tramo que comprende el puente Joaquín Garay, hasta el puente rancho con base al balance de oxígeno disuelto - amarilis - Huánuco, 2019” obtuvo como resultado que las aguas del arroyo Huallaga no son autorrefinadas. Así concluyendo, Con un nivel de confianza del 95% y con una probabilidad de error del 91.2% (p-valor) de Sólidos Totales Suspendidos, 19.1% de Potencial de Hidrógeno, 75,9% de **Coliformes Totales**, **63.7%** de E. Coli, 72.4% de Bacterias Heterotróficas, 47.0% de DQO, que no está presente la autodepuración con base al balance de oxígeno disuelto. Por lo que podemos deducir que esta investigación de la misma manera que la anterior concuerda con los resultados que se obtuvo en la presente

investigación ya que tanto el río Huallaga y el río Higuera no tienen esa capacidad de autolimpieza con respecto a los coliformes termotolerantes.

5.2. Con respecto al objetivo específico 1: Determinar las características ambientales (parámetros físicos) del río Higuera.

Los resultados que se obtuvieron son los siguientes.

Tabla 19

Resultados obtenidos tanto en campo y análisis del laboratorio de parámetros físicos del agua

PUNTOS DE MUESTREO	Parámetros Físicos				
	Datos de laboratorio			Datos de campo	
	cond.	color pt/co	pH	Temp.	Caudal
	(umho/cm)			°C	m ³
P1	93.5	414.5	6.5	14	24.11
P2	88.5	530.5	6.7	14	25.38
P3	91.5	541.5	6.9	14	27.33
P4	98.5	575.5	6.8	15	28.40
PROMEDIO	93	515.5	6.7	14.25	26.3

Nota: estos datos son el promedio obtenidos de las dos muestras por punto enviadas al laboratorio.

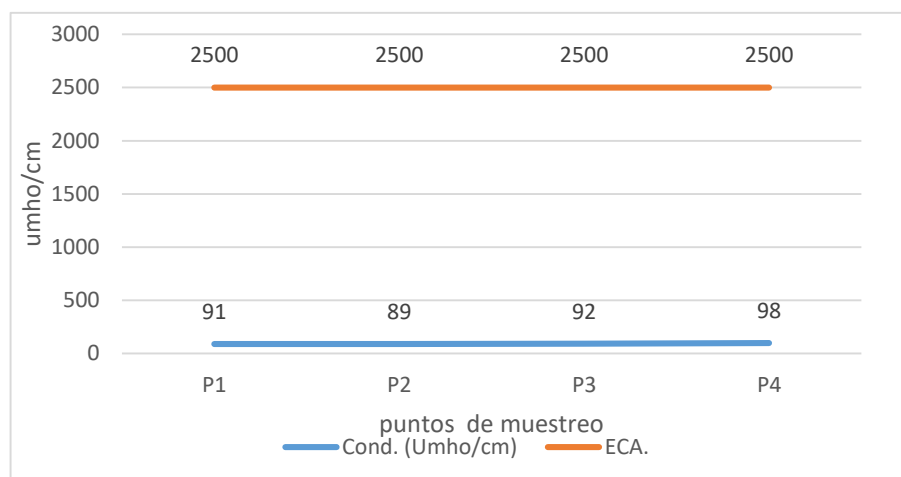
En esta tabla se muestra las características físicas de las aguas del río Higuera que tienen una tendencia creciente conforme se va avanzando río abajo, esto nos muestra que los efluentes que descargan en el río modifican las características físicas.

5.3. Con respecto al objetivo específico 2; Evaluar si la calidad del agua del río Higuera son aptos para riego de vegetales y bebida de animales. Para esto vamos a tomar como referencia el DS. 004-2017-MINAM ECA agua categoría 3.

Y los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes.

Figura 20

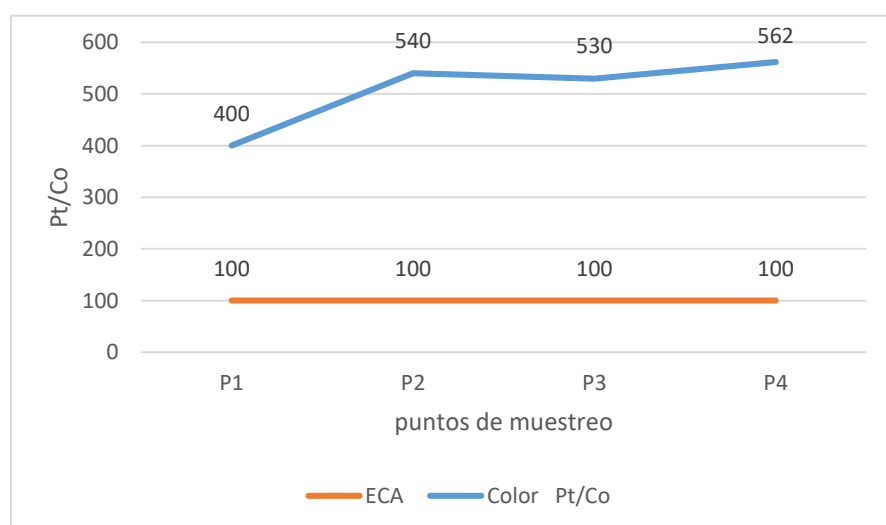
Resultado Obtenido de la Conductividad en Cada Punto de Muestreo en Comparación con el ECA Agua Categoría 3



Como se aprecia en la figura el resultado obtenido en el campo en los 4 puntos de muestreo en cuanto a la conductividad son inferiores a lo que estipula en el DS. 004-2017-MINAM ECA agua categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales.

