

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA**  
**AMBIENTAL**



**TESIS:**

**“RELACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS  
COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA  
QUEBRADA UCHPAS, EN EL CENTRO POBLADO DE SAN  
JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE  
CAYRAN, PROVINCIA Y REGIÓN HUÁNUCO, MAYO – JULIO  
2019”**

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

**TESISTA**

Bach. MORALES AGUIRRE, Carolay Estefany

**ASESOR**

Blgo. DURAN NIEVA, Alejandro Rolando

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2019**



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
*Facultad de Ingeniería*

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:00 horas del día 17 del mes de OCTUBRE del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

M.G. FRANK ERICK CAMARA HANCO (Presidente)  
M.G. CRISTIAN JOEL SALAS VISCANA (Secretario)  
M.G. SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO UMBAS (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1175-2019-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada:

"RELACION DE MACROINQUENTEBRADOS ACUATICOS COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA CUEBRADA UCHPIS, EN EL KENTIO PUEBLADO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN, PROVINCIA Y REGION HUANUCO, MAYO Julio - 2019", presentada por el (la) Bachiller CAROLAY ESTEFANY MORALES AGUIAR, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental

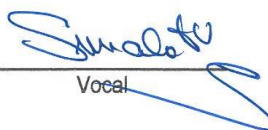
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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 (a) APROBADO por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 17:10 horas del día 17 del mes de OCTUBRE del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## **DEDICATORIA**

Dedico este presente trabajo a mis padres, Franco y Lourdes por ser el apoyo incondicional en todo momento, valoro el esfuerzo y sacrificio que hicieron permitiéndome cumplir uno de mis objetivos.

A mis hermanos Frank, Jaqueline y Benjamín por ser el apoyo y cimiento en mi vida.

En especial a mi mamá Cami, quien desde cielo guía mi camino.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme la vida y fortaleza en mí día a día, agradecerle la dicha de tener a mi familia unida y con salud.

A mis padres por enseñarme a no desfallecer ni rendirme ante los problemas y levantarme para continuar el camino a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos y familia en general por ser el apoyo constante y motivo de mi superación.

Doy gracias a mis profesores de la universidad que me brindaron sus conocimientos, y me guiaron durante mi formación profesional. A mi asesor el Biólogo Alejandro Rolando Duran Nieva quien me apoyo durante todo el proceso, la elaboración y ejecución de este proyecto.

A mis amigos por formar parte de mi crecimiento y desarrollo como persona, en especial a mi amiga Yesabella por estar siempre ahí en todo momento y formar parte también de este trabajo demostrando su calidad humana.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia por brindarme el apoyo en el uso del laboratorio de microbiología e inmunología, haciendo posible completar con el desarrollo del proyecto.

## INDICE

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
GLOSARIO DE TERMINOS .....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. Descripción del problema.....	14
1.2. Formulación del problema.....	16
1.2.1. Problema General .....	16
1.2.2. Problemas Específicos.....	16
1.3. Objetivos .....	17
1.3.1. Objetivo general .....	17
1.3.2. Objetivos específicos.....	18
1.4. Justificación de la investigación .....	19
1.5. Limitaciones de la investigación .....	21
1.6. Viabilidad de la investigación .....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. Antecedentes .....	22
2.1.1. Nivel Internacional.....	22
2.1.2. Antecedentes Nacionales – relacionadas al tema .....	26
2.1.3. Antecedentes locales.....	31
2.2. Bases teóricas .....	31
2.3. Definiciones conceptuales.....	54
2.4. Hipótesis .....	57
2.5. Variables.....	57
2.5.1. Variable dependiente .....	57
2.5.2. Variable independiente.....	57
2.6. Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores).....	58
CAPÍTULO III.....	59
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	59
3.1. Tipo de investigación.....	59
3.1.1. Enfoque .....	59

3.1.2. Alcance o nivel .....	59
3.1.3. Diseño .....	59
3.2. Población y muestra .....	60
3.2.1. Población .....	60
3.2.2. Muestra .....	60
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	61
3.3.1. Para la recolección de datos – trabajo en campo .....	61
3.3.2. Para la presentación de datos.....	71
3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos .....	71
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	<b>76</b>
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>76</b>
4.1. Procesamiento de datos .....	76
4.2. Contratación de hipótesis y prueba de hipótesis .....	81
<b>CAPÍTULO V</b> .....	<b>86</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>86</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>89</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>94</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>99</b>

## TABLAS

<b>TABLA 01:</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológico eca para agua categoría 4 – subcategoría e2.....	53
<b>TABLA 02:</b> Orden y familia de macroinvertebrados acuáticos en la “quebrada uchpas” .....	60
<b>TABLA 03:</b> Ubicación y descripción de las estaciones de muestreo de macroinvertebrados en la “Quebrada Uchpas” .....	62
<b>TABLA 04:</b> Determinación de factor de corrección $f_c$ para cálculo de caudales por el método del flotador .....	67
<b>TABLA 05:</b> Establecimiento de la calidad del agua a partir del puntaje del índice biótico andino. (ACOSTA R., 2009) .....	74
<b>TABLA 06:</b> Presentación de los datos de campo, según punto de monitoreo en la quebrada de uchpas .....	76
<b>TABLA 07:</b> Identificación de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico .....	77
<b>TABLA 08:</b> Identificación de la calidad del agua mediante la puntuación del índice biótico andino (ABI).....	78
<b>TABLA 09:</b> Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA) .....	79
<b>TABLA 10:</b> Evaluación de la normalidad de las variables y de cada uno de los indicadores de los parámetros a analizar.....	80
<b>TABLA 11:</b> Análisis de la correlación entre el factor hidrológico (caudal del río) y la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua.....	81
<b>TABLA 12:</b> Relación entre la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y los parámetros fisicoquímicos.....	82

**TABLA 13:** Relación entre el recuento de coliformes totales y el recuento de bacterias heterotróficas con la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y los parámetros fisicoquímicos ..... 84

**TABLA 14:** Relación entre la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua ..... 85



## ANEXOS

<b>ANEXO 1.</b> Matriz de consistencia .....	100
<b>ANEXO 2.</b> Árbol de problema - causa - efecto.....	101
<b>ANEXO 3.</b> Árbol de objetivo - medios - fines.....	102
<b>ANEXO 4.</b> Formato para datos de campo .....	103
<b>ANEXO 5.</b> Registro de datos en campo – parámetros in situ.....	104
<b>ANEXO 6.</b> Resultado del análisis de agua fisicoquímico y microbiológico.....	105
<b>ANEXO 7.</b> Datos de caudal – método del flotador .....	106
<b>ANEXO 8.</b> Numero de familias taxonómicas encontradas en la zona de estudio – puntaje ABI.....	109
<b>ANEXO 9.</b> Clasificación de los macroinvertebrados acuáticos en los 7 puntos de muestreo.....	110
<b>ANEXO 10.</b> Plano de ubicación de los puntos de muestreo del área del proyecto de tesis .....	114
<b>ANEXO 11.</b> Panel fotográfico – trabajo de campo .....	115
<b>ANEXO 12.</b> Panel fotográfico – clasificación de los macroinvertebrados.....	119
<b>ANEXO 13.</b> Informe de ensayo nº 32-2019: agua quebrada uchpas (punto1) .....	127
<b>ANEXO 14.</b> Informe de ensayo nº 33-2019: agua quebrada uchpas (punto2) .....	128
<b>ANEXO 15.</b> Informe de ensayo nº 34-2019: agua quebrada uchpas (punto3) .....	129
<b>ANEXO 16.</b> Oficio de autorizacion de uso del laboratorio de microbiologia e inmunologia de la FMVZ .....	130
<b>ANEXO 17.</b> Resolución de nombramiento de asesor .....	131
<b>ANEXO 18.</b> Resolución de aprobación del proyecto de investigación.....	132

## **GLOSARIO DE TERMINOS**

<b>OD</b>	: Oxígeno Disuelto
<b>CE</b>	: Conductividad Eléctrica
<b>DQO</b>	: Demanda Química de Oxígeno
<b>DBO</b>	: Demanda Bioquímica de Oxígeno
<b>MIA</b>	: Macroinvertebrados Acuáticos
<b>ECA</b>	: Estándares de Calidad Ambiental
<b>ABI</b>	: Índice Biótico Andino
<b>RED TIPO D-NET</b>	: Método de muestreo
<b>CERA-S</b>	: Calidad Ecológica de Ríos Andinos
<b>FC</b>	: Factor de Corrección

## RESUMEN

Este trabajo de investigación fue realizado con la finalidad de determinar la relación que tienen los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua en la quebrada Uchpas ubicado en el distrito de San Francisco de Cayran. Para el manejo de datos se establecieron 7 puntos de monitoreo ubicados respectivamente en la parte baja de la microcuenca, donde se encontraron 17 familia taxonómicas de macroinvertebrados acuáticos, correspondiente a 7 órdenes, destacando la Coleóptera, Díptera, Trichoptera, Plecóptera y Ephemeroptera. De la misma manera se hizo un análisis físicoquímico y microbiológico del agua considerando parámetros como Oxígeno disuelto, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, pH, Conductividad, Nitratos, Nitritos, Coliformes totales y Bacterias heterotróficas, todas estas fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), siendo aceptable dentro de su categoría. Para la calificación y puntuación de los macroinvertebrados se aplicó el Índice Biótico Andino (ABI), que consiste en una escala de valores asignada a cada familia variando de 1 donde la tolerancia es mayor y de 10 perteneciente a las familias más sensibles. Se pudo determinar una buena calidad del agua en base a los puntos evaluados y a las familias taxonómicas presentes, teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% (0.05), no pudo ser demostrado la relación entre las variables de estudio que señala que la cantidad de macroinvertebrados no está relacionada a la calidad del agua. Abriendo la posibilidad de una investigación mucho más exhaustiva.

**Palabras claves:** Macroinvertebrados acuáticos, índice ABI, familia taxonómica, calidad de agua, quebrada Uchpas.

## ABSTRACT

This research work was carried out in order to determine the relationship of aquatic macroinvertebrates as indicators of water quality in the Uchpas stream located in the San Francisco de Cayran district. For data management, 7 monitoring points were established, located respectively in the lower part of the microbasin, where 17 taxonomic families of aquatic macroinvertebrates were found, corresponding to 7 orders, highlighting the Coleoptera, Diptera, Trichoptera, Plecoptera and Ephemeroptera. In the same way a physicochemical and microbiological analysis of the water was carried out, considering parameters such as dissolved oxygen, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand, pH, conductivity, nitrates, nitrites, total coliforms and heterotrophic bacteria, all these were compared with the standards of Environmental Quality (ECA), being acceptable within its category. For the qualification and score of the macroinvertebrates, the Andean Biotic Index (ABI) was applied, which consists of a scale of values assigned to each family, varying from 1 where tolerance is greater and 10 belonging to the most sensitive families. It was possible to determine a good quality of the water based on the evaluated points and the taxonomic families present, taking into account a level of significance of 5% (0.05), it could not be demonstrated the relationship between the study variables that indicates that the quantity of macroinvertebrates is not related to water quality. Opening the possibility of a much more exhaustive investigation.

**Key words:** Aquatic macroinvertebrates, ABI index, taxonomic family, water quality, broken uchpas

## INTRODUCCIÓN

El uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de calidad de agua empezó hace más de 100 años en Europa. Hoy en día, constituye una herramienta muy útil y de relativamente bajo costo, por lo que es ampliamente utilizado en todo el mundo. A diferencia de los análisis físicos y químicos, los cuales representan la condición del agua en el momento del muestreo, los indicadores biológicos muestran tendencias a través del tiempo, es decir, se pueden comparar condiciones pasadas y presentes. (Santamaría & Vega, 2016).

Fue tomada como zona de estudio la Quebrada Uchpas debido a la escasa información que se cuenta, siendo el objetivo principal determinar las condiciones que presenta el cuerpo de agua evaluando los aspectos biológicos, considerando su importancia en la conservación y valoración de los recursos. Como parte de la investigación se consideró la posible relación de los macroinvertebrados acuáticos con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, así como también el enfoque en la diversidad presente y los factores hidrológicos que intervienen.

El estudio de las cuencas hidrográficas como parte de la investigación es de suma importancia en la determinación de la calidad del agua en vista que nuestra región sufre de carencia en este sentido, sería de interés generar una motivación a investigaciones futuras, de esa manera poder crear una base de datos actualizada, conociendo el estilo de vida y adaptaciones a los que se ven sometidos dichos individuos.

En el informe se detalla la metodología empleada para el muestreo, identificación y clasificación de los macroinvertebrados, así como también el manejo de resultados, contrastación de hipótesis y conclusiones obtenidas en todo el trabajo de investigación.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

Los ríos son ecosistemas únicos y excepcionales por su diversidad, importancia y magnitud de las funciones ecosistémicas que en ellos ocurren. Por un lado proveen agua para diversas necesidades humanas como agricultura, ganadería, industria, y uso doméstico. Por otro lado, cumplen funciones globales importantes como autopurificación del agua, control de inundaciones y sequías, regulación de los flujos de sedimento, nutrientes y salinidad de estuarios, y mantenimiento de hábitat para peces, aves y otras forma de vida silvestre (Encalada, Rieradevall, Touma, & Garcia, 2011).

A pesar de su gran importancia, muchos ríos alrededor del mundo se encuentran muy deteriorados, debido a la extracción excesiva del agua, o a otros contaminantes generados en las ciudades, pueblos, campos agrícolas o industrias circundantes. A estos problemas de contaminación y sobre-explotación, hay que añadir el escaso conocimiento que aún existe entre los gestores de este recurso y público en general acerca de la importancia y funcionamiento de nuestros ecosistemas acuáticos.

Hablar de calidad ecológica de los ríos es hablar de su salud o su funcionamiento como ecosistemas. La calidad ecológica es una medida integral del estado en el que se encuentra el ecosistema e incluye la evaluación tanto de los alrededores del río como del ambiente acuático (Encalada, Rieradevall, Touma, & Garcia, 2011).

La buena salud de los ecosistemas acuáticos y la buena calidad del agua dependen de cómo manejamos nuestra cuenca y los recursos hídricos. Este manejo y las alteraciones producidas en la ribera y en el canal modifican la calidad ecológica del río. Diagnosticar el estado de salud de los ríos nos permite identificar los problemas de contaminación y definir estrategias o cambios en nuestras costumbres que nos permitan mejorar la calidad del agua que utilizamos y proteger los ecosistemas acuáticos y las especies que viven en los.

Además de la importancia para los ecosistemas, los macroinvertebrados acuáticos se usan como bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua (Roldán Perez G. , 2016). Son todos aquellos organismos que viven en el fondo de sistemas acuáticos tales como ríos o lagos y están adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas (Rueda, Mesquita, Valentín, & Dies, 2013).

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la relación que existe entre la comunidad de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua, utilizando a estos individuos como bioindicadores en la quebrada de Uchpas (Huánuco -Perú), lugar donde se recolectaron las muestras y análisis correspondiente.



## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la relación de los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

¿Cómo se relaciona el factor hidrológico con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

¿Cómo se relaciona los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

¿Cómo se relaciona los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

¿Cómo se identifica la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico que pertenecen, en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

¿Cómo se evalúa la calidad del agua mediante la puntuación del índice biótico andino (ABI) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

¿Cómo se determinan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la relación de macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Identificar la relación que existe entre el factor hidrológico con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

Establecer la relación que existe entre los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

Establecer la relación que existe entre los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

Identificar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico que pertenecen, en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

Determinar la calidad del agua mediante la puntuación del índice biótico andino (ABI) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.

#### **1.4. Justificación de la investigación**

Los ríos son ecosistemas de aguas corrientes sometidos a la influencia del clima y las características que presenta la cuenca, por lo que no es ajeno al daño que ocasionan las actividades antrópicas que día a día va en aumento, es por ese motivo que en la actualidad existe un interés en la preservación de los ecosistemas fluviales. Sin embargo la situación económica en nuestro país y diversos factores no han podido encontrar un equilibrio entre el medioambiente y la realidad social de las comunidades.

El mal manejo de los recursos hídricos se ha convertido en un problema ambiental a nivel mundial, debido al aumento de la degradación de los ríos. De igual manera, la expansión de la frontera agrícola ha desencadenado situaciones de aportación de sustancias orgánicas e inorgánicas a los suelos andinos conduciendo sus fluidos

hacia las aguas subterráneas y posteriormente culminando en los ríos; siendo las sustancias principalmente pesticidas y plaguicidas. (Elbrecht, 2016).

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado tradicionalmente con base en los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Sin embargo, en los últimos años, muchos países han aceptado la inclusión de la comunidad acuática como un hecho fundamental para evaluar la calidad de los ecosistemas acuáticos. Es un hecho que la composición de las comunidades de macroinvertebrados refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos. Por ello la evaluación basado en estos organismos han sido ampliamente utilizados desde hace varias décadas como una parte integral del monitoreo de la calidad del agua. (Roldan Perez, 2003).

Estudios realizados hoy en día consideran a los macroinvertebrados acuáticos en un grupo biológico más usados como bioindicadores en cuanto a la calidad del agua ubicando a cada especie con una determinada puntuación, de manera que desempeñan cualidades entre amplia distribución geográfica, su taxonomía conocida y el desarrollo de ciclos de vida largos. Los países de la Unión Europea han sido líderes en este proceso. Los estudios basados en esta metodología han permitido un conocimiento del estado ecológico de sus ríos y lagos, los cuales les sirvió de base para elaborar planes para una sorprendente recuperación en los últimos veinte años. (Roldan Perez, 2003).