Figura 21

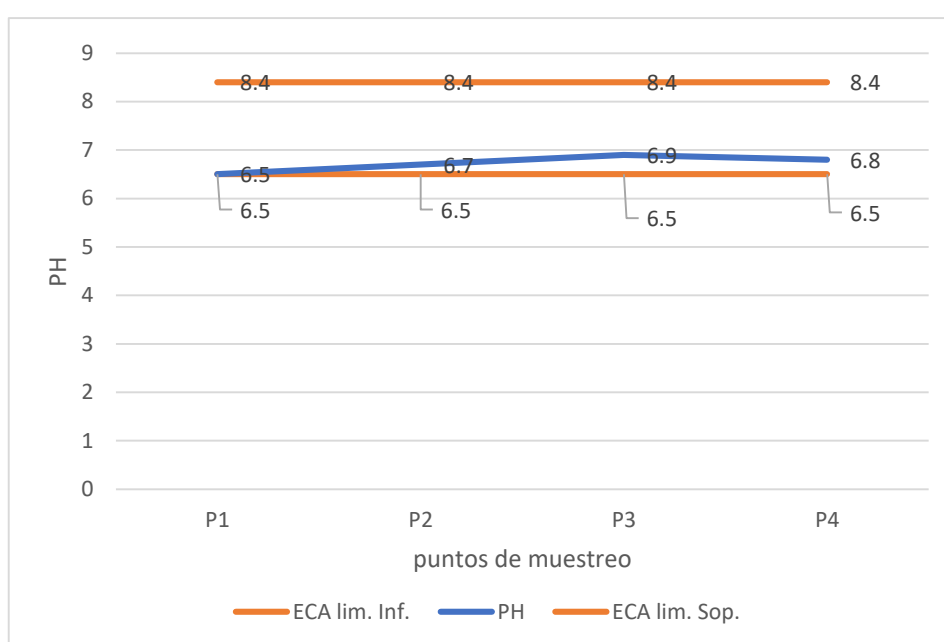
Índice de Color del Agua en los 4 Puntos de Muestreo en Comparación con el ECA Agua Categoría 3.



En la figura se muestra que los valores obtenidos en resultado en cuanto al color del agua son superiores al valor que nos el DS. 004-2017-MINAM ECA agua. Categoría 3. Por lo que nos indica que el agua no cumple con el estándar de calidad para riego de vegetales ni para bebida de animales.

Figura 22

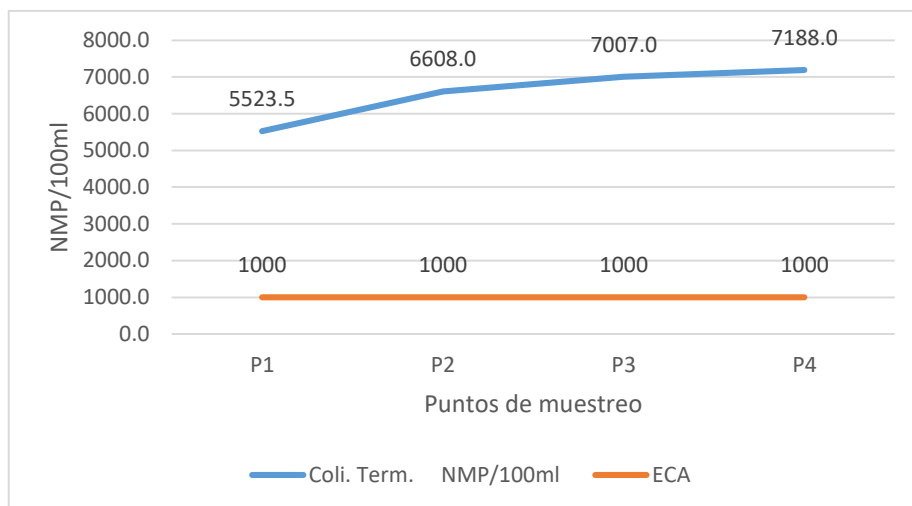
Se muestra los resultados obtenidos en el campo sobre el pH del agua en los 4 puntos de muestreo en comparación con el ECA agua categoría 3.



En la figura se puede ver que el valor del pH del agua del rio Higuera obtenido en la medición en el campo está dentro de los límites del valor que nos brindan el DS. 004-2017-MINAM, ECA agua categoría tres, riego de vegetales y bebidas de animales, en cuanto a este parámetro si cumple con el estándar de calidad.

Figura 23

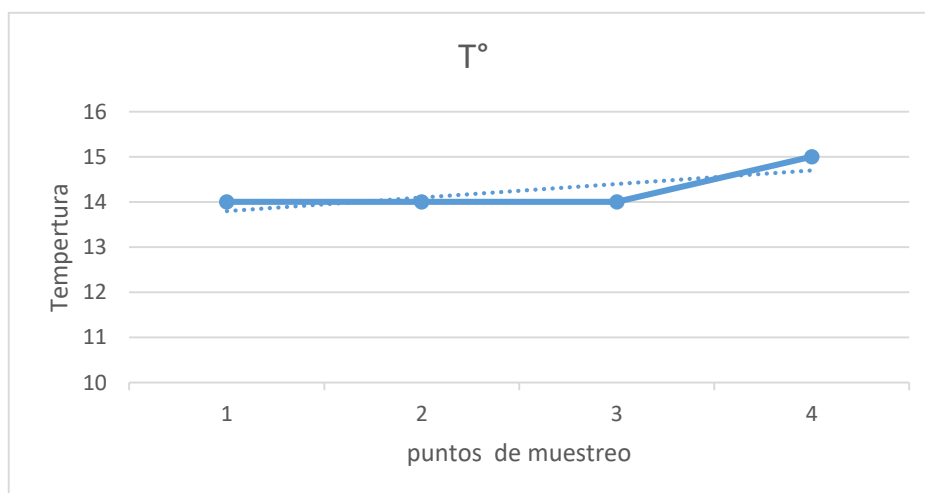
Concentración de coliformes termotolerantes en comparacion con el DS. 004-2017-MINAM.



En la figura se puede apreciar, que los valores obtenidos en las muestras de agua son superiores o mejor dicho sobrepasan los Estándares de Calidad del agua en los 4 puntos de muestreo. Por tanto, podemos decir en cuanto al parámetro de coliformes termotolerantes los 4 puntos de muestreo superan al ECA categoría 3.

Figura 24

Resultado de la medición de la temperatura en contraste con el ECA agua categoría 3



En la figura apreciamos que la temperatura no tiene variación mayor a 3 unidades como nos dice el D.S. 004-2017. Por lo que se deduce que el agua del río Higuera en cuanto a la temperatura cumple con el ECA agua categoría 3.

5.4. Con respecto al objetivo específico 3: Identificar las Fuentes generadoras de contaminación del río Higuera.

El resultado que se obtuvo es lo siguiente

Tabla 20

Fuentes de contaminación

fuentes	descripción
Industriales	• El desmonte de la chancadora que se encuentra en la comunidad de Yuracaya de alguna manera terminan en las aguas del río Higuera • Desmontes de la obra “ampliación y mantenimiento de la carretera Huánuco-Unión” de igual manera terminan en las aguas del río Higuera. • Botadero de desmontes a la altura de la casa hacienda Pucuchinche que son vertidas al río Higuera.
Domesticas	• Las aguas residuales domésticas, son vertidas directamente al río por poblaciones aledañas, aunque algunos no directamente al río Higuera, pero si en sus pequeños afluentes como son el río Yuracaya, y el río Mamayhuachin entre otros afluentes.
Agrícolas	• Aunque esta fuente no es tan significativo, de alguna manera los agricultores terminan vertiendo al río sobras de sus insecticidas que usan en sus labores agrícolas.

Como se puede ver en la tabla las principales fuentes de contaminación son las aguas residuales domésticas, y las descargas de material excedente de construcciones civiles (botadero). Y otras fuentes en menor dimensión.

CONCLUSIONES

- Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que las aguas del río higueras en el tramo que comprende entre la comunidad de Huancapallac y el puente tingo del distrito de Huánuco, no tiene la capacidad de autodepuración con respecto a los coliformes termotolerantes, ya que el valor va aumentando conforme se va midiendo río abajo.
- En las características ambientales (parámetros físicos) de las aguas del río higueras se evidenció que para esta temporada el río presenta un caudal de 26.31 m³/segundo, y la temperatura oscila un promedio de 14.25 °C durante el día. El pH de 6.7, el color del agua cursa en promedio entre los 515.5 pt/Co con una conductividad de 93 umho/cm.
- Respectos a la calidad del agua del río Higueras en el tramo que comprende entre la comunidad de Huancapallac y el Puente Tingo del distrito de Huánuco, en cuanto a los parámetros; pH, Conductividad y Temperatura si cumple con el estándar de calidad y en cuanto a los parámetros Coliformes Termotolerantes Y color estos no cumplen con el Estándar de calidad que promulga el D.S. N° 004-2017-MINAM, esto quiere decir que las aguas del río higueras no son al 100% aptos para riego de vegetales y bebida de animales.
- Las fuentes generadoras de la contaminación del río higueras en el tramo que corresponde entre la comunidad de Huancapallac y el puente Tingo del distrito de Huánuco, en su mayoría son de origen doméstica, óseas aguas residuales domésticas o también llamadas aguas grises y una mínima parte de origen agrícola ya que los agricultores vierten sus aguas sobrantes de las fumigaciones directamente al río, y a la fecha una de las fuentes de contaminación también es la obra “ampliación y mejoramiento de la carretera Huánuco – Unión” ya que estos están removiendo grandes cantidades de tierra que de alguna manera terminan vertiéndose al río Higueras.

RECOMENDACIONES

- Se debe hacer una evaluación de la calidad del agua de cada afluente del río Higuera para ver cuál de ellos es el que más contiene contaminantes.
- De ser necesario y factible propiciar una planta de tratamiento de aguas residuales a cada localidad aledaña al río Higuera, puesto que las aguas residuales que se vierten de los PTAR. Deberán cumplir con los LMP de esta manera no se alteran de manera significativa la calidad del agua.
- Se debe realizar sensibilizaciones periódicas tanto a las autoridades como a la población adyacente al río sobre el daño que representa el vertimiento de las aguas residuales al cauce natural de los ríos, ya que esto representa pérdida de la flora y fauna y es un foco de contagio de enfermedades.
- Realizar proyectos de Biorremediación con la finalidad de recuperar la calidad del agua del río Higuera.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICOS

- Acevedo, L., Mendoza, C., & Oyón, R. (2001). Coliformes totales, fecales y algunas enterobacterias, *Sthaphylococcus* sp. y hongos en ensaladas para perro calientes expendidas en la ciudad de Maracay, Venezuela. *ALAN*, 366-370.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2022). principales fuentes de la contaminación del agua. Obtenido de [https://www.eea.europa.eu/es/help/preguntas-frecuentes/cuales-son-las-principales-fuentes#:~:text=Las%20principales%20fuentes%20de%20contaminaci%C3%B3n,\(a%20trav%C3%A9s%20del%20aire\).](https://www.eea.europa.eu/es/help/preguntas-frecuentes/cuales-son-las-principales-fuentes#:~:text=Las%20principales%20fuentes%20de%20contaminaci%C3%B3n,(a%20trav%C3%A9s%20del%20aire).)
- ANA. (2020). Estudio de la cuenca del río Higuera (Huánuco). *Repositorio digital de recursos Hídrico*. Obtenido de file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/rj_151-2020-ana.pdf
- ARRONTE, G. R. (2010). CAUDAL ECOLOGICO. *SALUD AL AMBIENTE, AGUA PARA LA GENTE*, 1.
- Berrios, L. (2018). CONTAMINACIÓN DEL RIO NIÑO, AFLUENTE DEL RIO HIGUERAS POR DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES DE LA CIUDAD DE MARGOS, DISTRITO DE MARGOS, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO, PERIODO MARZO - AGOSTO 2018. *tesis para optar el título*. Universidad de Huanuco.
- Branco, S. (1984). limnología sanitaria. *estudio de la polucion del gua*, 120.
- caballero. (2009). investigación científica. *metodología*.
- camila, B. (2013). *Caudal ecológico o mínimo*:. Obtenido de https://derecho.udd.cl/centro-justicia-constitucional/files/2015/11/Caudal_ecologico_o_minimo_regulacion_cri.pdf

Chaparro, S. (2020). *DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DE UN TRAMO DEL RIO TUNJUELO RESPECTO AL pH Y LA DEMANDA BIOLOGICA DE OXÍGENO (DBO)*. Trabajo de grado académico para obtener el título de Ingeniero civil, Universidad catolica de Colombia, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24838/1/101%20Trabajo%20de%20grado%20-%20504283.pdf>

condeso, m. c. (2019). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA DEL MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO DE COCHATAMA - HUÁNUCO - 2019*. Huanuco: UNIVERSIDAD DE HUANUCO.

Delgado, S. (2015). Efecto de la temperatura en el crecimiento microbiano y la biolixiviación sobre la calcopirita por un cultivo microbiano biolixivante. *tesis pregrado*.

Díaz, G. (2018). Determinación de la calidad del agua del río Naranjos mediante el uso de los coeficientes cinéticos de auto depuración, distrito de Pardo Miguel – San Martín, 2017. *(Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario)*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN.

DIGESA. (2017). PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES. *RESOLUCION DIRECTORAL 2254*.

EcoSiglos. (2017). *Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones*. Obtenido de [agua.org.mx: https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/](https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/)

Equipo editorial, Etecé. (2021). relieve. Recuperado el 20 de 04 de 2022, de <https://concepto.de/relieve/>. Última edición: 9 de agosto de 2021.