Siendo esa una de las razones que dio como iniciativa a la propuesta del proyecto, considerando como patrón de investigación a la comunidad de macroinvertebrados y su relación con la calidad del agua, de esa manera evaluando las condiciones del hábitad, su alrededor y los factores que afecten a los individuos. La valoración respectiva de cada familia y orden correspondiente.

## **1.5. Limitaciones de la investigación**

Entre la principal limitación del presente proyecto de investigación se tuvo la poca accesibilidad a la parte alta de la quebrada Uchpas, ya que el centro poblado San José de Uchpas se encuentra alejado aproximadamente con una distancia de hora y media de la ciudad de Huánuco con una limitación en movilidad.

## **1.6. Viabilidad de la investigación**

### **1.6.1. Viabilidad técnica**

La presente investigación resultó viable pues se contó con la disponibilidad de recurso humano calificado en el apoyo de la investigación a través del asesoramiento técnico para el desarrollo del proyecto por parte de un docente designado por la universidad.

Los materiales utilizados son de fácil manejo y acceso para el desarrollo del proyecto.

### **1.6.2. Viabilidad económica**

Se contó con los recursos económicos por parte del investigador para el desarrollo de las actividades durante la investigación.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Nivel Internacional

**Guareschi (2015) España, en su investigación titulado “Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos y sus hábitat en la península ibérica”** nos menciona en el primer capítulo el estudio de la riqueza de familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los Parques Nacionales de Montaña de la España peninsular, detectando que el conjunto de los seis parques estudiados (Picos de Europa, Ordesa, Aigüestortes, Cabañeros, Monfragüe y Sierra Nevada) incorpora el 66.2 % de las familias ibéricas, destacando Picos de Europa y especialmente Cabañeros. La elevada riqueza taxonómica de Cabañeros parece relacionada con su alta heterogeneidad ambiental, que origina una importante diversidad de ambientes acuáticos que, junto con la ausencia de condiciones climáticas extremas, permite la colonización de un elevado número de taxones. La combinación de cuerpos de agua lóticos y leníticos a diferentes altitudes ofrece la mejor representación de la diversidad de macroinvertebrados en estos ambientes protegidos.

Con respecto a la evaluación de posibles indicadores de biodiversidad acuática, la riqueza de familias de coleópteros mostró la correlación de Spearman más alta con la riqueza total de familias de macroinvertebrados ( $r= 0.86$ ) y con la riqueza remanente ( $r= 0.78$ ), por

lo que este grupo puede ser considerado como un buen sustituto de la biodiversidad de macroinvertebrados en zonas montañosas bien conservadas. Dicho indicador podría complementarse con el uso de la riqueza de familias de odonatos en medios lenticos.

**Rueda (2015), nos menciona en su investigación realizada en la Universidad de Valencia titulada “Biodiversidad y ecología de metacomunidades de macroinvertebrados acuáticos de las malladas de la Devesa y del Racó de l’Olla”.** El objetivo general de este trabajo se centra en reconocer los principales patrones de distribución y abundancia de los grupos de invertebrados acuáticos en las lagunas Peridunares de la restinga del lago de la Albufera, e intentar relacionar esos patrones con las características del medio en que habitan para poder así entender mejor los procesos estructuradores de estas comunidades acuáticas. Obteniendo las siguientes conclusiones, entre los invertebrados más comunes encontramos los Diptera, seguidos por los Ostracoda y Coleoptera. Los más abundantes fueron los Cladocera, a pesar de estar presentes en menos muestras. Destacamos la importante presencia de Culicidae durante 2004 en el que se muestreó un mayor número de malladas temporales. Como muestra el análisis de correspondencias canónicas, determinados grupos taxonómicos como los Culicidae y Branchiopoda están asociados con la temporalidad y ausencia de peces, particularmente durante la campaña de 2004. Los Hydridae, Tubificidae y Ephemeroptera, entre otros, lo hacen con aguas más dulces y permanentes coincidiendo con las muestras de 2005. Los Polychaeta,



Bivalvia y Malacostraca entre otros, se encuentran en aguas de mayor salinidad, mejor conectadas y de mayor superficie como son las muestras de 2006 en el Racó de l'Olla y las del lago artificial en 2004.

**Liñero et al (2016), en el artículo “Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados”** nos menciona que los macroinvertebrados bentónicos son ampliamente utilizados como bioindicadores, porque constituyen la mayoría de las especies presentes en los ríos. La geografía de Ecuador está surcada por una importante red hidrográfica, con numerosos ríos que se originan principalmente de los elevados relieves andinos y vierten en dos cuencas: Amazonas y Pacífico. Muchos de ellos presentan fuertes impactos antrópicos. El principal objetivo de la investigación fue evaluar la calidad del agua de la corriente Mojarrero utilizando índices bióticos (índice BMWP / Col) llegando a la siguiente conclusión donde la fauna estuvo representada por once órdenes y 29 familias. El orden más abundante fue Coleoptera, lo que representa 42,70% del total recogido organismos, seguido de Diptera (19,01%) y Ephemeroptera (11,38%). La familia más abundante fue Elmidae, con 568 individuos, (37,37% de los organismos totales), seguido de Chironomidae (11,38%) y Baetidae (7,24%), valores de índice de indicar que el río tiene una buena salud del medio ambiente en las secciones de alta y baja.

**Changas et al (2017), menciona en su artículo “Uso de la estructura de comunidades de macroinvertebrados bentónicos como indicador de calidad del agua en ríos en el sur del país Brasil”,** lo siguiente, los macroinvertebrados bentónicos se ven afectados por la alteración de los sistemas acuáticos, que disminuyen o aumentan su población. El conocimiento sobre macroinvertebrados bentónicos puede utilizarse para conocer la calidad del agua de los lagos y los ríos, ya que estos organismos responden a las variaciones en las condiciones ambientales. El objetivo de este estudio fue utilizar la estructura de comunidades de macroinvertebrados como indicador de calidad ambiental en dos ríos de abastecimiento público en el municipio de Erechim, Estado de Rio Grande do Sul. Las colectas se realizaron mensualmente de noviembre de 2014 hasta abril de 2015, utilizando muestreador tipo Surber. Para la evaluación de las condiciones ambientales se aplicó un protocolo de evaluación rápida (PAR). Se identificaron 4.096 macroinvertebrados, distribuidos en 41 los taxones de Annelida, Nematoda, Crustacea, Arachnida e Insecta. Los dos ríos presentaron los fragmentos con alteración antrópica en los márgenes y los ambientes más alterados fueron asociados con la mayor abundancia del grupo trófico recolector-recolector. Integrar el método de evaluación de la diversidad de hábitats con análisis de la comunidad bentónica puede ser un método eficiente para obtener los parámetros más completos de la calidad del agua y la degradación de los sistemas agua.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales – relacionadas al tema

**Pimentel (2014), presento en la Universidad Nacional Agraria la Molina la siguiente investigación titulada: “Análisis desde la perspectiva de los Índices Bióticos, ECA - Agua y Manejo Adaptativo; usando Macroinvertebrados Bentónicos en ríos Altoandinos - Camisea 2009-2012”** el objetivo general consistió en Analizar y Contrastar las tres (03) herramientas de evaluación de la calidad del agua desde la perspectiva de Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA-Agua), Índices Bióticos (ABI, BMWP, ASPT, IBF y EPT) basados en macroinvertebrados bentónicos, y la teoría de Manejo Adaptativo desde el análisis de atractores; en las cinco estaciones de los ríos del sector sierra del proyecto Camisea. 2009-2012. Obteniendo como conclusión las siguientes: 1.- Según las pruebas estadísticas t de Student, Wilcoxon y Two-way ANOSIM no existen diferencias entre las subestaciones AAR y AAB respecto a los resultados de calidad del agua mediante los índices bióticos, los índices comunitarios y los valores de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Esto puede deberse a la capacidad resiliente desde la etapa de impacto (construcción del gasoducto), el sistema absorbió la perturbación inicial y encontró un nuevo estado de equilibrio, por ende la presencia del ducto no genera un impacto sobre la calidad del río. 2.- Según los resultados de los índices bióticos evaluados, la calidad del agua en la mayoría de estaciones osciló entre dos categorías, regular y buena, a excepción de la estación Torobamba (la más impactada) que presenta calidad mala en la mayoría de sus evaluaciones. 3.-

Empleando el análisis de componentes principales las variables que definieron la trayectoria del atractor de la temporada seca fue: la conductividad, los sólidos totales disueltos y el arsénico. Respecto al atractor de la temporada húmeda fueron: los sólidos totales suspendidos, la concentración de plomo, zinc y la variable ECA.

**Trama (2014), realizó la siguiente investigación “Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del bajo Piura”** su objetivo general fue Evaluar el efecto de los plaguicidas y otros contaminantes utilizados en el cultivo de arroz sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos y la calidad del agua en la cuenca baja del río Piura y humedales naturales asociados. Las conclusiones fueron las siguientes: 1.- Los plaguicidas (Carbofuran, Carbosulfan, Etoprofos y Fenvalerato), y los nutrientes (Potasio, Fósforo y fuentes nitrogenadas) utilizados en el sistema de riego-drenaje en el sector Muñuela Margen Derecha afectaron negativamente a las comunidades de macroinvertebrados en el punto P2 (drenaje principal) en comparación con P1 (control) como se predijo en la hipótesis de investigación general. 2.- El punto control tuvo siempre mayores valores de riqueza de familias y taxa, tanto total como media y los puntos de drenaje y el canal que va al manglar (P3) perdieron biodiversidad. Además, el punto control presentó siempre una abundancia de más del doble para la mayoría de los órdenes y específicamente para los insectos, en comparación con el drenaje general, coincidiendo con lo predicho en la

primera hipótesis de investigación. 3.- Solo un 50 por ciento de las especies fueron compartidas entre los puntos evaluados mostrando una pérdida de complejidad estructural de la comunidad de macroinvertebrados del punto control al drenaje del sistema y luego al canal que va al manglar. 4.- El manejo realizado a las parcelas de arroz modificó los factores fisicoquímicos en el agroecosistema, condicionando el establecimiento de varios grupos de macroinvertebrados. El manejo de la parcela VAC presentó un mejor efecto en los macroinvertebrados que el manejo de MVI y el de JTT respectivamente. Mientras que dentro de cada parcela el manejo del cultivo tuvo un efecto negativo sobre la riqueza y abundancia de macroinvertebrados evidenciándose en la disminución de las variables de biodiversidad desde la entrada a la salida.

**Vasquez (2014), Universidad Nacional de Trujillo, presento el siguiente proyecto “Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú) 2014”.** El objetivo general fue: evaluar la calidad del agua utilizando como indicadores a los macroinvertebrados acuáticos y a algunos parámetros físico-químicos: pH, nitritos LR (mg/L), nitratos (mg/L), fosfatos (mg/L), Cromo VI HR ( $\mu\text{g/L}$ ) y Aluminio (mg/L), en ocho puntos de muestreo en la microcuenca del río Tablachaca (distrito de Pampas, provincia de Pallasca, departamento de Ancash, Perú), entre agosto y diciembre del 2014. En conclusión, 1.- según los macroinvertebrados capturados en la microcuenca del río Tablachaca: los ríos Paragón y Puente Hondo

presentan una calidad biológica aceptable. Los ríos: Conzuso, Puente Piedra, Conchucos y Tablachaca presentan una calidad biológica regular. Contrariamente el río Pelagatos presenta una calidad biológica mala y el río Pampas una calidad biológica pésima. Sin embargo según los parámetros fisicoquímicos evaluados, a excepción de los fosfatos, los valores de estos parámetros se encuentran dentro de los límites establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Agua, según el DS 002-2008-MINAM, 2.- Los macroinvertebrados de la microcuenca Tablachaca, en el distrito de Pampas, en el 2014 están constituidos por 10 Órdenes; distribuidos en 31 familias. La clase insecta es el grupo más representativo, con 24 familias.

**Romero & Tarrillo (2017), presento en la Universidad de Lambayeque la investigación titulada “Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca”** se consideró como objetivo principal Evaluar la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca durante agosto, diciembre 2016 y marzo 2017, a su vez se plantearon los siguientes cuatro objetivos específicos que permitieron garantizar el logro del principal, siendo el primero el de caracterizar la calidad fisicoquímica del agua con los parámetros de altitud, caudal, temperatura, potencial de hidrógeno (pH), conductividad eléctrica, demanda biológica de oxígeno (DBO5) y oxígeno disuelto (OD); el segundo es identificar y describir a

las familias de macroinvertebrados bentónicos encontrados en las zonas de muestreo; el tercero es determinar la calidad del agua utilizando tres índices bióticos: el Índice Biótico Andino (ABI), Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (ETP) y Biological Monitoring Working Party (BMWP), durante las épocas de creciente y vaciante; por último analizar la relación entre los parámetros fisicoquímicos y los Macroinvertebrados bentónicos presentes en la quebrada. La conclusión fue la siguiente, se determinó la calidad del agua utilizando los tres índices bióticos, en el cual mediante el uso del Índice EPT solo se logró determinar un tipo de calidad que es pobre en los 5 puntos de muestreo y la aplicación de los otros dos índices bióticos muestra una similitud en su categorización del tipo de agua identificada, ya que el Índice BMWP abarca una calidad del agua Aceptable, Dudosa y Crítica, asimismo el Índice ABI una calidad Buena, Moderada y Mala. Por último, la relación de los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados bentónicos es: que a menor caudal promedio existió mayor número de familias, a comparación de la temperatura que se obtuvo menos familias a mayor valor de temperatura, asimismo con el pH y Oxígeno Disuelto hay una correlación entre valores y número de familias encontradas.

**Leiva (2017), presento en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas la tesis titulada “Ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y su relación con parámetros fisicoquímicos en la determinación de la calidad de agua de la microcuenca Atuén, del distrito de Leymebamba, Chachapoyas, Perú”** con el objetivo de determinar la calidad de agua de la microcuenca Atuén en el distrito Leymebamba, provincia Chachapoyas, a través del ensamblaje de macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos, Los resultados indican que las aguas presentan efectos de contaminación o de calidad aceptable para ambas épocas (79 puntos). Según los análisis fisicoquímicos determinados, los valores para cada uno de los parámetros analizados fueron aceptables, a excepción de las concentraciones de fosfato, las cuales fueron más elevadas según los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría IV.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

No se encontraron trabajos relacionados al tema de investigación

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Ecosistema Acuático**

El ecosistema acuático es el resultado de la interacción de los organismos que allí viven con la calidad fisicoquímica del agua, la atmósfera y el medio terrestre que lo rodea. Desde el punto de vista estructural todo ecosistema (acuático o terrestre), se compone de factores bióticos y abióticos, dentro de una dinámica de interrelación definida y delimitada por estos mismos como una composición



dentro del ecosistema y las condiciones edafológicas. El ecosistema acuático ya sea estuario, laguna, charca estacional, embalse, río, etc., se compone de elementos que dependen de los aportes alóctonos y de la capacidad de reciclamiento de materia orgánica. Entre estos se pueden nombrar factores bióticos como fitoplancton, zooplancton, bentos, neuston y dentro de los abióticos están temperatura, luz, nutrientes, pH, gases disueltos, sustrato, entre otros. La regulación poblacional es esencial en la permanencia de las especies dentro de un ecosistema establecido. De esta manera la interrelación de los factores bióticos y abióticos se define en una dinámica en la que las especies presentes juegan un papel de selección, dentro de sus propias relaciones interespecíficas e intraespecíficas. (Roldan Perez, 2003).

### **2.2.2. Calidad de hábitat de los ríos**

(Roldán Perez G. , 1992) Define a los hábitats loticos como aguas de corrientes (ríos, riachuelos y quebradas); estos conforman diferentes zonas de corriente, rápidos, remansos y orillas que ofrecen diferente fauna de macroinvertebrados bentónicos.

Las funciones de importancia de las riberas son las siguientes:

- Son áreas de importancia ecológica ya que albergan muchas especies.
- Aportan material orgánico y material geológico al sistema.

- Crean un hábitat y nicho para microorganismos (hongos, bacterias) que degradan material orgánico.
- Son corredores que sirven como lugar de interacción entre organismos acuáticos y terrestres.
- Estabilizadores de la temperatura debido a que la sombra proyectada mantiene la temperatura del agua en rangos tolerables para especies adaptadas a aguas frías, pero la función más importante se debe a la protección que brindan al sistema acuático, actuando como contenedor de sedimentos, nutrientes y algunos contaminantes en los ríos, lagos, lagunas, quebradas, etc. (Palma, Figueroa, & Ruiz, 2002).

### **2.2.3. Calidad de agua**

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua sería determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares.

En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (Roldan Perez, 2003)

La calidad del agua se refiere a la composición del agua, en la medida que es afectada por la concentración y acumulación de sustancias generadas por procesos naturales (hidrología, fisicoquímica y biología de la masa de agua) y actividades antrópicas (Calderon, 2004). Es difícil asignar una definición clara de la calidad del agua, en vista a la complejidad de los factores que la determinan, y a la variedad de variables que se utilizan para describir el estado de las masas de agua (Chapman, 2016).

La evaluación de la calidad del agua se ha realizado de forma tradicional únicamente basándose en estudios fisicoquímicos y bacteriológicos. No obstante hace algunos años varios países han decidido incluir a las comunidades bentónicas como parámetros fundamentales para evaluar la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos (Roldán Perez G. , 2016).

Dentro de los análisis de carácter físico y químicos encontramos algunas variables que son las más consideradas al momento de realizar el estudio de estos (temperatura ambiental y del agua, oxígeno disuelto, el pH, el nitrógeno, el fosforo, la alcalinidad, la dureza, los iones totales disueltos y los contaminantes

industriales y domésticos que pueda tener, conductividad eléctrica, caudal, nitritos, nitratos, DBO, DQO) (Hanson, 2010)

Actualmente los sucesos del cambio climático y el estrés hídrico están limitando la disponibilidad de agua limpia en todo el mundo. Sin embargo las actividades antrópicas son consideradas como fuente principal de aporte de contaminación a la mayoría de cuerpos de agua dulce, sobre todo para los que se encuentran cercanos a zonas urbanización (López, 2013).