Fernandez, M. (2017). *Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas*. ICIDCA.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). McGRAW-HILL.
- Hidalgo, G. (2017). *nivel de contaminación del río huallaga entre los distritos de Amarilis y Huanuco debido a la descarga de aguas residuales*. tesis pregrado, Huanuco.
- Larios, F., González, C., & Morales, Y. (2016). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *SABER Y HACER*.
- lopez, B. (23 de abril de 2019). *Coliformes: características, tipos, géneros, enfermedades*. *Lifeder*. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/coliformes/>.
- Marimón, W., & Toussaint, N. (2019). Determinación de un índice global de autodepuración para ríos de montaña a partir de calidad de agua y características hidro-topográficas. (*trabajo de grado*). universidad catolica de colombia.
- MEF. (2021). plan nacional de saneamiento al 2021. Obtenido de <https://lacamara.pe/inversion-en-saneamiento-solo-asciende-al-30-de-lo-proyectado-al-2021/?print=print>
- MINAM. (2017). ESTANDAR DE CALIDAD DEL AGUA. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental*.
- Molero, J., Saez, J., & Soler, A. (2015). *La Autodepuración en las corrientes de Agua*. Tesis Pre-Grado. Obtenido de <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/72890/00820073007882.pdf?sequence=1>
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en Aguas Residuales*. Obtenido de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OMS. (2019). *Agua. Agua, saneamiento e higiene*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>

- Pacheco, I. (2018). Remoción de metales mediante el sistema de autodepuración natural con *Kindbergia Praelonga* (hedw.) Ochyra y *Cladophora* spp. kuetz, del agua del río Huaura, Churin, distrito de Pachangara, provincia de Oyon, 2018. (*TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE*). UNIVERSIDAD CEZAR VALLEJO.
- Planeta. (2021). *causas de la contaminacion*. NYSE. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-y-que-tipos-de-contaminacion-ambiental-existen/>
- PNUMA. (2016). informe sobre la calidad del agua a nivel mundial. *Naciones Unidas*.
- Prashat, J. (2020). La crisis de la contaminación del agua de América Latina y sus efectos en la salud de los niños. Obtenido de <https://www.humanium.org/es/la-tesis-de-la-contaminacion-del-agua-de-america-latina-y-sus-efectos-en-la-salud-de-los-ninos/>
- PV ALBEITAR. (2013). Parámetros fisicoquímicos del agua. *ARTÍCULOS OTROS TEMAS*. Obtenido de https://www.adiveter.com/ftp_public/A3081113.pdf
- Quiroz, L., Izquierdo, E., & Carlos, M. (2018). Estudio del impacto ambiental del vertimiento de aguas residuales sobre la capacidad de autodepuración del río Portoviejo, Ecuador. *Centro Azúcar*.
- Ramoz, L., Vidal, L., & Vilardy, S. (2008). ANÁLISIS DE LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA. *Analysis Of The Microbiological Contamination*, 87.
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutierrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

- Rueda, F. (2020). *Autodepuración y Vertidos en cursos fluviales*. Universidad de Granada, Ingeniería Sanitaria. Obtenido de https://www.ugr.es/~iagua/LICOM_archivos/Tema_AD2DOC.pdf
- Rufino, M. (2021). EL AGUA. *conceptos de*. Obtenido de <https://concepto.de/agua/>
- Saker, V., Abraham, V., & Francisco, J. (2020). *Capacidad de autodepuración de la Ciénaga de la Virgen a partir de la operación del emisario submarino*.
- Sánchez, J. (2016). Coeficientes cinéticos de auto depuración del agua en el río Huallaga. (*tesis de maestría*). Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- SENAMHI. (2010). RIOA ANDINOS. *Aviso meteorologico*.
- Sosa, S. S. (2016). *Prácticas de análisis de laboratorio microbiológicos*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIII/3Practicasdeanalisdelaboratoriomiobiologicos2.pdf>
- Supo, J., & Zacarías, H. (2020). *Metodología de la investigacion Cientifica* (3ra Edicion ed.). spanish edition.
- Tamara, M. (2019). DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACION, DEL RIO HUALLAGA; EN EL TRAMO QUE COMPRENDE EL PUENTE JOAQUIN GARAY, HASTA EL PUENTE RANCHO CON BASE AL BALANCE DE OXIGENO DISUELTO - AMARILIS - HUANUCO, 2019. (*Tesis Para Optar el Título Profesional de INGENIERA AMBIENTAL*). UNIVERSIDAD DE HUANUCO.
- Torres, S., Tapia, I., Goetschel, L., & Pazmino, E. (2020). *Análisis físico - químico e influencia de los minerales disueltos en el sabor del agua*

potable, de las principales plantas de tratamiento de Quito. Enfoque UTE.

Torres, W. (2021). Calidad del agua, en la parte media de la quebrada Misquiyaquillo, mediante uso de Modelación del Oxígeno Disuelto y DBO5 en constantes cinéticas de autodepuración Moyobamba, 2019. *Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario.* UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN.

Valdivieso, A. (2021). cuencas hidrograficas de un rio. *AGUA RESPUESTAS.*

VASQUEZ. (2021). ¿QUÉ ES LA AUTODEPURACIÓN EN LOS RÍOS? LA CAPACIDAD NATURAL DEL AGUA PARA SANARSE. *LUV. IT, 2.*

VELEZ, E. A. (2020). *DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DE UN.* colombia: Universidad Catolica de Colombia.

VILLAR, J. A. (2010). *AURODEPURACION DE LAS AGUAS.* SLIDESHARE.
Obtenido de <https://es.slideshare.net/joseantoniomvillar/autodepuracin-de-aguas>

ANEXO

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RIO HIGUERAS, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, ENTRE HUANCAPALLAC Y EL PUENTE TINGO DEL DISTRITO DE HUANUCO - 2022.”

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Metodología
P. General	O. General		Variable dependiente	
¿Cuál es la capacidad de autodepuración del río Higuera mediante la determinación de coliformes Termotolerantes?	Evaluar la capacidad de autodepuración del río Higuera, mediante la determinación de coliformes Termotolerantes.		Nivel de concentración de Coliformes Termotolerantes en el río Higuera	
P. Específicos	O. Específicos		Indicadores:	Tipo De Investigación:
¿Cuáles son las características ambientales del río Higuera (parámetros físicos del agua)? ¿La calidad del agua del río Higuera es aceptable para el riego de vegetales y bebida de animales? ¿Cuáles son las Fuentes generadoras de contaminación del río Higuera en el tramo de estudio?	- Determinar las características ambientales (parámetros físicos) del río Higuera. - Evaluar si la calidad del agua del río Higuera son aptos para riego de vegetales y bebida de animales. - Identificar las Fuentes generadoras de contaminación del río Higuera.	Hi: El río Higuera, si tiene capacidad de autodepuración, ante la concentración de coliformes Termotolerantes. Ho: El río Higuera, no tiene capacidad de autodepuración, ante la concentración de coliformes Termotolerantes.	Temperatura pH Color conductividad caudal ECAs. Agua cat. 3 Derrame de aguas residuales al río	descriptivo Enfoque: Cuantitativo Diseño Metodológico. Prospectivo
			Variable independiente	
			Indicador:	
			Concentración de coliformes Termotolerantes	

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes 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; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abarico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón); y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lenticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precísese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presentan aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la Información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRÁ
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,340	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,96	2,22	0,710	0,238	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,00	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,266	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	510		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Lito	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
------------------------------	------	------	--	-------

PLAGUICIDAS

Paralón	µg/L	35		35
---------	------	----	--	----

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difetil Tricloroetano (DDE)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4

Carbanato

Aldicarb	µg/L	1		11
----------	------	---	--	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminfos	Huevo/L	1	1	**

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

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

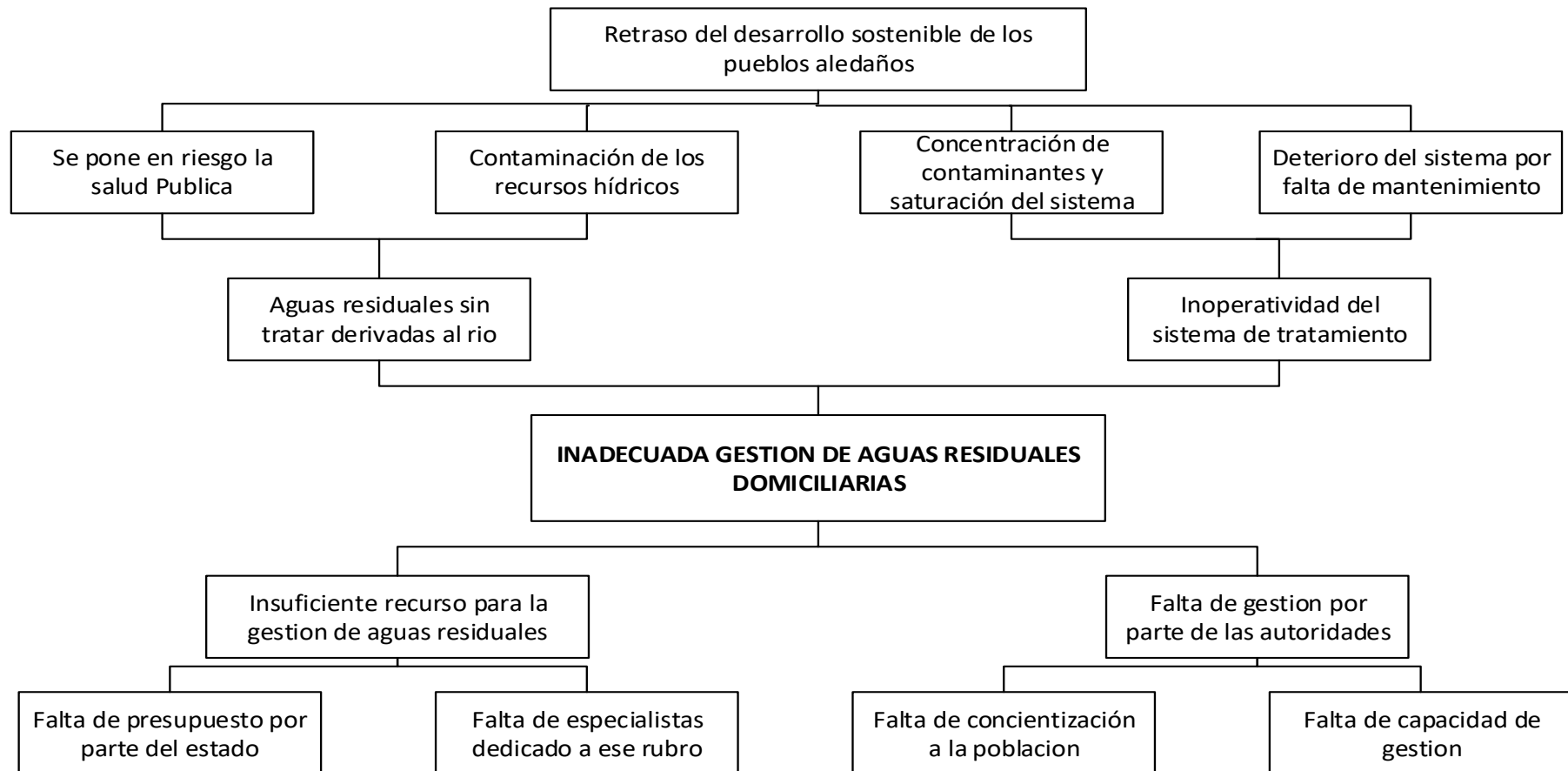
Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

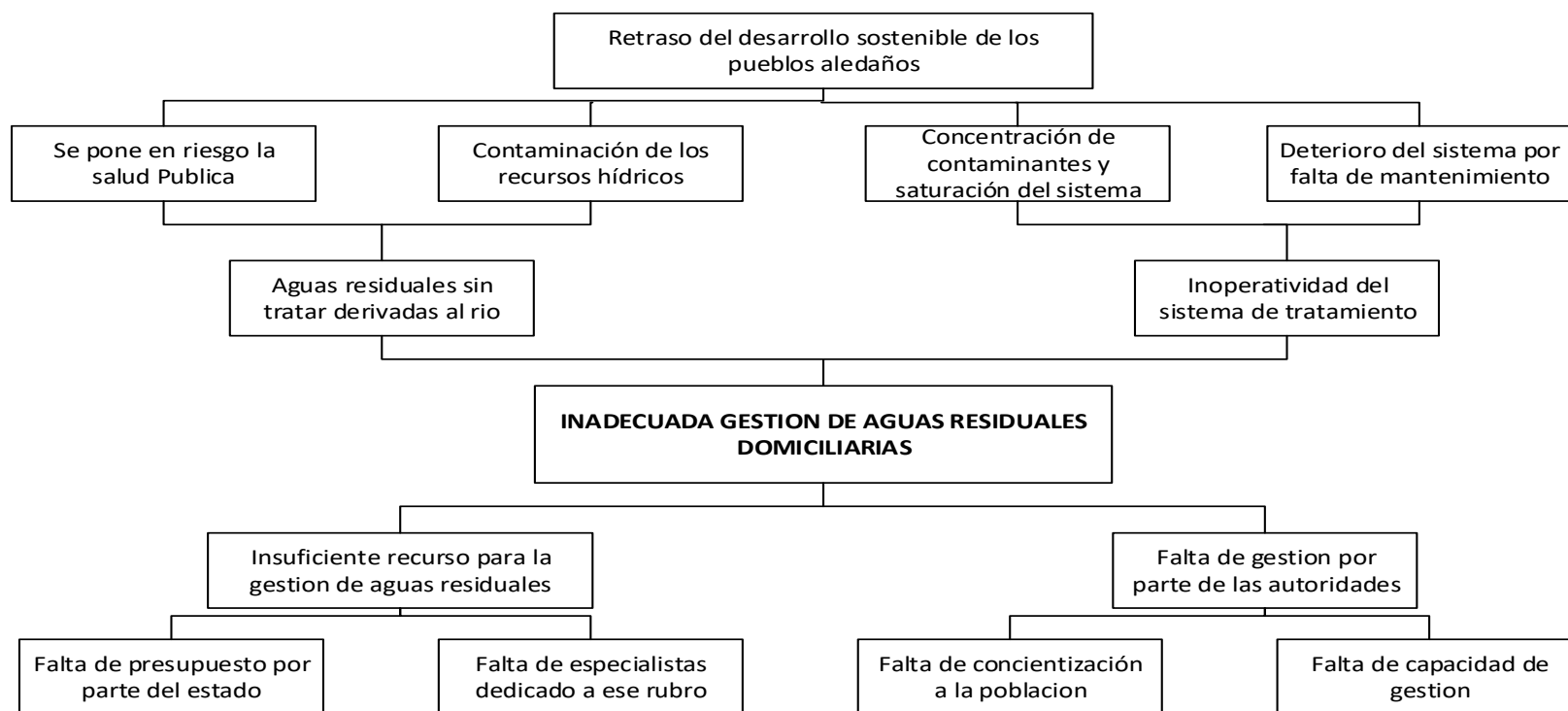
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