#### **2.2.4. Caudal**

El caudal de un río y/o quebrada es la cantidad, o volumen, de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal, pues, está en función de la sección (metros cuadrados) a atravesar por la velocidad a la que atraviese la sección metros/segundo. Se expresa en litros o metros cúbicos por segundo (l/seg o m<sup>3</sup>/seg). El problema es determinar la velocidad, ya que es variable para cada punto del cauce, y aunque se pueden usar métodos de aproximación lo normal es considerar los datos ofrecidos por las estaciones de aforo instaladas. (Fernández Estela, Huamaní Alfaro, Rojas Ramos, & Lavado Baldeón, 2007)

- **Método del Flotador**

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador con el se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo

utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada (Fernández Estela, Huamaní Alfaro, Rojas Ramos, & Lavado Baldeón, 2007).

El cálculo consiste en:

$$Q = A \times v$$

$$v = e / t$$

**v:** es la velocidad en m / s

**e:** espacio recorrido en m del flotador

**t :** tiempo en segundos del recorrido e por el flotador

**A:** Área de la sección transversal

**Q:** Caudal

### 2.2.5. Macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos son un grupo variado de organismos que no tienen espina dorsal y que son fáciles de ver sin la necesidad de un microscopio, además de ser una fuente de energía para los animales más grandes (Roldán Perez G. , 1992). Estos son utilizados para el biomonitoreo por su sensibilidad a cambios externos que afectan la composición de sus poblaciones (Roldan Perez, 2003).

Son todos aquellos organismos que viven en el fondo de sistemas acuáticos tales como ríos o lagos y están adheridos a la vegetación acuática, troncos y rocas sumergidas. Se les denomina macroinvertebrados porque su tamaño va de 0,5 mm a 5 mm

aproximadamente, lo que permite observarlos a simple vista. Principalmente, sus comunidades están constituidas por insectos, moluscos y crustáceos. Los macroinvertebrados acuáticos forman una parte muy importante de los ecosistemas acuáticos al participar en la mayoría de procesos ecológicos de los mismos (Rueda, Mesquita, Valentín, & Dies, 2013) . Pueden recibir varios nombres según el ambiente en el cual se desarrollan (Roldan Perez, 2003).

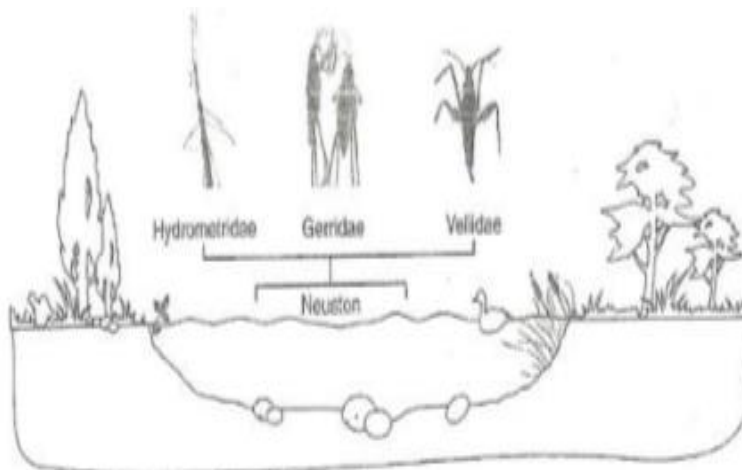
Además de la importancia para los ecosistemas acuáticos, los macroinvertebrados acuáticos se usan como bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua (Roldán Perez G. , 2016). Algunas familias representativas de este grupo son Hydrometridae, Gerridae y Veliidae (Hemiptera). Un segundo grupo está conformado por los individuos que nadan libremente en el agua, denominado necton (nectónicos) con representantes como Corixidae y Notonectidae del orden Hemiptera, Dytiscidae e Hydrophilidae del orden Coleoptera. Por último, está el bentos (bentónicos), todos aquellos organismos adheridos a piedras, rocas y otros materiales en el fondo de los ríos o cuerpos de agua, con representantes en los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera y Diptera, además de moluscos y platelmintos. Por ello, en los últimos años ha aumentado el interés en estos, ya que para esta evaluación se siguen índices de calidad que necesitan un inventario previo.

## 2.2.6. Modos de vida de los macroinvertebrados

Los macroinvertebrados acuáticos pueden vivir en la superficie, en el fondo o nadar libremente; de ahí que reciban diferentes nombres de acuerdo al tipo de adaptación. Desarrollado por (Roldan Perez, 2003), en su evaluación de la calidad de agua menciona lo siguiente:

### 1. Neuston

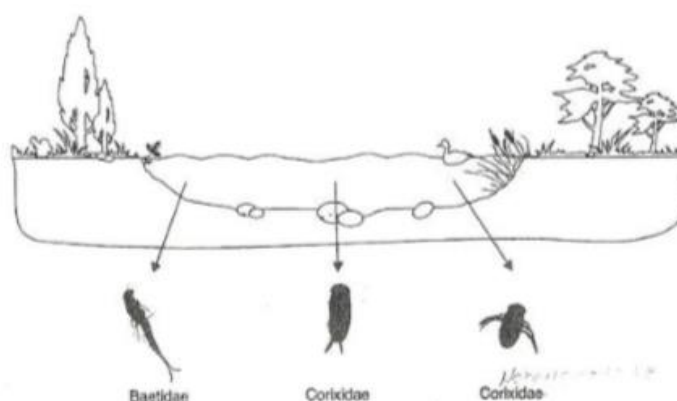
Se refiere a los organismos que viven sobre la superficie del agua caminando, patinando o brincando. Sus uña, sus patas y su exoesqueleto están recubierto por una especie de cera que los hace impermeables, así que en vez de hundirse, doblan la superficie del agua venciendo la tensión superficial. Entre los representantes están las familias Gerridae, Hydrometridae y Mesoveliidae.



**Ilustración 01:** Macroinvertebrados representantes del Neuston en un ecosistema acuático. **Fuente:** Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, citado por Roldan Pérez, 2003.

## 2. Necton

Está conformado por todos aquellos organismos que nadan libremente en el agua. Entre ellos se encuentra Corixidae y Notonectidae del orden Hemíptera; Dytiscidae, Gyrinidae e Hydrophilidae del orden coleóptera y Baetidae del orden Ephemeroptera.

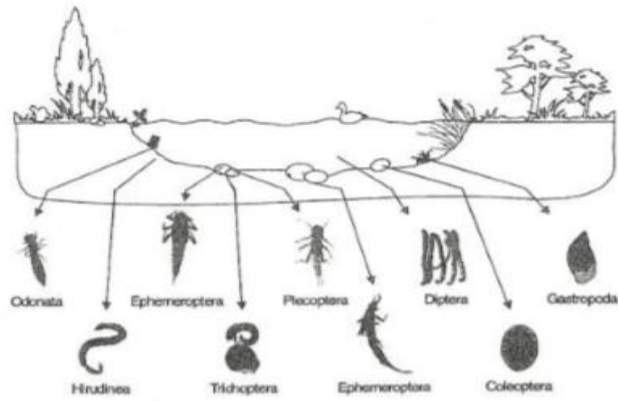


**Ilustración 02:** Macroinvertebrados representantes del Necton en un ecosistema acuático. **Fuente:** Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, citado por Roldan Pérez, 2003.

## 3. Bentos

Se refiere a todos aquellos organismos que viven en el fondo de los ríos y lagos, adheridos a piedras, rocas, troncos, restos de vegetación y sustratos similares los principales ordenes representantes son Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, Megaloptera y Díptera. También pueden encontrarse algunos enterrados en el fondo a varios centímetros de profundidad, como la familia Euthyplociidae (Ephemeroptera) otros como la familia Blephariceridae (Díptera), se adhieren fuertemente a las rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen.





**Ilustración 03:** Macroinvertebrados representantes del Bentos en un ecosistema acuático. **Fuente:** Bioindicación de la Calidad del Agua en Colombia, citado por Roldan Pérez, 2003.

### 2.2.7. Adaptaciones a la vida en el agua

Puesto que la mayoría de los macroinvertebrados deben tomar el oxígeno disuelto en agua es fundamental que estos organismos presenten adaptaciones estructurales y fisiológicas que les permita llevar a cabo estos procesos. Por tanto, los problemas de contaminación que disminuyan los niveles de oxígeno, son letales para la mayoría de los organismos que allí habitan. (Roldan Perez, 2003).

#### **Respiración hidropneustica**

Cosiste en tomar directamente el oxígeno disuelto en el agua a través de la piel o de agallas filamentosas. Este es el tipo de respiración que realizan la mayoría de los macroinvertebrados acuáticos. Se ha observado como algunos organismos que viven en aguas con déficit de oxígeno, por ejemplo las ninfas de Euthyplocia y Campylocia, poseen algunas agallas enormemente desarrolladas, como una compensación para una mayor área de exposición y

captación del poco oxígeno disponible. Las pupas de Simulium cuentan con espiráculos funcionales con prolongaciones torácicas ramificadas llamadas agallas espiraculares que les sirve para realizar respiraciones aeróbicas en caso de que el medio comience a secarse.

### **Respiración aeróbica**

Es el tipo de respiración que realizan algunos organismos acuáticos, pero que toman el oxígeno directamente del aire, por ejemplo, Culicidae y Syrphidae que tienen unos sifones respiratorios que les permite estar por periodos prolongados en contacto con la superficie del agua. Otros organismos como los de la familia Dytiscidae y Elmidae (coleópteros), nadan hasta la superficie donde toman las burbujas de aire que conservan debajo de los élitros y les sirve de reserva de oxígeno durante varias horas. Ciertos coleópteros y lepidópteros poseen espiráculos ensanchados que les sirve para almacenar aire y así resistir periodos prolongados debajo del agua.

### **Regulación osmótica**

Esta, también llamada osmoregulación, se refiere al mantenimiento de concentraciones específicas de sales o iones en el interior de las células. En los procesos metabólicos se pierden sales que deben reemplazarse, por eso, la concentración de las sales en el medio acuático donde viven los macroinvertebrados juegan un papel importante en el establecimiento del equilibrio

osmótico. Un aumento de la salinidad en el medio (concentración hiperosmótica) sería fatal para la mayoría de los organismos que allí viven.

### **Adaptaciones alimenticias**

Al igual que en los ecosistemas terrestres, los ecosistemas acuáticos funcionan con base en el principio de comer y ser comido. Los herbívoros o consumidores de primer orden son aquellos que se alimentan de vegetales; en este caso la fuente de alimentación son las algas y las plantas acuáticas. Los carnívoros o consumidores de segundo, tercero o de órdenes superiores, se alimentan de otros animales. La trama alimenticia en el agua es especialmente débil, pues los organismos más sensibles a las perturbaciones antrópicas son los primeros en desaparecer, lo cual causa un desequilibrio en las cadenas alimenticias. Así, algunos organismos podrían desaparecer al ser eliminados aquellos que son su fuente inmediata de alimento.

#### **2.2.8. Descripción de los principales órdenes de macroinvertebrados**

##### **1. Ephemeroptera**

Son conocidos como "moscas de mayo" o mayflies, sus ninfas se encuentran en una gran variedad de hábitats acuáticos. Los Ephemeroptera, como consumidores primarios, son un componente importante de la fauna bentónica, tanto en número de individuos como en biomasa. Procesan una cantidad importante de materia orgánica, ya sea triturando las partículas

grandes o filtrando las pequeñas. Por otro lado, por medio de los adultos, en algunos casos devuelven una cantidad importante de energía al ambiente terrestre. Muchos predadores terrestres (aves, murciélagos, insectos, etc) consumen una gran cantidad de adultos durante los períodos de emergencia, vuelo nupcial y oviposición. Debido a su abundancia y ubicuidad, así como a la tolerancia diferencial de las diferentes especies a distintos grados de contaminación o impacto ambiental, han sido utilizados desde hace ya algún tiempo como indicadores biológicos de calidad de aguas (Domínguez, E. Hurbbard, M. Pescador, M. & Molineri, C., 2001).

## **2. Trichoptera**

Sus poblaciones son empleadas para medir el incremento de niveles de contaminación de corrientes de agua. Los tricópteros son insectos holometábolos, que viven en todo tipo de hábitat lóticos y lénticos, pero donde alcanzan la mayor diversidad es en los sistemas lóticos fríos. Una de las características más llamativas de los tricópteros es la capacidad para construir "casas" o "refugios" de formas variadas, a partir de residuos vegetales y gránulos de arena o pequeñas piedrecillas. Estos refugios pueden ser fijos o portátiles y en ambos casos les sirven de protección y búsqueda de alimento. La mayoría de los tricópteros viven en aguas corrientes, limpias y oxigenadas, debajo de piedras, troncos y material vegetal acumulado. Algunas especies viven en

aguas quietas y remansos de ríos y quebradas (Domínguez, E. Hurbbard, M. Pescador, M. & Molineri, C., 2001).

### **3. Plecóptera**

Los plecópteros son un grupo pequeño y poco diversificado en el trópico. Las ninfas de los plecópteros viven en aguas rápidas, limpias y bien oxigenadas, debajo de piedras, troncos, ramas y hojas. Los plecópteros son prácticamente cosmopolitas. Dependiendo de las especies, los adultos pueden ser diurnos, crepusculares o nocturnos, algunos frecuentan estructuras elevadas y vegetación y muchos permanecen en la tierra o en las piedras cerca del agua. Aunque algunas especies restringen sus actividades a la proximidad de los cuerpos de agua, otras pueden volar lejos retornando luego para depositar sus huevos. La longevidad varía entre las especies, desde pocos días hasta cinco semanas. La emergencia de los adultos tiene lugar casi todo el año y difiere entre las especies, dependiendo de la temperatura del agua, altitud y latitud. Los machos preceden a las hembras en la emergencia, la cópula tiene lugar en la vegetación o en las piedras cerca del agua. Los machos atraen o se comunican con las hembras golpeando el abdomen contra una superficie dura, denominándose a este proceso tamborileo o "drumming". Este tamborileo puede inducir un comportamiento similar en las hembras para conducir a la cópula, las hembras que no responden a esto, rehúsan copular. En algunas especies no se ha observado cortejo previo y se cree que los colores vivos de su

cuerpo sirven de atracción para el otro sexo (Domínguez, E. Hurbbard, M. Pescador, M. & Molineri, C., 2001).

Los plecópteros tienen un importante papel en los ecosistemas lóticos, ya que desempeñan un papel vital en la estructura y la producción secundaria de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos. Varios autores han estudiado la diversidad y la distribución del orden en Sudamérica durante la última década y se ha incrementado el interés por su utilización en el campo de la bioindicación, debido a su sensibilidad a cambios de hábitat, calidad del agua, intervención antrópica susceptible al enriquecimiento de carga orgánica residual y déficit de oxígeno (Ballesteros, N. & Zuñiga, M., 2005).

#### **4. Coleóptera**

Los coleópteros acuáticos son importantes en las cadenas tróficas; muchas especies son fuente de alimento para peces y anfibios, mientras que otras son importantes como predadores, y otras especies se alimentan de algas o de detrito orgánico. La importancia de otras especies radica en su utilidad como bioindicadores de calidad de aguas; si bien grupos como los efemerópteros, tricópteros y plecópteros suelen ser más utilizados, los coleópteros están ganando reconocimiento para evaluar ambientes acuáticos (Archangelsky, 2001).

La mayoría de los coleópteros acuáticos viven en aguas continentales lóticos y lenticas, representados en ríos, quebradas, riachuelos, charcas, lagunas, aguas temporales, embalses y represas. También se les encuentra en zonas ribereñas tanto de

ecosistemas loticos como lenticos. Es difícil hacer generalizaciones respecto de la biología de los coleópteros acuáticos ya que la colonización de los ambientes acuáticos se ha producido, independientemente, varias veces, y de diferentes maneras. Se encuentran familias que son completamente acuáticas, mientras que otras lo son solo en el estado larval, o en el adulto. Otras familias son más bien riparias y ocasionalmente pueden encontrarse en el agua. Por otro lado, las adaptaciones respiratorias también son muy variadas, hay coleópteros que obtienen el oxígeno de la atmósfera, mientras que otros lo hacen directamente del agua, algunas especies incluso pueden obtener el oxígeno directamente de tejidos vegetales. Los tipos de alimentación también son muy variados, por ejemplo en muchas familias tanto los adultos como las larvas son predadores (Dytiscidae, Noteridae, Gyrinidae), en otras familias los adultos se alimentan de material vegetal o detritus mientras que las larvas son predadoras (Hydrophiloidea), en otros casos tanto larvas como adultos se alimentan de algas o detritus. Los métodos de locomoción que utilizan son diversos, las familias de adéfagos y muchos hidrofílicos son buenos nadadores, otros grupos no nadan, y caminan sobre el substrato, larvas como las de los Psephenidae y Torridincolidae suelen encontrarse adheridas al substrato y se mueven muy poco (Archangelsky, 2001).