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

ANEXO 03: ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 04: ARBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 05: CADENA DE CUSTODIA.

Código Número de Custodia:		Solicitante: <u>Lima Coronel, Jhonatan</u>		DNI: <u>46168912</u>	Firma: <u>[Firma]</u>
Institución:		Dirección: <u>B. las Mercedes 3/A</u>	Distrito: <u>Huancayo</u>	Provincia: <u>Huancayo</u>	Dpto: <u>Huancayo</u>
Teléfono:	Fax:	Responsable del muestreo: <u>Lima Coronel, Jhonatan</u>		Firma: <u>[Firma]</u>	Urgencia: <u>[X] Regular O Alta</u>

ITEM	CODIGO DE LABORATORIO	PUNTO DE MUESTRO	N° DE MUESTRO	MUESTRO		TIPO DE MUESTRO	COORDENADAS UTM		ALTITUD (m s.n.m.)	N° FRASCOS	PARAMETROS FISICOQUIMICOS				PARAMETROS BIOLOGICOS	PARAMETRO IN SITU			OBSERVACIONES
				FECHA	HORA		NORTE	ESTE			Cond (umol/mol)	Sol T (mg/l)	Color UCV	ODI DIS	Coli. Term. UFC/100ml	T (°C)	PH	CAUDAL M³/seg.	
01		P1	2	06/01	7:00 am 3:00 pm	Compost	8902636	352069	2079	2						14	6		
02		P2	2	06/01	7:00 am 3:00 pm	Compost	8902954	354472	2056	2						14	6		
03		P3	2	06/01	7:00 am 3:00 pm	Compost	8902983	354620	2032	2						14	6		
04		P4	2	06/01	7:00 am 3:00 pm	Compost	8902899	357560	1494	2						14	7		

Entregado:			Recibido:				
Nombre y Apellido:	Firma:	Institución/ Empresa	Nombre y Apellido:	Firma:	Institución/ Empresa	Fecha:	Hora:
<u>Lima Coronel Jhonatan</u>	<u>[Firma]</u>		<u>Moby Maria R Cardenas Minaya</u>	<u>[Firma]</u>	<u>DIRESA</u>	<u>06-01-22</u>	<u>3:15 Pm.</u>

Condición y Temperatura de Llegada:	Comentarios:

ANEXO 06: FICHAS DE REGISTRO DE CAMPO

Puntos	Descripción del punto de muestreo	N° de Muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	ph	T (°C)	Q	Observaciones
							Norte	Este	m.s.n.m						
P1	Agua Superficial	2	Huacaya	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902636	352069	2974	06/01/22	7:04 a.m	6	13°		
P2	Agua Superficial	2	Huaycoato	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902954	357472	2056	06/01/22	7:50 a.m	6	13°		
P3	Agua Superficial	2	Huariaco	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902763	354620	2032	06/01/22	8:30 a.m	6	13°		
P4	Agua Superficial	2	La Laguna	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902899	357560	1994	06/01/22	9:15 a.m	7	14°		

REALIZADO POR: Lima Coronel Jhonatan

Huánuco 06 de enero del 2022

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Puntos	Descripción del punto de muestreo	N° de Muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura m.s.n.m	Fecha	Hora	ph	T (°C)	Q	Observaciones
							Norte	Este							
P1	Agua Superficial	2	Huacaya	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902636	852069	2079	06/01/22	10:08 am	06	14°		
P2	Agua Superficial	2	Huayocoto	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902954	357472	2056	06/01/22	10:40 am	06	14°		
P3	Agua Superficial	2	Huayaco	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902763	354620	2032	06/01/22	11:45 am	06	14°		
P4	Agua Superficial	2	Lalaguna	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902899	357560	1994	06/01/22	12:04 mm.	07	15°		

REALIZADO POR: Lima Coronel Jonathan

..... Huanuco 06 de enero del 2022

FICHA DE REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Puntos	Descripción del punto de muestreo	N° de Muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	ph	T (°C)	Q	Observaciones
							Norte	Este	m.s.n.m.						
P1	Agua Superficial	2	Huacapist	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902636	352069	2979	06/01/22	1:02 pm	6	14°		
P2	Agua Superficial	2	Huayacato	Quisqui	Huánuco	Huánuco	8902954	357472	2036	06/01/22	1:30 pm	6	15°		
P3	Agua Superficial	2	Huanico	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902763	354620	2032	06/01/22	1:15 pm	6	15°		
P4	Agua Superficial	2	La Laguna	Huánuco	Huánuco	Huánuco	8902899	357560	1994	06/01/22	2:54 pm	7	15°		

REALIZADO POR: Lima Coronel Jhonatan

Huánuco 06 de enero del 2022

ANEXO 07: ETIQUETAS DE MUESTRA

 Ministerio de Salud Dirección Regional de Salud – Huánuco Laboratorio Microbiológico, Físico – Químico (DIRESA)		COD. LABORATORIO
SOLICITANTE/PROGRAMA:		PUNTO DE MUESTREO:
ORIGEN DE LA FUENTE:		
TEMPERATURA:	HORA:	FECHA:
LOCALIDAD:		DISTRITO:
PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:
PRESERVACION:		
RESPONSABLE DE MUESTREO		

 Ministerio de Salud Dirección Regional de Salud – Huánuco Laboratorio Microbiológico, Físico – Químico (DIRESA)		COD. LABORATORIO
SOLICITANTE/PROGRAMA:		PUNTO DE MUESTREO:
ORIGEN DE LA FUENTE:		
TEMPERATURA:	HORA:	FECHA:
LOCALIDAD:		DISTRITO:
PROVINCIA:		DEPARTAMENTO:
PRESERVACION:		
RESPONSABLE DE MUESTREO		

ANEXO 08: REGISTRO DE IDENTIFICACION DE PUNTO DE MONITOREO

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo del agua:

Clasificación del cuerpo de agua:

Código y nombre de la cuenca o cuerpo marino – costero:

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

(Origen/ Ubicación)

Accesibilidad:

(Describe detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:

(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:

(Describir la finalidad del punto de monitoreo. Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

Reconocimiento del entorno:

(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: ☒ Proyección ☐ Geográficas

Norte/Latitud: Zona:

Este/Longitud: Altitud:

Elaborado por Limas Coronel, Jhonatan Fecha 06/01/22

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo del agua: Rio Higuera
Clasificación del cuerpo de agua: Agua Superficial
Código y nombre de la cuenca o cuerpo marino – costero: 2207 - Alto Huallaga - Sub Cuenca Higuera

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: P2 - RHgu
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)
Descripción: Comunidad Huancapalca
(Origen/ Ubicación)
Accesibilidad: Carretera Huanuco - Unión
(Describe detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)
Representatividad: Alfara del puente Yurayaco Km 9-999
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)
Finalidad del monitoreo: Estudio del Agua
(Describir la finalidad del punto de monitoreo. Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)
Reconocimiento del entorno: Conexión con el río Yurayaco
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito: Quisqui Provincia: Huanuco Departamento: Huanuco
Localidad: Huayocoto
Coordenadas (WGS84): UTM Sistema de coordenadas: ☒ Proyección ☐

Geográficas

Norte/Latitud: 8902954 Zona: 183
Este/Longitud: 357472 Altitud: 2056

Elaborado por Linas Coronel, Jhonatan Fecha 06/01/22

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo del agua:

Rio Huigueras

Clasificación del cuerpo de agua:

Aguas Superficiales

Código y nombre de la cuenca o cuerpo marino – costero:

2207-Alto Huallaga - Sub Cuenca Huigueras

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:

P3 -R Higu.

(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:

(Origen/ Ubicación)

Comunidad Huacapallac

Accesibilidad:

(Describe detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Carretera Huánuco - Unión

Representatividad:

(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Altura del Puente Huariaco

Finalidad del monitoreo:

(Describir la finalidad del punto de monitoreo, Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

Estudio del Agua

Reconocimiento del entorno:

(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

Pasando el puente Huariaco

UBICACIÓN

Distrito:

Huánuco

Provincia:

Huánuco

Departamento:

Huánuco

Localidad:

Huariaco

Coordenadas (WGS84):

UTM

Sistema de coordenadas:



Proyección



Geográficas

Norte/Latitud:

8902 763

Zona:

18 S

Este/Longitud:

354620

Altitud

2032

Elaborado por Lima Coronel, Jonathan

Fecha 06/01/22

REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre del cuerpo del agua: Río Huigueras

Clasificación del cuerpo de agua: Agua Superficiales

Código y nombre de la cuenca o cuerpo marino – costero: 22 ~~007~~ - Alto Huallaga - Sub Cuenca Huigueras

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo: P4 - PHgu
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción: Comunidad Huancapallac
(Origen/ Ubicación)

Accesibilidad: Carretera Huanuco - Unión
(Describe detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad: Salida de Huanuco - La laguna
(Describir el tramo del río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo: Estudio del Agua
(Describir la finalidad del punto de monitoreo. Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante)

Reconocimiento del entorno: 9 pocos metros del puente Aspa
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo)

UBICACIÓN

Distrito: Huanuco Provincia: Huanuco Departamento: Huanuco

Localidad: La Laguna

Coordenadas (WGS84):
 UTM Sistema de coordenadas: ☒ Proyección ☐
 Geográficas

Norte/Latitud: 8902899 Zona: 18 S

Este/Longitud: 357560 Altitud: 1994

Elaborado por Lima Coronel Jonathan Fecha 06/01/22

ANEXO 09: RESULTADO DE LABOARTORIO



PERÚ

Ministerio
de Salud

Dirección Regional
de Salud Huanuco

Laboratorio
Referencial

Washin 08-10-10-10



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG.:001 - 2022- LMAA-LRRSP- HCO



NOMBRE DEL PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RIO HIGUERAS, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, ENTRE HUANCAPALLAC Y EL PUENTE TINGO DEL DISTRITO DE HUANUCO - 2022"

SOLICITANTE : LIMAS CORONEL JHONATAN

DISTRITO : HUANUCO

PROVINCIA : HUANUCO

DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 06-01-22 HORA 07:04 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 06-01-22 HORA: 03:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO

MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº. DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS						ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS		
LOCALIDADES				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color Pt/Co	PH	Temp. °C	Coli. T. NMP/100ml	Coli. Term. NMP/100ml	E.coli P/A
HUACAYA	P-1 A	SUPERFICIAL	001	91	-	-	400	6.5	20	-	5369	Presencia
HUACAYA	P-1 B	SUPERFICIAL	002	96	-	-	429	6.5	21	-	5688	Presencia
HUAYOCOTO	P-2 A	SUPERFICIAL	003	89	-	-	540	6.7	18	-	6511	Presencia
HUAYOCOTO	P-2 B	SUPERFICIAL	004	88	-	-	521	6.6	19	-	6705	Presencia
HUARIACO	P-3 A	SUPERFICIAL	005	92	-	-	530	6.9	20	-	7004	Presencia
HUARIACO	P-3 B	SUPERFICIAL	006	91	-	-	553	6.8	20	-	7011	Presencia
HUANUCO (LA LAGUNA)	P-4 A	SUPERFICIAL	007	98	-	-	562	6.8	20	-	7032	Presencia
HUANUCO (LA LAGUNA)	P-4 B	SUPERFICIAL	008	99	-	-	589	6.7	19	-	7344	Presencia
D.S. N° 004-2017- MINAN ECA Categoría 3 Riego de vegetales y bebidas de animales				2500	-	-	100	6.5-8.4	-	-	1000	P/A

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Total	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Coliforme Fecal	Método Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005.
Escherichia coli	Método de Filtro de Membrana ISO 9308-1:2014 y la ISO 11133:2014.