## **5. Odonata.**

En este orden se incluyen los insectos denominados como libélulas o caballitos del diablo. Son hemimetábolos. Presentan larvas acuáticas, llamadas "nayades", en esta fase pueden durar desde dos meses a tres años hasta completar su desarrollo hasta adulto, de acuerdo con la especie y condiciones físicas del ecosistema. En el estado adulto viven desde pocos días hasta tres meses. Los odonatos constituyen un grupo en estudio por los taxónomos y muchas especies aún no se han descrito. Las hembras ovipositan sobre la vegetación flotante o emergente. Los huevos eclosionan entre 5 a 40 días, después de la postura. La mayoría de especies neotropicales completan su desarrollo larval entre 100 a 200 días. Las larvas poseen una visión aguda y son depredadoras en su gran mayoría. Intercambian gases a través de la piel y agallas anales. Estos insectos viven en pozos, pantanos, márgenes de los lagos y corrientes lentas y poco profundas; por lo regular, rodeados de abundante vegetación acuática sumergida o emergente. Se les encuentra en aguas limpias o ligeramente eutroficadas (Roldan, 1996).

## **6. Hemíptera**

Los insectos de este orden, se les conoce como "chinche de agua". Los hemípteros son hemimetábolos, su metamorfosis es simple y gradual, pasando por las fases de huevo, ninfa y adulto. Las hembras ovipositan sobre el sustrato, el suelo, plantas y en casos especiales, sobre el dorso de los machos, como es el caso



de *Belostoma* sp. Los hemípteros constituyen el grupo más importante de insectos acuáticos y sus especies se incluyen en las familias Notonectidae, Pleidae, Nepidae, Naucoridae, Belastomatidae y Corixidae estos insectos, viven en remansos de ríos y quebradas; pocos resisten las corrientes rápidas. Son frecuentes también en lagos, ciénagas y pantanos. Algunas especies resisten condiciones de salinidad y temperaturas de las aguas termales (Roldan, 1996).

## **7. Díptera**

Los dípteros constituyen uno de los órdenes de insectos más complejos, más abundantes y más ampliamente distribuidos en el mundo. Los dípteros son insectos holometábolos y su ciclo de vida es muy variable, dependiendo de las especies; puede ser de semanas en unos y hasta de cerca de un año en otros. Las hembras ovipositan bajo la superficie del agua, adheridas a rocas o vegetación flotante. La mayoría de las especies tienen de tres a cuatro instares larvales. Se sabe que en Simulidae, duran en este estado ocho días y en la Tipulidae, hasta un año. Las larvas no poseen patas torácicas. El cuero es blando, formado por tres segmentos torácicos y nueve abdominales. Están cubiertos de cerdas, espinas apicales o corona de ganchos en prolongaciones que ayudan a la locomoción y adhesión al sustrato. La coloración es amarillenta, blanca o negra. Se les encuentra en ríos, arroyos, quebradas, lagos a todas las profundidades, depósitos de agua

en las brácteas de muchas plantas y en orificios de troncos viejos y aún en las costas marinas (Roldan, 1996).

## **8. Megaloptera**

El orden Megaloptera es uno de los miembros más primitivos del grupo de insectos holometábolos. Considerado el grupo hermano de Raphidioptera, sus alas prácticamente duplican los patrones de las especies fósiles. Se caracterizan por su gran tamaño y por presentar uno de sus estadios inmaduros acuático (larva), tanto en ambientes loticos como lenticos de áreas tropicales y templadas mientras que los restantes (huevos, pupas y adultos) son terrestres. Los adultos se encuentran generalmente en las proximidades de los cuerpos de agua, emergen preferentemente en la época cálida (primavera-verano), viven brevemente (entre 8 días y una semana) y prácticamente no se alimentan durante el día se encuentran sobre piedras, ramas o troncos con sus alas plegadas sobre el abdomen, la mayoría de las especies incrementan su actividad a partir del crepúsculo, pero son malos voladores. El comportamiento de cortejo y cópula se conoce mejor en Sialidae que en Corydalidae. Varios estudios indican que la cópula ocurre sobre la vegetación cerca del agua. Ambos sexos se comunicarían por señales vibratorias verticales del abdomen que les permite el reconocimiento mutuo a las especies. Los machos maduros atraen a las hembras secretando una sustancia con fuerte olor de un par de glándulas eversibles

ubicadas entre el octavo y el noveno segmento abdominal (Roldan, 1996).

### **2.2.9. Respuesta de las comunidades de macroinvertebrados a la contaminación**

Las comunidades de macroinvertebrados presentan diferentes respuestas a la contaminación. (Metcalf, 1989), distingue tres enfoques principales para evaluar la respuesta de las comunidades de macroinvertebrados a la contaminación. Estos son: el sapróbico, la diversidad y el biótico.

#### **El enfoque sapróbico**

El término saprobio, para referirse a la capacidad que tenían ciertos organismos de vivir en determinados niveles de contaminación, fue designado en Alemania por (Kolkwitz & Marsson, 1909). Definieron tres niveles de saprobiedad:

- Zona polisapróbica, predominantemente de procesos reductivos
- Zona mesosapróbica, parcialmente reductiva con procesos predominantemente oxidativos
- zona oligosapróbica, exclusivamente procesos oxidativos

#### **El enfoque de la diversidad**

Incluye tres componentes fundamentales de las comunidades naturales: riqueza, uniformidad o equidad y un indicativo de abundancia (en el caso de macroinvertebrados, el más usado es

de la densidad, pero bien podría ser biomasa, para describir la respuesta de la comunidad a la calidad ambiental.

### **El enfoque biótico**

Incluye los aspectos esenciales de la saprobiedad, combinando una medida cuantitativa de diversidad de especies con la información cualitativa sobre la sensibilidad ecológica de taxones de individuos en una expresión numérica simple. (Beck, 1955), propuso el índice biótico en los Estados Unidos basado en la relación entre especies intolerantes y tolerantes a la contaminación; los valores se encuentran entre 0 y 10.

#### **2.2.10. Índice Biótico**

Los Índices Bióticos unimétricos representan la manera más sencilla de evaluar la calidad ecológica del agua por medio del valor de una característica importante de la comunidad (siendo la más usada, el número de taxa), la cual responda claramente a la perturbación que interesa estudiar. Estos índices están basados en valores numéricos de sensibilidad o tolerancia ambiental a la contaminación de los diferentes taxa, los valores de tolerancia y sensibilidad se han designado a nivel de Familia, estos dan respuestas a las perturbaciones indicando aumento o disminución de tales características (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, 2009).

- **Índice Biótico Andino (ABI)**

Es una propuesta de índice biótico cualitativo usado para la elaboración de Estudios de Impacto Ambiental y estudios ecológicos (Acosta, 2009).

Este índice es una adaptación del BMWP (Biological Monitoring Working Party) para ríos de la zona de los andes con altitudes mayores a 2000 msnm, que cuenta con una lista taxonómica de macroinvertebrados bentónicos para esta zona (Prat, Ríos, Acosta, & Rieradevall, 2009)

Para la aplicación de este índice se debe realizar un muestreo multihábitat en campo, no se pueden usar datos de un solo tipo de hábitat debido que la intención es obtener la representación de casi todo el área de estudio y el muestreo debe de seguir hasta no encontrar nuevas familias (Acosta, 2009).

## **COMPARACIÓN DE LAS TRES HERRAMIENTAS DE EVALUACIÓN**

Según el Decreto Supremo 004-2017-MINAM existen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que indican el nivel de concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos presentes en el agua, en su condición de cuerpo receptor. Así, los exedentes de los ECA son considerados perjudiciales para los macroinvertebrados acuáticos y otro tipo de vida acuática. Esta investigación corresponde al ECA para Agua de la Categoría 4: Conservación del ambiente acuático y Subcategoría E2: Ríos de la costa, sierra y selva (Leiva Cabrera, 2017).

**Tabla 01 : Parámetros fisicoquímicos y microbiológico ECA para agua Categoría 4 – Subcategoría E2**

PARAMETROS	UNIDAD DE		ECA
		MEDIDA	
	Ph	Unidad de pH	6.5 - 9.0
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>	Conductividad eléctrica	μS/cm	1000
	Temperatura	°C	Δ 3
	Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 5,00
	Demanda química de oxígeno *	mg/L	40
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	10
	Nitritos*	mg/L	100
	Nitratos	mg/L	13
<b>MICROBIOLOGICOS</b>	Coliformes Totales	UFC/100 ml	2 000
	Bacterias heterotróficas	UFC/ ml	-

FUENTE: elaboración propia

\* Se ha considerado el valor de la demanda química de oxígeno y nitritos que corresponden a la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Por otro lado, los Índices Bióticos basados en macroinvertebrados bentónicos son herramientas que están un paso más adelante que los ECA-Agua debido a que utilizan comunidades biológicas como indicadoras de la calidad o salubridad de los cuerpos lóticos, las cuales clasifican dicha calidad por medio de rangos ordinales basada en la sensibilidad o tolerancia de las familias a la contaminación. Los valores de sensibilidad o tolerancia no son universales por lo que se genera un sesgo en la evaluación. Las comunidades integran los impactos antrópicos y demuestran en cierta medida la emergencia de las variables que definen al sistema, pero no permiten determinar que variables clave son las que definen la

trayectoria del sistema en determinado momento o en la mayor parte de su ciclo. (Pimentel, 2014).

Finalmente, Manejo Adaptativo utiliza los análisis multivariados lo que permite ver la emergencia de patrones de las variables por medio de análisis de atractores por lo que pasa el sistema, busca dar respuesta a las preferencias de este como resultado de la actividades antrópicas. Asimismo, permite integrar mayor información de manera que permite evidenciar a las variables clave de cada atractor. Este enfoque no depende de los organismos biológicos para dar como resultado un análisis del sistema cercano a la realidad debido que la composición de las comunidades biológicas depende de las variables abióticas que definen el medio donde viven. (Pimentel Jara, 2014).

### **2.3. Definiciones conceptuales**

**Adaptación:** Una adaptación biológica es un proceso fisiológico, rasgo morfológico o modo de comportamiento de un organismo que ha evolucionado durante un periodo mediante la selección natural de tal manera que incrementa sus expectativas a largo plazo para reproducirse con éxito. (Acosta R., 2009)

**Bentos:** Es una comunidad ya sea de animales invertebrados o no, los cuales se caracterizan por habitar el fondo y la superficie de un hábitat acuático. (Gonzales & Maestre, 2014)

**Bioindicador:** Un bioindicador puede ser una especie o especies que en su presencia o ausencia indica variables físicas o químicas en

los requerimientos que estas poseen en cuanto a su límite de tolerancia (Álvarez, 2007).

**Calidad biológica:** Se considera que un medio acuático presenta una buena calidad biológica cuando tiene unas características naturales que permiten que en su seno se desarrollen las comunidades de organismos que les son propias (Alba Tercedor, 1996)

**Caudal:** El caudal de un río y/o quebrada es la cantidad, o volumen, de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal, pues, está en función de la sección (metros cuadrados) a atravesar por la velocidad a la que atraviese la sección metros/segundo (Fernández Estela, Huamaní Alfaro, Rojas Ramos, & Lavado Baldeón, 2007)

**Comunidad:** Todos los organismos que conforman las diversas poblaciones de un área conocida y que al funcionar en conjunto con el medio inerte constituyen el Ecosistema. (Palma Gonzales. C, 2014)

**Ecosistema:** Conjunto de seres vivos en un mismo medio y el medio ambiente que le es propio, constituye la unidad funcional básica de la ecología. (Gonzales & Maestre, 2014)

**Especie:** Se define a especie como un conjunto de individuos que viven en una misma área, las cuales tienen características físicas comunes, así también igual número de cromosomas, por lo tanto se pueden reproducir entre ellas. (Gonzales & Maestre, 2014)

**Eutrofización:** consiste en forzar un sistema acuático desde el exterior, con la incorporación de más nutrientes, y también de materia



orgánica, que alteran temporalmente las condiciones de equilibrio, induciendo desviaciones en las características del sistema, en su composición biótica y en su sucesión. Estos procesos introducen cambios físicos, químicos y biológicos en la calidad del agua. (Margalef, Planas, Armengol, Vidal, & Prat)

**Fauna bentónica:** En ecología se llama bentos a la comunidad formada por los organismos que habitan el fondo de los ecosistemas acuáticos. El bentos se distingue del plancton y del necton, formados por organismos que habitan en la columna de agua. (Gonzales & Maestre, 2014)

**Fitoplancton:** Son los seres vivos de origen vegetal que viven flotando en la columna de agua, y cuya capacidad natatoria no logra nunca superar la inercia de las mareas, las olas, o las corrientes. Son organismos autotrófos capaces de realizar la fotosíntesis. Su importancia es fundamental dado que son los productores primarios más importantes en el océano. (Costas, 2019)

**Taxonomía:** Ciencia que clasifica organismos biológica, sistemática y de manera jerarquizada. (Barbour MT, 1999).

**Red Surber:** Equipo para muestrear macroinvertebrados en ambientes lóticos. (Palma Gonzales. C, 2014)

**Zooplancton:** Componente animal del plancton conformado por organismos microscópicos con movilidad limitada (Palma Gonzales. C, 2014). El zooplancton son animales acuáticos de un tamaño microscópico o macroscópico que viven suspendidos en la columna de

agua y que está formado tanto por individuos microscópicos adultos, como por pequeñas larvas y huevos, siendo los más abundantes y característicos del zooplancton los copépodos, cladóceros, rotíferos, cnidarios o los quetognatos entre otros (SailandTrip , 2016).

## **2.4. Hipótesis**

### **a. Hipótesis General.**

- Existe relación de los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas.

### **b. Hipótesis Específicas**

- Existe relación entre los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Uchpas.
- Existe relación entre los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Uchpas.
- La diversidad de macroinvertebrados acuáticos se relaciona en función al grupo taxonómico que pertenece, en la quebrada Uchpas.

## **2.5. Variables**

Las variables de estudio están clasificadas de la siguiente manera.

### **2.5.1. Variable dependiente**

Calidad del agua

### **2.5.2. Variable independiente**

Macroinvertebrados acuáticos

## 2.6. Operacionalización de variables (dimensiones e indicadores)

**TITULO:** “RELACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA QUEBRADA UCHPAS, EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN, PROVINCIA Y REGION HUANUCO, MAYO – JULIO 2019”

**TESISTA:** Bach. Carolay Estefany Morales Aguirre

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	VALOR FINAL (unidad de medición)	INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION
Variable Dependiente:	Factor hidrológico	Caudal	m <sup>3</sup> /s	Técnica del flotador
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	Parámetros fisicoquímicos	pH	Unidad de pH	Multiparametro
		Conductividad eléctrica	(μS/cm)	
		Temperatura	°C	
		Oxígeno disuelto	mg/L	
	Parámetros microbiológicos	Demanda química de oxígeno	mg/L	Análisis en el laboratorio
		Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	
		Nitrito	mg/L	
		Nitrato	mg/L	
		Coliformes Totales	UFC/100 ml	
		Bacterias Heterotrófica	UFC/100 ml	
Variable Independiente:	Familia de Macroinvertebrados	Tubellaria	Unidades	Inventario taxonómico
<b>MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS</b>		Oligochaeta	Unidades	
		Amphipoda	Unidades	
		Plecoptera	Unidades	
		Trichoptera	Unidades	
		Coleoptera	Unidades	
		Diptera	Unidades	

**Fuente:** elaboración propia

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. Tipo de investigación

##### 3.1.1. Enfoque

Tiene un enfoque **mixto**: entre ella Cualitativa, porque se realizó un inventario de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos encontrados en los puntos de monitoreo siendo clasificadas de acuerdo a las características taxonómicas de las mismas; y Cuantitativa al estimar la sumatoria de todas las familias determinando su influencia en la calidad del agua.

##### 3.1.2. Alcance o nivel

La presente investigación es de alcance o nivel **correlacional** (Hernández Sampieri; Fernández Collado & Baptista Lucio, 2016).

Se pretende determinar la relación y el grado de asociación que existe entre las variables dependiente e independiente, Calidad del agua y la Diversidad de familias taxonómicas de macroinvertebrados acuáticos.

##### 3.1.3. Diseño

El diseño es **No experimental – Transversal Descriptivo** (Gonzales Ramirez, 2006). Esta investigación tiene como parte fundamental analizar y observar las condiciones y sucesos que se desarrollan en el hábitat que se encuentran estos individuos, a la vez percibir la relación de las dos variables planteadas en el proyecto de investigación. Transversal porque la recolección de datos en un tiempo determinado nos proporcionara la información simultánea.

## 3.2. Población y muestra

### 3.2.1. Población

La población de estudio comprendió la diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los 7 puntos de muestreo en la quebrada de Uchpas parte baja, en el Centro Poblado de San Juan de Miraflores, en el distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región Huánuco.

### 3.2.2. Muestra

La muestra de estudio estuvo constituido por los grupos taxonómicos de macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada “Uchpas”

**Tabla 02 : Orden y familia de macroinvertebrados acuáticos en la “Quebrada Uchpas”**

ORDEN	FAMILIA
Oligochaeta	Physidae
Gasterópoda	Limnaeidae
Ephemeroptera	Baetidae
	Leptophlebiidae
Plecoptera	Perlidae
Trichoptera	Hydrobiosidae
	Hydropsychidae
Coleptera	Staphylinidae
	Gyrinidae
	Dytiscidae
	Hydraenidae
Díptera	Tipulidae
	Blepharoceridae
	Simulidae
	Ceratopogonidae
	Empididae

FUENTE: elaboración propia

### **3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.3.1. Para la recolección de datos – trabajo en campo**

La metodología aplicada en esta investigación consta de las siguientes actividades, a través de los Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas desarrollada por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (Palma Gonzales. C, 2014).

##### **1. Diseño de estudio**

La quebrada Uchpas, es una afluente del río Higuera, donde la naciente de este río se encuentra a una altitud aproximada de 3000 m.s.n.m., pasando este cauce por el centro poblado San Juan de Miraflores perteneciente al distrito de San Francisco de Cayran, por la carretera Huánuco – La Unión, esta Cuenca consta de 2 subcuencas y 4 microcuencas que aún no se encuentran registrados.