GOBIERNO REGIONAL HUANUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUANUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Huanuco, 10 de enero de 2022
Mg. M. María Regina Córdova Alvarado
COP 4543
Fono: Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C: 20146045881
Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

ANEXO 10: MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE HUANUCO FACULTAD DE INGENIERIA P.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL			
	TITULO: PLANO DE UBICACIÓN		
	PROYECTO: "ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE AUTODEPURACIÓN DEL RIO HIGUERAS, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES, ENTRE HUANCAPALLAC Y EL PUENTE TINGO DEL DISTRITO DE HUANUCO - 2021."		
ELABORADO POR: LIMAS CORONEL, JHONATAN	ESCALA: 1 : 100 000	DEPARTAMENTO: HUANUCO PROVINCIA: HUANUCO DISTRITO: HUANUCO	N°: 01

ANEXO 11: PANEL FOTOGRAFICO

- Reconocimiento de los Puntos de Muestreo – Fecha 04/01/2022



Reconocimiento de los puntos de muestreo en lugares de fácil acceso para el muestreo



Toma de coordenadas con el GPS de cada punto de muestreo.

- **Ejecución del proyecto. Fecha 06/01/2022**



Llegada al primer punto de muestreo con todos nuestros materiales



Medición de la temperatura del agua del primer punto de muestreo



Medición del PH del agua del primer punto de muestreo



Comparación de las tiras pH metro para identificar el nivel de pH



Medición de la distancia de 50 m. para calcular la velocidad del río, dato para cálculo del caudal del río.



En esta imagen se muestra el lanzamiento del envase midiendo con el cronometro el tiempo que tarda en recorrer los 50 metros.



En esta imagen se muestra la medición de la profundidad del río para el cálculo del caudal del río.



En esta imagen vemos la toma de muestra del agua



En esta imagen se ve el etiquetado de las muestras de agua



En esta imagen vemos la toma del duplicado de la muestra



Muestras tomadas en el punto 1 en la localidad de Huacaya, a la altura del puente Mamayhuachin.



En esta imagen se muestra la llegada al segundo punto de muestreo con todos los materiales.



En esta imagen se ve la toma de las coordenadas del punto exacto donde se tomó la muestra.



En esta imagen vemos el enjuague de 2 a 3 veces el envase



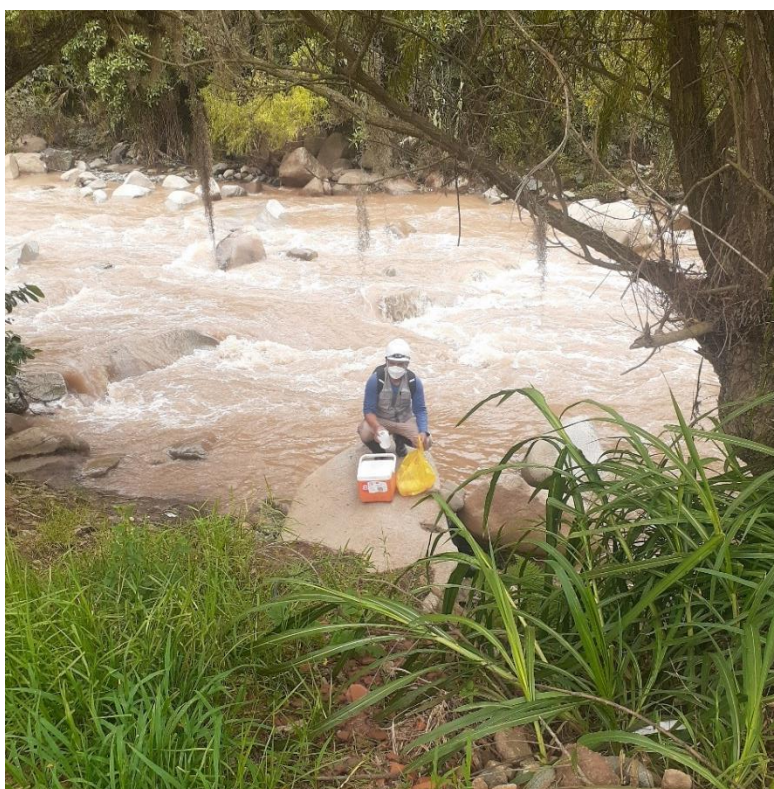
En esta imagen vemos la toma de muestra del punto 2



En la imagen se aprecia el etiquetado de la muestra



Muestras tomadas en el punto 2 en la localidad de Huayocoto a la altura del puente Yurayacu.



Llegada al punto 3 en la localidad de Huariaco a la altura del puente Huariaco.



En esta imagen vemos la toma de coordenadas UTM del tercer punto exactamente donde se tomó las muestras.



En esta imagen vemos la toma de muestra de agua del punto 3



En esta imagen vemos el etiquetado de las muestras del punto 3



En esta imagen se aprecia la toma de muestra del punto 4 en el barrio La Laguna del distrito de Huánuco.



En esta imagen se aprecia la toma del duplicado de la muestra del punto 4.



En esta imagen vemos el etiquetado de las muestras del punto 4

Nota: es importante mencionar que los mismos pasos se prosiguió tanto para la segunda y tercera repetición de la toma de muestra compuesta, no se muestra en el panel para acotar el tamaño del archivo.



En esta imagen apreciamos la culminación de la jornada con todas las muestras completas listas para su traslado al laboratorio con su respectiva cadena de custodia.



En esta imagen se aprecia la entrega de las muestras al laboratorio de la DIRESA Huánuco.

Fuentes de contaminación del rio higueras



En esta imagen se aprecia una letrina ubicada a la orilla del rio Higueras



En esta imagen se aprecia el material excedente de la carretera a la orilla del rio.



En esta imagen se aprecia como disponen sus materiales excedentes directamete al rio Higueras.



En esta imagen se aprecia la conexión del desagüe directamente al rio, y es donde las personas realizan sus actividades la lavandería.



En esta imagen se aprecia una letrina donde el desagüe vierte directamente al río Yurayacu que es uno de los afluentes del río Higuera.



En esta imagen se aprecia la conexión del río Yurayacu donde sus aguas es demasiado turbia



En esta imagen se aprecia que un desagüe desemboca directamente al río Yurayacu la cual termina en el río Higuera



En esta imagen se aprecia como los pobladores lavan su herramientas y materiales después de trabajo agrícola.



En esta imagen se aprecia como un volquete descarga desmontes provenientes de la construcción civil directamente al río.



En esta imagen se aprecia el botadero de chilipampa donde vierten directamente al río higuerras