Como parte del diseño se realizó un previo reconocimiento del área longitudinal de la quebrada Uchpas, donde se establecieron puntos de estacionamiento estratégicos para el determinado muestreo de macroinvertebrados acuáticos y análisis fisicoquímico y microbiológico del agua. El área de estudio comprende la parte baja de la microcuenca aproximadamente 2 kilómetros de longitud hasta la desembocadura y unión con el río Higuera, todos los puntos de ubicación fueron tomados por el GPS.



**IMAGEN 01:** Vista panorámica de la población de San Juan de Miraflores

## 2. Estaciones de muestreo

Las estaciones se ubicaron en lugares de fácil acceso, haciendo que el recojo de las muestras de agua y macroinvertebrados acuáticos presentes en el cuerpo de agua no se vean afectados.

**Tabla 03 : Ubicación y descripción de las estaciones de muestreo de macroinvertebrados en la “Quebrada Uchpas”**

Nº PUNTOS	Tipificación	Este	Norte	Altitud
P1	Parte baja	18 L 0353320	8901906	2143 msnm
P2	Parte baja	18 L 0353273	8902031	2145 msnm
P3	Parte baja	18 L 0353245	8902076	2140 msnm
P4	Población cercana	18 L 0353174	8902167	2130 msnm
P5	Población cercana	18 L 0353020	8902224	2112 msnm
P6	Parte baja	18 L 0352957	8902367	2093 msnm
P7	Desembocadura	18 L 0352844	8902587	2052 msnm

**Fuente:** elaboración propia



**IMAGEN 02:** *Ubicación e identificación de las estaciones de muestreo*

### **3. Periodo de recolección de datos de muestreo en campo**

Se empleó el método de recolección manual y red tipo D-net, los cuales son sugeridos en el protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERAS).

Para facilitar el recojo de las muestras se necesitó la ayuda de un kit de pinzas y una lupa para la observación de cada individuo.

#### **a) Red tipo D-net**

Esta red se usa para hacer un “barrido” a lo largo de las orillas o recodos de la corriente donde no es posible llegar con la red de pantalla. Tiene la ventaja de que su forma triangular se adapta bien a las superficies irregulares de las orillas. Su uso debe ser intensivo hasta cubrir un área representativa del lugar de muestreo (10 m



a lo largo de ambas orillas). El material recolectado se vacía sobre un cedazo, o simplemente sobre una red, para lavar el exceso de lodo o arena, luego se guarda en una bolsa plástica o un recipiente de plástico con alcohol al 70% para ser examinado posteriormente en el laboratorio.



**IMAGEN 03:** *Recojo de muestras de macroinvertebrados – Método tipo red D-net*

## **b) Recolección manual**

Consistió en levantar rocas, piedras, ramas sumergidas y troncos en cuya superficie se encuentran numerosos organismos adheridos. Los organismos deben ser tomados con pinzas de aluminio u otro material suave o con la ayuda de pinceles con el fin de no dañar las estructuras externas de los organismos recolectados. El material se guarda directamente en frascos pequeños con alcohol al 70%. Esta práctica debe repetirse muchas

veces hasta cubrir un área que se considere representativa (10 a 15 m<sup>2</sup>). El muestreo se considera suficiente cuando comienzan a aparecer de manera repetitiva los mismos organismos.



**IMAGEN 04:** Recojo de muestras de macroinvertebrados – Método manual



**MAGEN 05:** Macroinvertebrado acuático (orden díptera- familia tipulidae)



**IMAGEN 06:** Macroinvertebrado acuático (orden trichoptera - familia hydropsychidae)

#### 4. **Preservación y etiquetado**

Las muestras se conservaron en alcohol etílico al 70%. La cantidad utilizada del preservante fue la suficiente para cubrir la muestra colectada. Se utilizó frascos estériles de 100ml aproximadamente siendo rotulados con datos de la localidad, cuenca, fecha y hora. Para la fácil identificación y manejo en el laboratorio.



**IMAGEN 07:** *Preservación de las muestras con alcohol al 70%*

#### 5. **Medición del factor hidrológico – caudal**

Para medir el caudal del área de estudio se empleó el método del flotador descrito en el manual de medición de agua (MINAGRI, 2015).

Tres fueron los puntos considerados como toma de muestras de agua, este método consistió en determinar un área no menor a 10 metros de distancia, dividiéndola en tres secciones (inicial, media y final) cada una considerando la profundidad media por ancho. En cuanto al área promedio los datos fueron: el tiempo de recorrido y espacio. De la misma manera se hizo con los dos puntos restantes.

**a) Cálculo del Caudal estimado**

$$Q = FC \times A \times (L/T)$$

Donde:

Q = es el caudal, en m<sup>3</sup>/s

L = es la longitud entre el Pto. A y B en metros

A = es el área, en m<sup>2</sup>

T = es el tiempo promedio en segundos

Fc = es el factor de corrección

Donde Fc es un factor de corrección relacionado con la velocidad.

El valor de Fc se debe seleccionar de acuerdo al tipo de río o canal y a la profundidad del mismo, de acuerdo a los valores del siguiente cuadro:

**Tabla 04: Determinación de Factor de Corrección Fc para cálculo de caudales por el método del Flotador**

<b>TIPO DE CAUCE</b>	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN FC</b>
Canal revestido en concreto, profundidad del agua > 15	0.8
Canal en Tierra, profundidad del agua > 15 cm	0.7
Riachuelos profundidad del agua > 15 cm	0.5
Canales de tierra profundidad del agua < 15 cm.	0.25 - 0.5

**b) Cálculo de las áreas**

El área se calcula como un trapecio recto.

$$Area\ i = \frac{(h_0 + h_1)}{2} * e$$

**c) Cálculo de la velocidad**

$$V = \frac{L}{T_p}$$

L = es la longitud entre el Pto. A y B en metros

Tp = tiempo promedio

**d) Cálculo del caudal**

$$Q = FC \times A \times V$$



**IMAGEN 08:** *Determinación del caudal por el método del flotador – “Quebrada Uchpas”*

## 6. Recolección de las muestras de agua en campo para los análisis fisicoquímico y microbiológico.

Se consideró tres puntos como monitoreo para el recojo de las muestras de agua para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos correspondientes, ubicándolos de manera simultánea punto inicial, medio y final.

Los parámetros a determinar in-situ fueron: Temperatura, Conductividad eléctrica, pH y en el caso de bromo y cloro adicionalmente, dichas muestras siendo trasladadas al laboratorio de biotecnología de la Universidad de Huánuco para su respectivo análisis fisicoquímico y microbiológico como la Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de oxígeno, Nitrito, Nitrato, Coliformes totales y Bacterias heterotróficas de tal manera comparado con el Decreto Supremo 004-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.



**IMAGEN 09:** *Determinación de los parámetros in-situ– “Quebrada Uchpas”*





**IMAGEN 10:** Muestras de agua – “Quebrada Uchpas”

- **Materiales utilizados para la recolección de datos**

- Protección personal (botas)
- Redes de muestreo (Red tipo D-net)
- Bandejas blancas de plástico (mínimo 20 x 30 cm).
- Pinzas entomológicas.
- Frascos de plástico con tapón hermético de  $\frac{1}{4}$  de litro como mínimo.
- Frascos de 1 litro para el recojo de muestras de agua (parámetros fisicoquímico y microbiológico).
- Bolígrafo o rotulador permanente (para etiquetar las muestras).
- Etiquetas de papel, cinta masking, Lápiz, tijeras, cinta aislante.
- Cámara digital.
- Alcohol 70 %.
- Hojas de campo

### **3.3.2. Para la presentación de datos**

La técnica a considerar para la presentación de datos, estuvo basado en el estudio de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas a cargo de (Palma Gonzales. C, 2014).

- **Cualitativo**

Se consideró cualitativo la identificación y clasificación de los organismos, mediante el nivel taxonómico que desarrolla los macroinvertebrados; donde se agruparon por orden y familia.

- **Cuantitativo**

En esta parte se vio la cantidad de individuos presentes por familia taxonómica, realizando un conteo de manera general a cada muestra, teniendo en cuenta el área total de la colecta.

Estos datos fueron procesados en el Excel, para su posterior tabulación y procesamiento en el análisis estadístico.

### **3.3.3. Para el análisis e interpretación de los datos**

#### **1. Periodo de limpieza y determinación taxonómica en el laboratorio**

Los especímenes recolectados en campo se colocaron en bandejas blancas con una iluminación; con la ayuda de pinzas de aluminio de punta fina se procedió a la separación de los organismos. El sedimento se removió cuidadosamente de un extremo a otro de la bandeja, hasta asegurarse de que no queden organismos.



Posteriormente fueron observados de manera detallada con la ayuda de un estereoscopio binocular eléctrico facilitado por la Universidad Nacional Hermilio Valdizan – Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Este equipo nos permitió realizar la determinación taxonómica de cada individuo y la seguida clasificación del orden y familia en relación con la calidad del agua.



**IMAGEN 11:** *Determinación taxonómica de los macroinvertebrados acuáticos*

## **2. Conservación de los macroinvertebrados acuáticos**

Para la conservación de los macroinvertebrados una vez colectados e identificados y agrupados por orden y familia, fueron conservados en alcohol al 70% en frascos estériles de 100ml aproximadamente transparentes debidamente rotulados.



**IMAGEN 12:** *Conservación de las muestras*

### **3. Determinación de la valoración de los macroinvertebrados acuáticos y su relación con la calidad del agua**

Para la valoración, se calculó mediante la Puntuación del Índice Biótico Andino (ABI) que corresponde a cada macroinvertebrado a utilizar como indicador de la calidad de agua. Mencionado en el estudio realizado por (Ríos-Touma, 2009).

- **ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUAS ABI**

El ABI es un índice biótico que sirve para evaluar la calidad del agua y la integridad ecológica de ecosistemas acuáticos andinos. Este índice se construye asignando valores numéricos entre 1 y 10 a cada familia registrada durante un muestreo, dependiendo de su nivel de tolerancia a la contaminación. En esta escala, el valor de 1 se asigna a las familias más tolerantes y el de 10 a las familias más sensibles. La suma de los puntajes de todas las familias encontradas en un sitio determinado equivale al puntaje ABI total, el cual es un

indicador de la calidad de agua de dicho sitio. (Ríos-Touma, 2009)

La principal ventaja de utilizar el índice ABI es que permite utilizar a los macroinvertebrados como indicadores de calidad de agua, a partir de información taxonómica a nivel de Familia y es específico para las zonas andinas (>2000 msnm). Además, la metodología requiere solo de datos cualitativos, (presencia o ausencia de familias), lo que hace de ella una alternativa económica, sencilla y que requiere de poca inversión de tiempo. (Roldan Perez, 2003).

**Tabla 05: Establecimiento de la calidad de agua a partir del puntaje del Índice Biótico Andino. (Acosta R., 2009)**

<b>CALIDAD DEL AGUA</b>	<b>PUNTUACIÓN (ABI)</b>
<b>MUY BUENO</b>	(>96)
<b>BUENO</b>	(59-96)
<b>REGULAR</b>	(35-58)
<b>MALO</b>	(<35)

**Fuente:** protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos Andinos (CERA-S).

- **Equipos y material de laboratorio**

- Equipos de protección personal (guantes, mascarilla, gafas).
- Bandejas blancas de plástico (mínimo 30 x 20 cm).
- Placas Petri.
- Pinzas entomológicas.
- Estereoscopio binocular
- Rotulador resistente al agua.
- Etiquetas.
- Formularios de anotaciones
- Guías de identificación: adecuadas al ámbito de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos del trabajo de investigación se consideró la siguiente información detallada en los cuadros.

##### 4.1.1. Evaluación del Factor hidrológico (caudal)

**Tabla 06: Presentación de los datos de campo, según punto de monitoreo en la quebrada de Uchpas**

Puntos de monitoreo	Altitud (msnm)	pH	T °C	Conductividad Eléctrica $\mu\text{S/cm}$	Caudal * $\text{m}^3/\text{s}$
Punto 1 – inicial	2143	8.3	15.0	150.0	0.020
Punto 2 – medio	2130	8.3	15.0	165.0	0.054
Punto 3 – final	2052	8.5	18.4	186.0	0.013
Promedio	2108	8.4	16.1	167.0	0.029
Desviación estándar	49.2	0.1	2.0	18.1	0.022

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia que los puntos monitoreados (1, 2 y 3) presentan una característica similar en cuanto a la altitud (msnm), ello se puede apreciar en el valor de las desviaciones estándar obtenida entre los puntos evaluados. Lo mismo se puede mencionar del pH, que prácticamente tienen el mismo valor (8.4 en promedio). En cuanto a la temperatura, se aprecia que en el punto 3, que tiene una menor altitud que los otros dos primeros tiene una mayor temperatura que en ellos. La conductividad eléctrica encontrada fue mayor en el punto 3 (186.0  $\mu\text{S/cm}$ ). Finalmente, se aprecia que el caudal es mayor en el punto de monitoreo 2 (0.054  $\text{m}^3/\text{s}$ ).

\* El cálculo del caudal, se muestra en el anexo 7.

#### 4.1.2. Diversidad de macroinvertebrados acuáticos

**Tabla 07: Identificación de la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico**

Orden	Puntos de Muestreo													
	P 1	%	P 2	%	P 3	%	P 4	%	P 5	%	P 6	%	P 7	%
Turbellaria														
Hirudinea														
Oligochaeta									1	0.1%				
Gasterópoda											10	1.2%		
Bivalvia														
Amphipoda														
Ostracoda														
Hydracarina														
Ephemeroptera	14	2.5%	1	0.2%	7	1.9%	6	1.3%	5	0.7%	7	0.8%	5	2.1%
Odonata														
Plecóptera	64	11.6%	14	3.2%	49	13.4%	15	34.7%	31	46.4%	26	32%	10	42.8%
Heteróptera														
Trichoptera	5	0.9%	7	1.6%	5	1.4%	3	0.7%	2	0.3%	2	0.2%	2	0.8%
Lepidóptera														
Coleóptera	15	27.6%	14	3.2%	14	3.8%	6	1.3%	12	1.8%			8	3.3%
Díptera	31	57.4%	39	91.7%	29	79.5%	28	62.0%	34	50.6%	55	65.8%	12	51.0%
	6	%	8	%	0	%	4	%	0	%	3	%	4	%
Total de Macroinvertebrados	55	100.0%	43	100.0%	36	100.0%	45	100.0%	67	100.0%	84	100.0%	24	100.0%
	1	0%	4	0%	5	0%	8	0%	2	0%	1	0%	3	0%

Fuente: Elaboración propia

Se ha encontrado que, existen un total de 7 órdenes de macroinvertebrados acuáticos presentes en los 7 puntos de monitoreo en la quebrada Uchpas, contando con 17 familias taxonómicas, siendo el orden de las dípteras las más abundantes seguida de las plecópteras. En los puntos de monitoreo de agua 1, 4 y 7 existe una mayor presencia de macroinvertebrados del orden de las Dípteras (con un 57.4%, 62% y 51% respectivamente). Asimismo, se ha encontrado una buena presencia de macroinvertebrados del orden Plecóptera (con un 11.6%, 34.7% y 42.8% respectivamente). Por otro lado en el punto 5 se cuenta con un 0.1% del orden oligochaeta siendo la única especie identificada en todos los puntos evaluado ya mencionados.

### 4.1.3. Evaluación de la Calidad del agua - ABI

**Tabla 08: Identificación de la calidad del agua mediante la puntuación del Índice Biótico Andino (ABI)**

Punto de Monitoreo	Total de		Calidad del agua *
	Macroinvertebrados	Puntuación ABI	
P1	551	72	Buena
P2	434	71	Buena
P3	365	54	Regular
P4	458	53	Regular
P5	672	63	Buena
P6	841	63	Buena
P7	243	56	Regular
Promedio total	3564	86	Buena

Fuente: Elaboración propia

Habiendo evaluado la calidad del agua en los puntos de monitoreo en relación al índice biótico, se tiene un promedio total de 3564 individuos, considerando un valor de (59-96), siendo buena dentro del rango de puntaje establecido.

De manera que en los puntos (1,4 y7), siendo las estaciones donde se puso más énfasis, se puede apreciar una notable diferencia teniendo una mejor calidad de agua en el Punto de monitoreo P1, conforme se realizan las siguientes mediciones, dicha calidad de agua desmejora en el trayecto. La cantidad de macroinvertebrados disminuye conforme disminuye la altitud del punto de monitoreo (véase Tabla 6).

*\* La Puntuación ABI indica que la calidad del agua según la presencia de macroinvertebrados es la siguiente: Muy buena, cuando el índice ABI es mayor a 96, Buena, cuando el índice ABI se encuentra entre 59 y 96, Regular cuando el índice ABI se encuentra entre 35 y 58, y Mala, cuando el índice ABI es menor que 35.*

#### 4.1.4. Resultados de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

**Tabla 9: Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos determinados en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA)**

Parámetros		Puntos de Monitoreo				Parámetros aceptados (ECA)	Descripción
		P 1	P 2	P 3	Promedio		
Fisicoquímico	Oxígeno disuelto, mg/L	6.55	6.79	6.66	6.66	≥ 5,00	Aceptable
	Demanda Química de Oxígeno, DQO, mg/L	7	6	10	7.6	<40	Aceptable
	Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO, mg/L	4	3.5	6	4.5	<10	Aceptable
	pH	8,01 2	8,004	8,016	8,01	6.5 - 9.0	Aceptable
	Conductividad, $\mu$ S/cm	139. 4	133.6	163.3	145.43	< 1000	Aceptable
	Nitratos, mg/L	N.D	N.D	N.D	-	13	No detectado
	Nitritos, mg/L	N.D	N.D	N.D	-	100	No detectado
Microbiológico	Turbiedad, NTU	3	3.5	3.2	3.2	< 5	Aceptable
	Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL	0.0	1x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>2</sup>	-	50	Aceptable
	Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL	3x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	3.5 x10 <sup>4</sup>	-	-	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se detalla los resultados fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras analizadas considerando solo (3 puntos) de los 7 evaluados.

Se aprecia los parámetros fisicoquímicos de mayor y menor valor de Oxígeno disuelto (6.79 – 6.55 mg/L), Demanda Química de Oxígeno DQO (6-10 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (3.5-6 mg/L), pH (8.012-8.016), Conductividad (133.6-163.3  $\mu$ S/cm), Turbiedad (3.5-3 NTU), donde comparando dichos parámetros con los ECA para agua Categoría 4 – Subcategoría E2, nos resulta aceptable dentro de lo establecido. En cuanto a los Nitratos, mg/L y Nitritos, mg/L, no se contó con su presencia.



Los parámetros microbiológicos conformado por Coliformes totales, UFC/100 mL y Bacterias heterotróficas, UFC/ mL, presentes en cantidades considerables.

#### 4.1.5. Análisis estadístico – Shapiro Wilk

**Tabla 10: Evaluación de la normalidad de las variables y de cada uno de los indicadores de los parámetros a analizar**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	P- valor
Caudal	.874	3	<b>0.306</b>
Cantidad de Macroinvertebrados	.950	3	<b>0.571</b>
Oxígeno disuelto, mg/L	.998	3	<b>0.908</b>
Demanda Química de Oxígeno , DQO, mg/L	.923	3	<b>0.463</b>
Demanda Bioquímica de Oxígeno , DBO, mg/L	.893	3	<b>0.363</b>
pH	.964	3	<b>0.637</b>
Conductividad, $\mu$ S/cm	.890	3	<b>0.354</b>
Turbiedad, NTU	.987	3	<b>0.780</b>
Coliformes	.750	3	0.000
Bacterias	.750	3	0.000

Fuente: Elaboración propia

Se tiene que el caudal, la cantidad de macroinvertebrados y los indicadores de los parámetros fisicoquímicos presentan normalidad en los datos, evaluación llevada a cabo con la prueba de Shapiro Wilk, considerando un nivel de significancia de 5%. Por lo anterior, se lleva a cabo los análisis teniendo en cuenta procedimientos paramétricos. Por otro lado, los indicadores de los parámetros microbiológicos, no presentan normalidad en sus datos, por lo que el análisis se lleva a cabo con procedimientos no paramétricos.

## 4.2. Contrastación de hipótesis y prueba de hipótesis

### 4.2.1. Contrastación de la hipótesis específica 1

Se plantea a continuación la contrastación de las hipótesis para la presencia de macroinvertebrados acuáticos con el factor hidrológico (caudal del río). El procedimiento estadístico que se emplea es la Correlación de Pearson (procedimiento estadístico paramétrico), considerando un nivel de significancia del 5%.

**H<sub>1</sub>:** El factor hidrológico está relacionado a la cantidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas.

**Tabla 11: Análisis de la correlación entre el factor hidrológico (caudal del río) y la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua**

		<b>Caudal</b>	<b>Macro</b>
<b>Caudal</b>	Correlación de Pearson	1	0.376
	Sig. (bilateral)		<b>0.755</b>
	N	3	3
<b>Macro</b>	Correlación de Pearson	0.376	1
	Sig. (bilateral)	<b>0.755</b>	
	N	3	3

En base al p-valor obtenido (0.755 = 75.5%), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% (0.05) no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica que existe relación entre las dos variables en estudio, por lo que aceptamos la hipótesis nula, que señala que el factor hidrológico (caudal del río), no está relacionado a la cantidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas.

#### 4.2.2. Contrastación de la hipótesis específica 2

Se plantea a continuación la contrastación de las hipótesis para la presencia de macroinvertebrados con los parámetros fisicoquímicos (Oxígeno disuelto, mg/L, Demanda Química de Oxígeno DQO, mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO, mg/L, pH, Conductividad,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , Nitratos, mg/L, Nitritos, mg/L, Turbiedad, NTU). El procedimiento estadístico que emplea es la Correlación de Pearson, con un nivel de significancia de 5%.

#### Oxígeno disuelto

H<sub>2</sub>: El oxígeno disuelto está relacionado a la presencia de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas \*

\* Se tiene adicionalmente una hipótesis por cada indicador de los parámetros fisicoquímicos.

**Tabla 12: Relación entre la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y los parámetros fisicoquímicos**

	Correlación de Pearson	Sig. (bilateral)	N
<b>Macro</b>	1		3
<b>Oxígeno</b>	-0.248	0.84	3
<b>DemandaQO2</b>	-0.857	0.345	3
<b>DemandaBQO2</b>	-0.883	0.311	3
<b>pH</b>	-0.53	0.645	3
<b>Conductividad</b>	-0.885	0.308	3
<b>Nitratos</b>	. <sup>a</sup>	.	3
<b>Nitritos</b>	. <sup>a</sup>	.	3
<b>Turbiedad</b>	-0.183	0.883	3

En base al p-valor obtenido, con un nivel de significancia del 5% (0.05), en cada uno de los casos: Oxígeno disuelto (0.84=84%), Demanda Química de Oxígeno DQO (0.345=34.5%), Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO 0.311=31.1%), pH (0.645=64.5%), Conductividad (0.308=30.8%), Nitratos

(n/a), Nitritos (n/a) y turbiedad (0.883=88.3%), no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica relación entre los parámetros fisicoquímicos con la presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de medición, por lo que aceptamos las hipótesis nulas, que señalan que no hay relación.

#### **4.2.3. Contrastación de la hipótesis específica 3**

Se plantea a continuación la contrastación de las hipótesis para la presencia de macroinvertebrados con los parámetros microbiológicos (Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL y Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL). El procedimiento estadístico que emplea es el Chi Cuadrado de Independencia, con un nivel de significancia de 5%

##### **Recuento de coliformes totales**

**H<sub>3</sub>:** El recuento de coliformes totales está relacionado a la presencia de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas

##### **Recuento de bacterias heterotróficas**

**H<sub>3</sub>:** El recuento de bacterias heterotróficas está relacionado a la presencia de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas

**Tabla 13: Relación entre el recuento de coliformes totales y el recuento de bacterias heterotróficas con la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y los parámetros fisicoquímicos**

<b>Pruebas de chi-cuadrado</b>			
	<b>Valor</b>	<b>df</b>	<b>Significación asintótica (bilateral)</b>
Chi-cuadrado de Pearson	3.000 <sup>a</sup>	2	0.223
Razón de verosimilitud	3.819	2	.148
Asociación lineal por lineal	1.827	1	.177
N de casos válidos	3		

a. 6 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .33.

En base al p-valor obtenido (0.223=22.3%), con un nivel de significancia del 5% (0.05), en cada uno de los casos: Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL y Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL, no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica relación entre los parámetros microbiológicos con la presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de medición, por lo que aceptamos las hipótesis nulas, que señalan que no hay relación.

#### 4.2.4. Contrastación de la Hipótesis General

Se plantea determinar la relación entre la presencia de macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019

**H<sub>1</sub>:** La presencia de macroinvertebrados es un indicador de (es decir: “está relacionado a”) la calidad del agua en la quebrada Uchpas.

Procedimiento estadístico: Chi Cuadrado de Independencia

Nivel de significancia: 5%

**Tabla 14: Relación entre la presencia (cantidad) de macroinvertebrados acuáticos y la calidad del agua**

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	3.000 <sup>a</sup>	2	<b>0.223</b>
Razón de verosimilitud	3.819	2	0.148
Asociación lineal por lineal	1.074	1	0.300
N de casos válidos	3		

a. 6 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .33.

En base al p-valor obtenido (0.223 = 22.3%), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% (0.05) no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica que existe relación entre las dos variables en estudio, por lo que aceptamos la hipótesis nula, que señala que la cantidad de macroinvertebrados no está relacionada a la calidad del agua.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **Con respecto al objetivo general**

Al obtener los resultados del procedimiento estadístico Chi cuadrado de independencia con su nivel de significancia de 5%, en base al p-valor obtenido ( $0.223 = 22.3\%$ ), se descarta la posibilidad de que exista una relación de los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco. Este resultado es totalmente opuestos a lo que hace mención (Romero Gonzales & Tarrillo Sanchez, 2017), quienes consideraron 5 puntos de muestreo en su investigación. La diferencia de los resultados de esta investigación con la que se realizó en el presente estudio, tiene que ver con la cantidad de puntos de muestreo, es decir, una corrección metodológica del tamaño de puntos evaluados podría hacer que coincidan los resultados.

#### **Con respecto al objetivo específico 1**

El factor hidrológico determinado en la quebrada Uchpas nos arroja un valor de ( $0.029 \text{ m}^3/\text{s}$ ) en promedio, siendo el punto 2 el caudal mayor con un ( $0.054 \text{ m}^3/\text{s}$ ), esto se debe a la altitud que presenta dicho punto así como el tipo de relieve y pendiente.

#### **Con respecto al objetivo específico 2**

La relación de los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, no se ve presente en los puntos de medición por lo que hace que no guarde ninguna relación con la presencia de

los macroinvertebrados acuáticos en los puntos evaluados. Por otro lado los análisis realizados y comparados con los ECA para agua Categoría 4 – Subcategoría E2, se encuentran óptimos dentro de esta categoría.

### **Con respecto al objetivo específico 3**

Los parámetros microbiológicos como los Coliformes totales, UFC/100 mL y Bacterias heterotróficas, UFC/mL, fueron analizadas demostrando su presencia en los puntos (1 y 2), lugar que cuenta con la presencia de la población. El procedimiento estadístico que se empleó fue el de Chi Cuadrado de Independencia con un nivel de significancia de 5%, señala que no existe relación entre los parámetros microbiológicos con la presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de medición.

### **Con respecto al objetivo específico 4**

Existen un total de 7 órdenes de macroinvertebrados acuáticos presentes en los 7 puntos de monitoreo en la quebrada Uchpas, contando con 17 familias taxonómicas, siendo el orden de las dípteras las más abundantes seguida de las plecópteras. Los macroinvertebrados encontrados en la investigación son similares a los presentados en el estudio realizado por (Leiva Cabrera, 2017).

Contando así en los puntos de monitoreo de agua 1, 4 y 7 existe una mayor presencia de macroinvertebrados del orden de las Dípteras (con un 57.4%, 62% y 51% respectivamente). Asimismo, se ha encontrado una buena presencia de macroinvertebrados del orden Plecóptera (con un 11.6%, 34.7% y 42.8% respectivamente).



### **Con respecto al objetivo específico 5**

Con respecto a la puntuación del índice biótico andino (ABI), y habiendo evaluado la calidad del agua en los puntos de monitoreo en relación al índice biótico, se tiene un promedio total de 3564 individuos, considerando un valor de (59-96), siendo buena dentro del rango de puntaje establecido. Clasificando de tal manera a los macroinvertebrados por familia y orden taxonómico.

### **Con respecto al objetivo específico 6**

En relación a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se aprecia un promedio de los parámetros fisicoquímicos de Oxígeno disuelto (6.66 mg/L), Demanda Química de Oxígeno DQO (7.6 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (4.5 mg/L), pH (8.01), Conductividad (145.43  $\mu$ S/cm), Turbiedad (3.2 NTU), donde comparando dichos parámetros con los ECA para agua Categoría 4 – Subcategoría E2, nos resulta aceptable dentro de lo establecido. En cuanto a los Nitratos, mg/L y Nitritos, mg/L, no se contó con su presencia. Los parámetros microbiológicos conformado por Coliformes totales, UFC/100 mL y Bacterias heterotróficas, UFC/ mL, fueron apreciadas en la parte baja de la microcuenca, que colinda con la población, con un nivel de significancia menor.

## CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio, permiten llegar a las siguientes conclusiones:

### **Con respecto al objetivo general:**

Con una probabilidad de error del 22.3% (p-valor = 0.223), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% (0.05) se concluye que se descarta que exista relación entre las dos variables en estudio, no podemos aceptar la hipótesis de investigación planteada que señala que la cantidad de macroinvertebrados no está relacionada a la calidad del agua. Sin embargo, se hace presente que un ajuste metodológico en la cantidad de puntos de monitoreo podría demostrar que dicha relación existe.

### **Con respecto al objetivo específico 1:**

En base al p-valor obtenido (0.755 = 75.5%), teniendo en cuenta un nivel de significancia de 5% (0.05) se concluye que no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica que existe relación entre las dos variables en estudio, por lo que aceptamos la hipótesis nula, que señala que el factor hidrológico (caudal del río), no está relacionado a la cantidad de macroinvertebrados acuáticos en la quebrada de Uchpas.

### **Con respecto al objetivo específico 2:**

Teniendo en cuenta el p-valor obtenido, con un nivel de significancia del 5% (0.05), en cada uno de los casos: Oxígeno disuelto (0.84=84%), Demanda Química de Oxígeno DQO (0.345=34.5%), Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO 0.311=31.1%), pH (0.645=64.5%), Conductividad (0.308=30.8%), Nitratos (n/a), Nitritos (n/a) y turbiedad (0.883=88.3%), se concluye que, no

podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica relación entre los parámetros fisicoquímicos con la presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de medición, por lo que aceptamos las hipótesis nulas, que señalan que no hay relación.

**Con respecto al objetivo específico 3:**

Considerando el p-valor obtenido (0.223=22.3%), con un nivel de significancia del 5% (0.05), en cada uno de los casos: Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL y Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL, se concluye que, no podemos aceptar la hipótesis alterna, que indica relación entre los parámetros microbiológicos con la presencia de macroinvertebrados acuáticos en los puntos de medición, por lo que aceptamos las hipótesis nulas, que señalan que no hay relación.

**Con respecto al objetivo específico 4:**

Se aprecia que los puntos monitoreados (1, 2 y 3) presentan una característica similar en cuanto a la altitud (msnm), ello se puede apreciar en el valor de las desviaciones estándar obtenida entre los puntos evaluados. Lo mismo se puede mencionar del pH, que prácticamente tienen el mismo valor (8.4 en promedio). En cuanto a la temperatura, se aprecia que en el punto 3, que tiene una menor altitud que los otros dos primeros tiene una mayor temperatura que en ellos. La conductividad eléctrica encontrada fue mayor en el punto 3 (186.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Finalmente, se aprecia que el caudal es mayor en el punto de monitoreo 2 (0.054  $\text{m}^3/\text{s}$ ).

### **Con respecto al objetivo específico 5:**

La evaluación descriptiva de los resultados permite concluir que, se ha encontrado que, existen un total de 7 órdenes de macroinvertebrados acuáticos presentes en los 7 puntos de monitoreo en la quebrada Uchpas, contando con 17 familias taxonómicas, siendo el orden de las dípteras las más abundantes seguida de las plecópteras. En los puntos de monitoreo de agua 1, 4 y 7 existe una mayor presencia de macroinvertebrados del orden de las Dípteras (con un 57.4%, 62% y 51% respectivamente). Asimismo, se ha encontrado una buena presencia de macroinvertebrados del orden Plecóptera (con un 11.6%, 34.7% y 42.8% respectivamente). Por otro lado en el punto 5 se cuenta con un 0.1% del orden oligochaeta siendo la única especie identificada en todos los puntos evaluado ya mencionados.

### **Con respecto al objetivo específico 6:**

Habiendo evaluado la calidad del agua en los puntos de monitoreo en relación al índice biótico, dichos resultados permiten concluir que, se tiene un promedio total de 3564 individuos, considerando un valor de (59-96), siendo buena dentro del rango de puntaje establecido. La cantidad de macroinvertebrados disminuye conforme disminuye la altitud del punto de monitoreo.

### **Con respecto al objetivo específico 7:**

Se aprecia los parámetros fisicoquímicos de mayor y menor valor de Oxígeno disuelto (6.79 – 6.55 mg/L), Demanda Química de Oxígeno DQO (6-10 mg/L), Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (3.5-6 mg/L), pH (8.012 - 8.016), Conductividad (133.6-163.3  $\mu$ S/cm), Turbiedad (3.5-3 NTU), donde comparando dichos parámetros con los ECA para agua Categoría 4 –

Subcategoría E2, nos resulta aceptable dentro de lo establecido. En cuanto a los Nitratos, mg/L y Nitritos, mg/L, no se contó con su presencia. Los parámetros microbiológicos conformado por Coliformes totales, UFC/100 mL y Bacterias heterotróficas, UFC/ mL, presentes en cantidades considerables.

## RECOMENDACIONES

Debido a que el número de datos que se recogió en la muestra fue insuficiente como para poder demostrar la relación entre las variables, se recomienda a los siguientes estudios de investigación enfocados en la determinación de la calidad del agua en relación a los macroinvertebrados, considerar un número suficiente de datos mayores a 7 puntos evaluados, para de esa manera poder trabajar óptimamente con los resultados.

Se recomienda que la Universidad de Huánuco, como institución formadora de profesionales, disponga de los materiales y equipos requeridos para el muestreo correspondiente de las siguientes investigaciones, de manera que, los estudiantes aprendan de forma práctica como llevar a cabo el desarrollo y manejo de sus resultados, haciendo operativa la investigación a realizar.

Es de interés investigar más acerca de los bioindicadores y su comportamiento en el ecosistema, así como su adaptación al estilo de vida.

Se requiere realizar monitoreos en las cuencas hidrográficas de nuestra región, donde podamos crear una base de datos conjuntamente con la determinación de la calidad de agua.

Hacer de su conocimiento a las autoridades locales y regionales de gobierno, mediante este tipo de estudios sobre la conservación y manejo de las cuencas hidrográficas ya que estas abarcan recursos y servicios ambientales en beneficio de la población.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta R., R. T. (2009). *Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de los ríos andinos (CERA-S) y su uso en dos cuencas en Ecuador y Perú Limnetica.*
- Acosta, R. (2009). *Estudio de la cuenca alto andina del río Cañete (Perú): distribución altitudinal de la comunidad de Macroinvertebrados bentónicos y caracterización hidroquinona de sus cabeceras cársticas.* . Perú: Universidad de Barcelona .
- Alba Tercedor, J. (1996). *Macroinvertebrados acuáticos y calidad de las aguas de los ríos.* Universidad de Granada: En IV Simposio del Agua en Andalucía (pp. 203-213). Almería: Departamento de Biología Animal y Ecología. .
- Álvarez, S. &. (2007). *Evaluación de la calidad de agua mediante la utilización de macroinvertebrados acuáticos en la subcuenca del Yeguaré, Honduras.* Honduras: Universidad de Zamorano.
- Archangelsky, M. (2001). *Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos.* Investigaciones de la UNT, Ciencias Exactas y Naturales. *Universidad Nacional de Tucuman, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo, Argentina.* 282 pp.
- Ballesteros, N. & Zuñiga, M. (2005). *Contribución al conocimiento del género Anacroneuria (Plecoptera: Perlidae) y su relación con la calidad del agua en el río Riofrío (Valle del Cauca).* *Universidad del Valle. Posgrado en Ingeniería Sanitaria y Ambiental,* 2 pp.
- Barbour MT, G. J. (1999). *Protocolos rápidos de bioevaluación para uso en arroyos y ríos transitables: perifito, macroinvertebrados bentónicos y peces.* Estados Unidos: Oficina de Agua.
- Beck, W. M. (1955). *Suggested method for reporting biota data.* *Sewage Ind. Wastes,* 27: 1193-1197.

- Calderon, J. (2004). *Evaluacion de la comunidad de macroinvertebrados bentonicos y la calidad fisicoquimica del agua en la parte alta de la quebrada carracra del municipio de los santos departamento de santander*. Colombia .
- Chagas, F. &. (2017). Uso de la estructura de comunidades de macroinvertebrados bentónicos como indicador de calidad del agua en ríos en el sur del país Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 12 (3), 416-425 pp.
- Chapman, D. (2016). *Evaluaciones de la calidad del agua: uso de sedimentos de biota y agua en el monitoreo ambiental*.
- Costas, G. (2019). *Ciencia y Biología*. Obtenido de Portal de biología y ciencias relacionadas: divulgación, noticias, curiosidades y apuntes.: <https://cienciaybiologia.com/fitoplancton/>
- Domínguez, E. Hurbbard, M. Pescador, M. & Molineri, C. (2001). *Guía para la determinacion de los antropodos bentonicos sudamericanos*. Argentina 282 pp.: Universidad Nacional de Tucuman, Facultad de Ciencias Naturales e Instituto M. Lillo.
- Elbrecht, V. B. (2016). *Efectos estrasantes multiples en invertebrados de corrientes*.
- Encalada, A., Rieradevall, M., Touma, B., & Garcia, N. y. (2011). *Protocolo simplificado y guia de evaluacion de la calidad ecologica de rios andinos (CERA-S)*. Quito- Ecuador.
- Fernández Estela, A., Huamaní Alfaro, F. d., Rojas Ramos, J., & Lavado Baldeón, I. (2007). *PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)*. Lima - PERU: Área de Protección de los Recursos Hídricos.
- Fernández, E. D. (2009). *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología*. Argentina: Fundacion Miguel Lilo.



- Gonzales Ramirez, A. (2006). *Metodología de la Investigación Científica*. Pontificia Universidad la Javeriana.
- Gonzales, C., & Maestre, J. (2014). *Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Universidad Nacional de San Marcos -Lima: Zona de comunicaciones S.A.C.
- Guareschi, S. (2015). Retos para la conservación de los macroinvertebrados acuáticos y sus hábitats en la península ibérica. *REVISTA CIENTÍFICA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE- ECOSISTEMAS* .
- Hanson, P. (2010). *Introducción a los grupos de macroinvertebrados acuáticos*.
- Hernández Sampieri; Fernández Collado & Baptista Lucio. (2016). *Metodología de la investigación sexta edición México*. México: INTERAMERICA EDITORES, S.A DE C.V.
- Kolkwitz, R., & Marsson, W. (1909). *Ökologie der tierischen Saprobien. Beiträge zur Lehre von der biologische Gewässerbeuteilung. Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*. 2: 126-152.
- Leiva Cabrera, D. (2017). *Ensamblaje de Macroinvertebrados Acuáticos y su relación con parámetros fisicoquímicos en la determinación de la calidad de agua de la microcuenca atuén, del distrito de leymebamba, chachapoyas, Perú*. Chachapoyas : Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas .
- Liñero Arana, I., & Balarezzo, V., & Eraso, H., & Pacheco, F., & Ramos, C., & Muzo, R., & Calva, C. (2016). Calidad del agua de un río andino ecuatoriano a través del uso de macroinvertebrados. *UNED Research Journal*, Cuadernos de Investigación UNED, 8 (1), 68-75. <http://dx.doi.org/10.22458/urj.v8i1.1225>.
- López, E. (2013). *Evaluación de la calidad del agua en la laguna de Yuriria, Guanajuato, México, Análisis de valoración para dos épocas 2005, 2009-2010*. México .

- Margalef, R., Planas, A., Armengol, J., Vidal, A., & Prat, N. (s.f.). *Limnología de los embalses españoles*. Madrid.
- Metcalf, J. L. (1989). *“Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities history and present status I, Europe”*.
- MINAGRI, M. d. (2015). *Manual Nº 5 Medicion de Agua*. Lima.
- Palma Gonzales. C, A. M. (2014). *Metodo de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*. Lima- Peru: Zona Comunicaciones S.A.C.
- Palma, A., Figueroa, R., & Ruiz, H. (2002). Evaluación de Ribera y Hábitat Fluvial a través de los Índices QBR e IHF. *Gayana*, 57-63.
- Pimentel Jara, H. (2014). *Análisis desde la perspectiva de los Índices Bióticos, ECA-Agua y Manejo Adaptativo; usando Macroinvertebrados Bentónicos en ríos Altoandinos-Camisea 2009-2012*. Lima - Peru : Universidad Nacional Agraria la Molina .
- Pimentel, H. (2014). *Analisis desde la perspectiva de los indices Bioticos, ECA -Agua y Manejo Adaptativo usando Macroinvertebrados Benticos en rios Altoandinos - Camisea*. Lima: Universidad Agraria la Molina.
- Prat, N., Ríos, B., Acosta, R., & Rieradevall, M. (2009). *Los macroinvertebrados con indicadores de calidad de las aguas* . 631-654.
- Ríos-Touma, B. R. (2009). Distribucion de las comunidades de macroinvertebrados en los altos Andes y su tolerancia a la contaminacion. *Una revision y propuesta de un indice biotico para corrientes andinas altas (Indice Biotico Andino ABI)* .
- Roldán Perez, G. (1992). *Fundamentos de la Limnología Neotropical* Medellin. Colombia: Universidad de Antioquia.
- Roldan Perez, G. (2003). *Bioindicacion de la calidad del agua en Colombia - uso del metodo BMWP/Col*. Medellin- Colombia: Universidad de Antioquia.

- Roldán Perez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicador de la calidad del agua. *Revista de la academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 254-274.
- Roldan, G. (1996). *Guía para el estudio de los macro-invertebrados acuáticos del Departamento de Antioquía*. FEN . Colombia. Medellín 217 pp: Universidad de Antioquia.
- Romero Gonzales, D., & Tarrillo Sanchez, H. (2017). *Evaluación de la calidad del agua utilizando macroinvertebrados bentónicos como indicadores bióticos en la quebrada Chambag, Santa Cruz, Cajamarca*. Chiclayo : Universidad de Lambayeque- Facultad de Ciencias de la Ingeniería .
- Rueda, J. (2015). *Biodiversidad y ecología de metacomunidades de macroinvertebrados acuáticos de las malladas de la Devesa y del Racó de l'Olla*. Universidad de Valencia.
- Rueda, J., Mesquita, F., Valentín, A., & Dies, B. (2013). Inventario de los macroinvertebrados acuáticos del "Ullal de Baldovi". *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural Sección Biología*, 107,57-65.
- SailandTrip . (11 de Junio de 2016). Obtenido de <https://sailandtrip.com/que-es-el-plancton/>
- Santamaría, E. E., & Vega, J. A. (2016). Diversidad de Macroinvertebrados Acuáticos y calidad del agua en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, provincia de Chiriquí, Panamá. *Tecnociencia Vol. 18 N° 1*.
- Trama Florencia, A. (2014). *Efecto de plaguicidas sobre macroinvertebrados bentónicos y calidad del agua, en cultivos de arroz del bajo Piura*. Piura.
- Vasquez Valerio, M. T. (2014). *Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico- químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Peru)*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo .

# **ANEXOS**

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

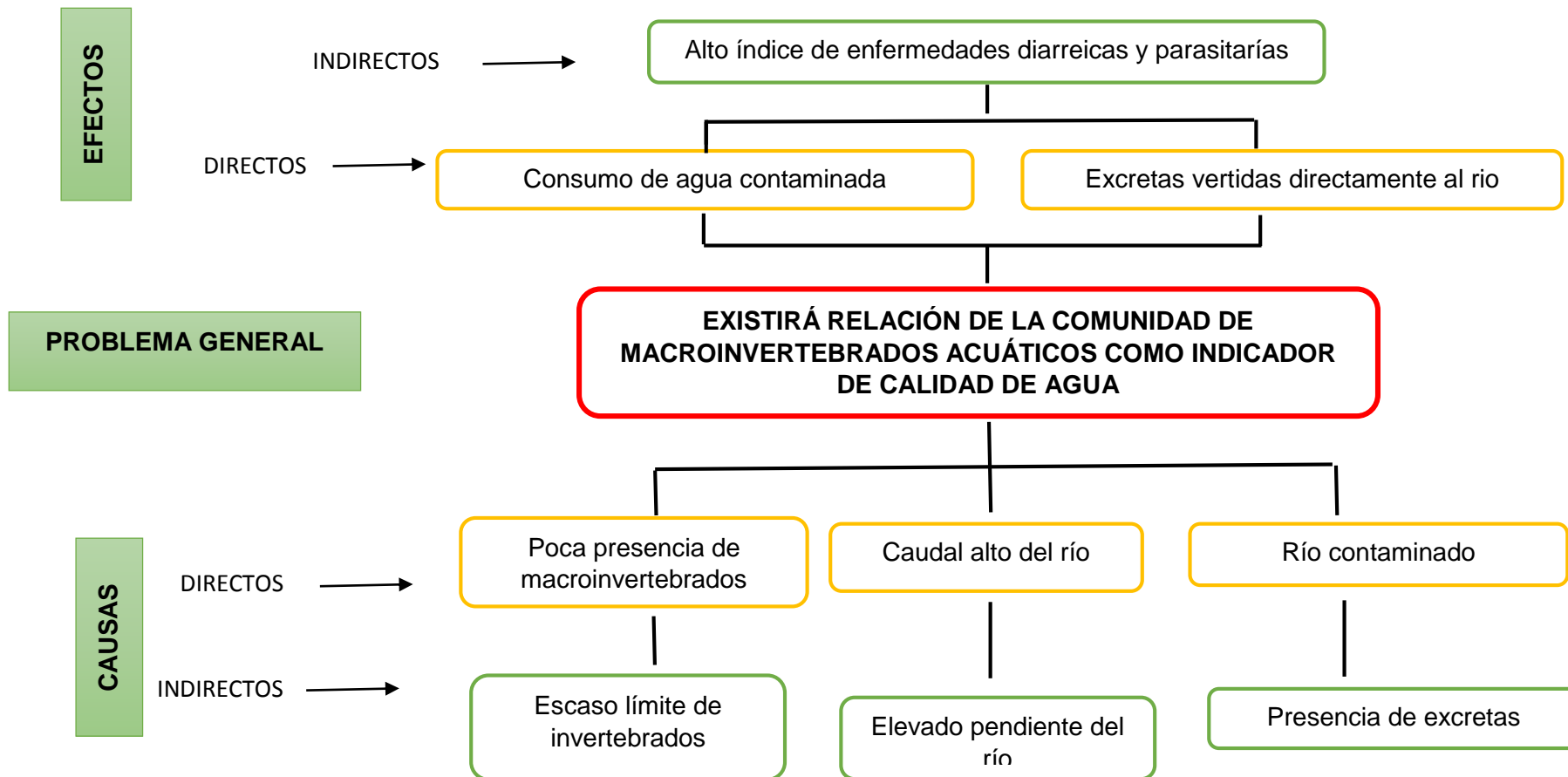
**TITULO:** “RELACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA QUEBRADA UCHPAS, EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN, PROVINCIA Y REGION HUANUCO, MAYO– JULIO 2019”

**TESISTA:** Bach. Carolay Estefany Morales Aguirre

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACION	POBLACION MUESTRA
<p><b>Problema General:</b> ¿Cuál es la relación de los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?</p> <p><b>Problema Específico:</b> ¿Cómo se relaciona el factor hidrológico con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019? ¿Cómo se relaciona los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019? ¿Cómo se relaciona los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019? ¿Cómo se identifica la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico que pertenecen, en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019? ¿Cómo se evalúa la calidad del agua mediante la puntuación del índice biótico andino (ABI) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019? ¿Cómo se determinan los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la relación de macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.</p> <p><b>Objetivo Específico:</b> Identificar la relación que existe entre el factor hidrológico con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019. Establecer la relación que existe entre los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019. Establecer la relación que existe entre los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019. Identificar la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en relación al grupo taxonómico que pertenecen, en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019. Determinar la calidad del agua mediante la puntuación del índice biótico andino (ABI) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019. Determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los puntos de monitoreo, en comparación con los parámetros aceptados (ECA) en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Existe relación de los macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> Existe relación entre los parámetros fisicoquímicos con los macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Uchpas. Existe relación entre los parámetros microbiológicos con los macroinvertebrados acuáticos presentes en la quebrada Uchpas. La diversidad de macroinvertebrados acuáticos se relaciona en función al grupo taxonómico que pertenece, en la quebrada Uchpas.</p>	<p><b>Vd:</b> Calidad del agua</p> <p><b>VI:</b> macroinvertebrados acuáticos</p>	<p><b>Enfoque:</b> Mixto (Cualitativo y Cuantitativo).</p> <p><b>Alcance o nivel:</b> Correlacional</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental – Transversal Descriptivo</p>	<p><b>Población:</b> diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos presentes en los 7 puntos de muestreo</p> <p><b>Muestra:</b> Grupos taxonómicos de macroinvertebrados</p>

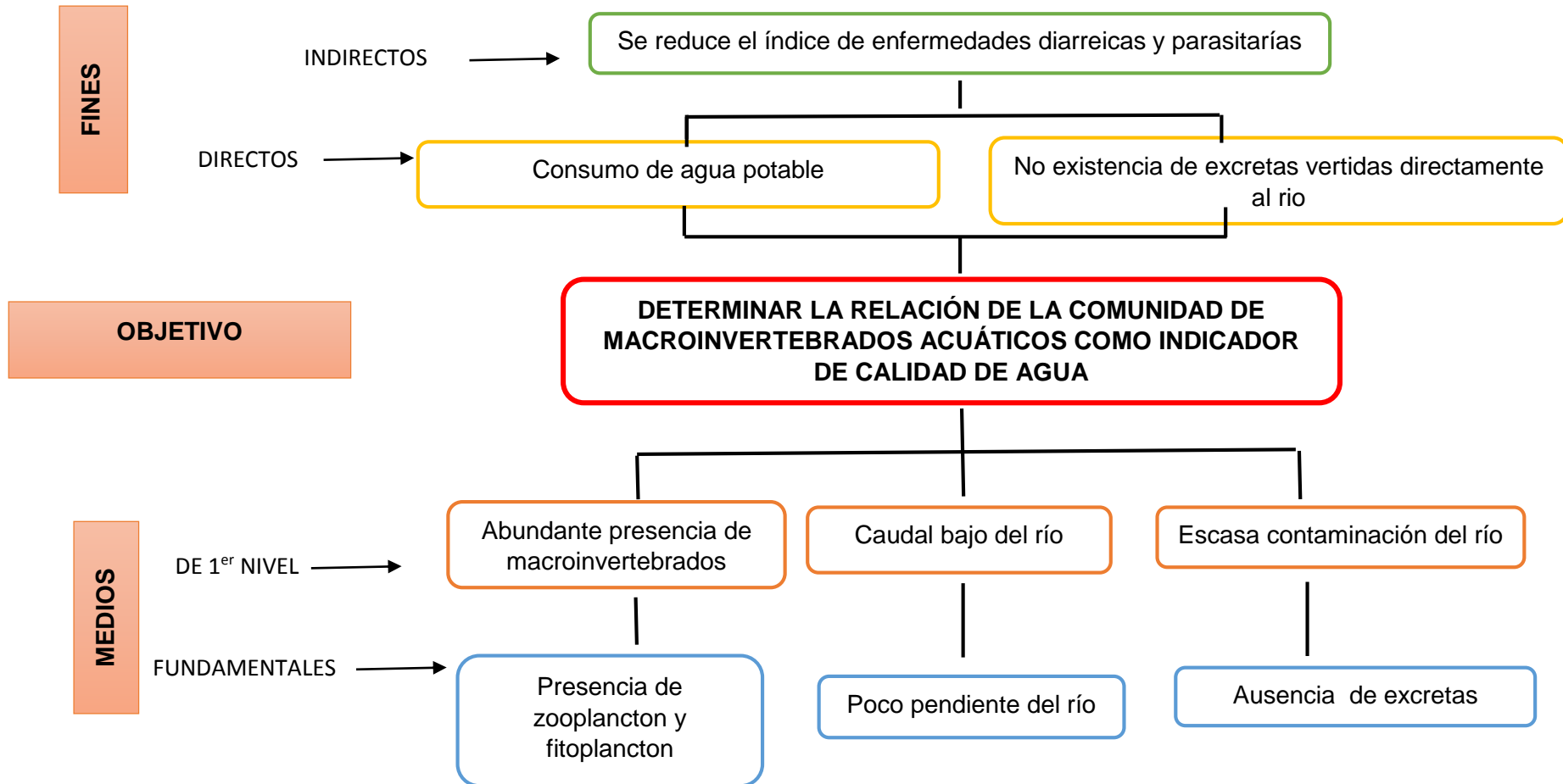
**Fuente:** Elaboración propia

## ANEXO 2. ÁRBOL DE PROBLEMA - CAUSA - EFECTO



Fuente: Elaboración propia

### ANEXO 3. ÁRBOL DE OBJETIVO - MEDIOS - FINES



Fuente: Elaboración propia

## ANEXO 4. FORMATO PARA DATOS DE CAMPO

---

### HOJA DE DATOS GENERALES

---

**Responsable:**

**Lugar de muestreo:**

**Código  
estación**

**Nombre de la Cuenca:**

**Nº de  
muestra**

**Coordenadas y altitud:**

**Hora:  
Inicio – final**

**Tipo de sustrato:**

Sustrato duro ( )  
Sustrato duro no removible ( )  
Sustrato blando ( )  
Sustrato superficial ( )

**Fecha:**

**Parámetros físicos  
in situ:**

Ph (unidades)  
Temperatura (°C)  
Conductividad eléctrica (µS/cm)  
Oxígeno disuelto (mg O<sub>2</sub>/l)

**Caudal:**

Distancia de recorrido (m)  
Área transversal (m)  
Profundidad del área transversal (m)  
Tiempo de A-B (t<sub>1</sub>...t<sub>5</sub>)

**Observaciones:**

---

*Fuente: elaboración propia*



## ANEXO 5. REGISTRO DE DATOS EN CAMPO – PARÁMETROS IN SITU

PUNTOS DE MONITOREO	DESCRIPCIÓN ORIGIN /UBICACIÓN	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DEPARTAMENTO	COORDENADAS		ALTURA	FECHA	HORA	pH	T	OD	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	CAUDAL	OBS
						NORTE/SUR	ESTE/OESTE									
<b>Punto 1 – inicial</b>	Quebrada Uchpas	C.P. San Juan de Miraflores	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco	8901906	18 L 0353320	2143 msnm	06/06/2019	9:40 AM	8.3	15	-	150	0,020	Se llegó a medir por otro lado el Cloro (0.2) y Bromo (0.4) dando como resultado nula
<b>Punto 2 – medio</b>	Quebrada Uchpas	C.P. San Juan de Miraflores	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco	8902167	18 L 0353174	2130 msnm	06/06/2019	10:20 AM	8.3	15	-	165	0,054	Se llegó a medir por otro lado el Cloro (0.2) y Bromo (0.4) dando como resultado nula
<b>Punto 3 – final</b>	Quebrada Uchpas	C.P. San Juan de Miraflores	San Francisco de Cayran	Huánuco	Huánuco	8902587	18 L 0352844	2052 msnm	06/06/2019	10:50 AM	8.5	18.4	-	186	0,013	Se llegó a medir por otro lado el Cloro (0.2) y Bromo (0.4) dando como resultado nula

## ANEXO 6. RESULTADO DEL ANÁLISIS DE AGUA FISICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO

	Puntos de Monitoreo			Parámetros aceptados (ECA)	DESCRIPCION
	P 1	P 2	P 3		
	<b>Parámetro: Físico – Químico</b>				
Oxígeno disuelto, mg/L	6.55	6.79	6.66	≥ 5,00	ACEPTABLE
Demanda Química de Oxígeno , DQO, mg/L	7	6	10	< 40	ACEPTABLE
Demanda Bioquímica de Oxígeno , DBO, mg/L	4	3.5	6	< 10	ACEPTABLE
pH	8.012	8.004	8.016	6.5 - 9.0	ACEPTABLE
Conductividad, μS/cm	139.4	133.6	163.3	< 1000	ACEPTABLE
Nitratos, mg/L	N.D	N.D	N.D	13	NO DETECTADO
Nitritos, mg/L	N.D	N.D	N.D	100	NO DETECTADO
Turbiedad, NTU	3	3.5	3.2	< 5	ACEPTABLE
	<b>Parámetro: Microbiológico</b>				
Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL	0.0	1x10 <sup>2</sup>	1x10 <sup>2</sup>	50	ACEPTABLE
Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL	3x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>4</sup>	3.5 x10 <sup>4</sup>	-	ACEPTABLE

*Fuente: Universidad de Huánuco – Laboratorio de Biotecnología*

## ANEXO 7. DATOS DE CAUDAL – MÉTODO DEL FLOTADOR

- **PUNTO 1 - INICIAL**

<b>CALCULO DEL AREA</b>				
<b>ESPACIO</b>	<b>METROS</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CANTIDAD (m)</b>	<b>AREA PARCIAL</b>
<b>e0</b>	0	h0	0	0
<b>e1</b>	0,3	h1	0,11	0,0165
<b>e2</b>	0,3	h2	0,14	0,0375
<b>e3</b>	0,3	h3	0,15	0,0435
<b>e4</b>	0,3	h4	0,06	0,0315
<b>e5</b>	0,3	h5	0	0,009
<b>AREA TOTAL (m2)</b>				<b>0,138</b>

<b>CALCULO DEL CAUDAL</b>				
<b>FACTOR DE CORRECCION</b>	<b>AREA (m2)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	<b>CAUDAL (m3/s)</b>
<b>0,25</b>	0,138	10	17,2	0,020

**Q= Fc x A x (L/T)**

*Fuente: elaboración propia*

- **PUNTO 2 - MEDIO**

<b>CALCULO DEL AREA</b>				
<b>ESPACIO</b>	<b>METROS</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CANTIDAD (m)</b>	<b>AREA PARCIAL</b>
e0	0	h0	0	0
e1	0,3	h1	0,03	0,0045
e2	0,3	h2	0,09	0,018
e3	0,3	h3	0,13	0,033
e4	0,3	h4	0,12	0,0375
e5	0,3	h5	0,1	0,033
e6	0,3	h6	0	0,25
<b>AREA TOTAL (m2)</b>				<b>0,376</b>

<b>CALCULO DEL CAUDAL</b>				
<b>FACTOR DE CORRECCION</b>	<b>AREA (m2)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	<b>CAUDAL (m3/s)</b>
<b>0,25</b>	0,376	10	17,4	0,054

**Q= Fc x A x (L/T)**

*Fuente: elaboración propia*

- PUNTO 3 – FINAL**

<b>CALCULO DEL AREA</b>				
<b>ESPACIO</b>	<b>METROS</b>	<b>PROFUNDIDAD</b>	<b>CANTIDAD (m)</b>	<b>AREA PARCIAL</b>
<b>e0</b>	0	h0	0	0
<b>e1</b>	0,3	h1	0,07	0,0105
<b>e2</b>	0,3	h2	0,09	0,024
<b>e3</b>	0,3	h3	0,06	0,0225
<b>e4</b>	0,3	h4	0,14	0,03
<b>e5</b>	0,3	h5	0,07	0,0315
<b>e6</b>	0,3	h6	0	0,0105
<b>AREA TOTAL (m2)</b>				<b>0,129</b>

<b>CALCULO DEL CAUDAL</b>				
<b>FACTOR DE CORRECCION</b>	<b>AREA (m2)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>TIEMPO PROMEDIO</b>	<b>CAUDAL (m3/s)</b>
<b>0,25</b>	0,129	10	25,4	0,013

$$Q = Fc \times A \times (L/T)$$

<b>CAUDAL PROMEDIO DE LA QUEBRADA UCHPAS</b>					
<b>PUNTO 1</b>	<b>PUNTO 2</b>	<b>PUNTO 3</b>	<b>SUMA TOTAL</b>	<b>TOTAL (m3/s)</b>	<b>Lt/s</b>
<b>0,020</b>	0,054	0,013	0,087	0,029	29

*Fuente: elaboración propia*

**ANEXO 8. NUMERO DE FAMILIAS TAXONÓMICAS ENCONTRADAS EN LA ZONA DE ESTUDIO – PUNTAJE ABI**

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION ABI
Oligochaeta		1
Gasterópoda	Physidae	3
	Limnaeidae	3
Ephemeroptera	Baetidae	4
	Leptophlebiidae	10
Plecóptera	Perlidae	10
Trichoptera	Hydrobiosidae	8
	Hydropsychidae	5
Coleóptera	Staphylinidae	3
	Gyrinidae	3
	Dytiscidae	3
	Hydraenidae	5
Díptera	Tipulidae	5
	Blepharoceridae	10
	Simulidae	5
	Ceratopogonidae	4
	Empididae	4
<b>PUNTAJE TOTAL DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS ENCONTRADOS EN LA MICROCUENCA EN LOS 7 PUNTOS</b>		<b>86</b>

*Fuente: elaboración propia*

**ANEXO 9. CLASIFICACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS EN LOS 7 PUNTOS DE MUESTREO**

ORDEN	FAMILIA	PUNTUACION ABI	PUNTOS DE MUESTREO							TOTAL DE MACROS POR FAMILIA TAXONOMICA
			P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	
<b>Turbellaria</b>	Planariidae	5								
<b>Hirudinea</b>		3								
<b>Oligochaeta</b>		1					1			1
<b>Gasterópoda</b>	Ancylidae	6								
	Physidae	3						7		7
	Hydrobiidae	3								
	Limnaeidae	3						3		3
	Planorbidae	3								
<b>Bivalvia</b>	Sphaeriidae	3								
<b>Amphipoda</b>	Hyalellidae	6								
<b>Ostracoda</b>		3								
<b>Hydracarina</b>		4								
<b>Ephemeroptera</b>	Baetidae	4	2		7	2	5	4	2	22
	Leptophlebiidae	10	12	1		4		3	3	23
	Leptohiphidae	7								

	Oligoneuriidae	10								
<b>Odonata</b>	Aeshnidae	6								
	Gomphidae	8								
	Libellulidae	6								
	Coenagrionidae	6								
	Calopterygidae	8								
	Polythoridae	10								
	<b>Plecoptera</b>	Perlidae	10	<b>64</b>	<b>14</b>	<b>49</b>	<b>159</b>	<b>312</b>	<b>269</b>	<b>104</b>
Gripopterygidae		10								
<b>Heteróptera</b>	Veliidae	5								
	Gerridae	5								
	Corixidae	5								
	Notonectidae	5								
	Belostomatidae	4								
	Naucoridae	5								
<b>Trichoptera</b>	Helicopsychidae	10								
	Calamoceratidae	10								
	Odontoceridae	10								
	Leptoceridae	8								
	Polycentropodidae	8								
	Hydroptilidae	6								
	Xiphocentronidae	8								



	Hydrobiosidae	8	2	3		1	1			7
	Glossosomatidae	7								
	Hydropsychidae	5	3	4	5	2	1	2	2	19
	Anamalopsychidae	10								
	Philopotamidae	8								
	Limnephilidae	7								
<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	4								
<b>Coleoptera</b>	Ptilodactylidae	5								
	Lampyridae	5								
	Psephenidae	5								
	Scirtidae	5								
	Staphylinidae	3	148	9	6	2	10		8	183
	Elmidae	5								
	Dryopidae	5								
	Gyrinidae	3		1						1
	Dytiscidae	3	1	3	7	4	1			16
	Hydrophilidae	3								
	Hydraenidae	5	3	1	1		1			6
<b>Diptera</b>	Blepharoceridae	10	10	8	3		18	4	7	50
	Simuliidae	5	304	366	281	279	307	523	110	2170
	Tabanidae	4								
	Tipulidae	5	1	20	5	5	13	10	4	58
	Limoniidae	4								
	Ceratopogonidae	4					2	15		17
	Dixidae	4								

Psychodidae	3								
Dolichopodidae	4								
Stratiomyidae	4								
Empididae	4	1	4	1		1	3	10	
Chironomidae	2								
Culicidae	2								
Muscidae	2								
Ephydriidae	2								
Athericidae	10								
Syrphidae	1								
<b>TOTAL DE MACROINVERTEBRADOS</b>		551	434	365	458	672	841	243	3564
<b>CALIDAD DEL AGUA</b>		72	71	54	53	63	63	56	86
		BUENA	BUENA	REGULAR	REGULAR	BUENA	BUENA	REGULAR	BUENA

**Descripción:**

**Puntaje ABI**



**Puntos de análisis fisicoquímico – microbiológico**



**Calidad del agua expresada en ABI**

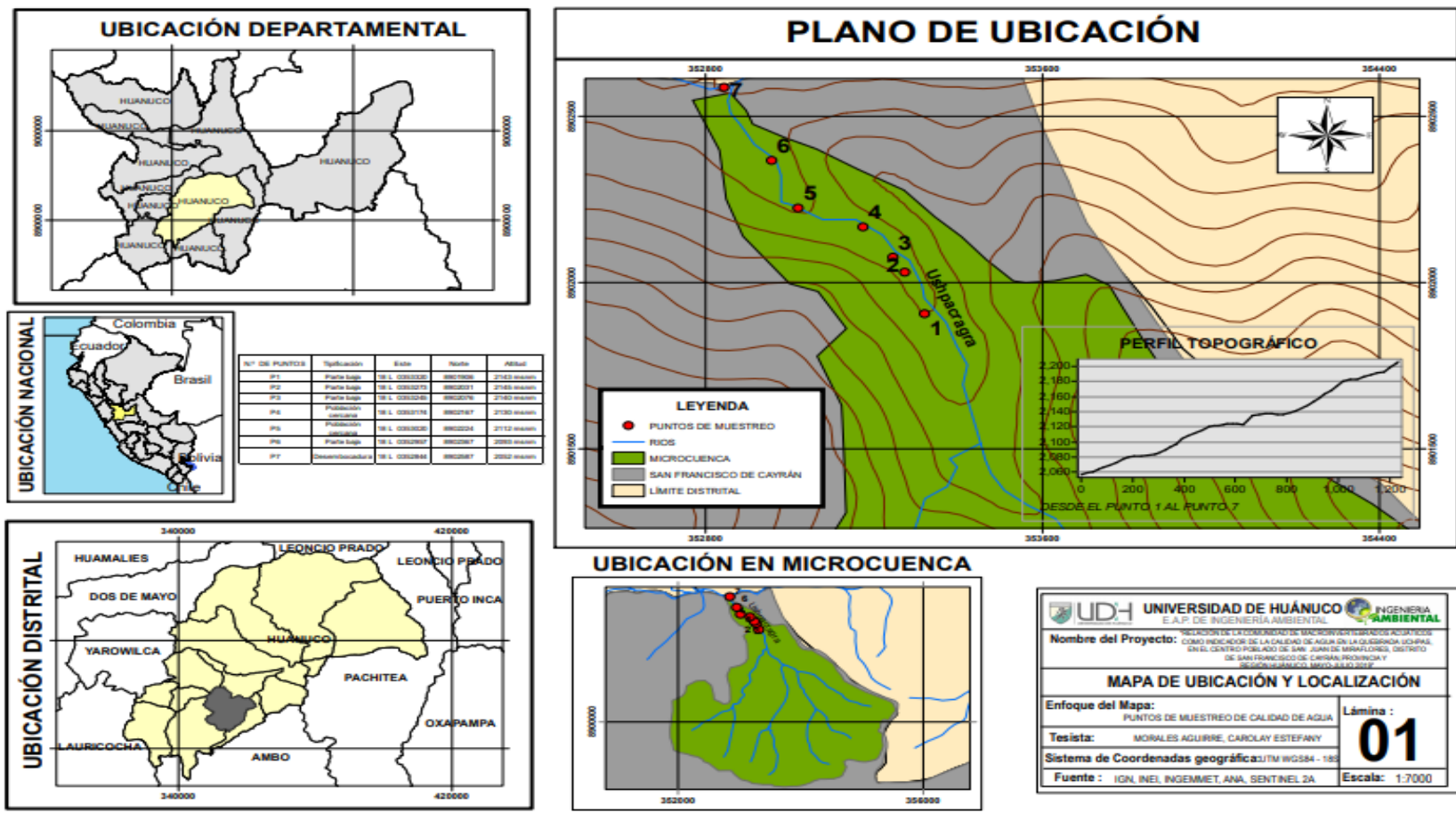


**Total de individuos – puntaje ABI**



*Fuente: elaboración propia*

## ANEXO 10. PLANO DE UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DEL ÁREA DEL PROYECTO DE TESIS



Fuente: elaboración propia

## ANEXO 11. PANEL FOTOGRÁFICO – TRABAJO DE CAMPO



**Fotografía 01.** Identificación del área de trabajo



**Fotografía 02.** Ubicación de los puntos de monitoreo



**Fotografía 03.** Ubicación de la estacas



**Fotografía 04.** Recolección de datos para el caudal





**Fotografía 05.** Limpieza del área de trabajo



**Fotografía 06.** Caudal promedio



**Fotografía 07.** Medida de los parámetros in situ



**Fotografía 08.** Multiparametro – muestra de agua



**Fotografía 09. Determinación del Bromo y Cloro en el agua**



**Fotografía 10. Recojo de las muestras de agua en los puntos de monitoreo cloro en el agua**



**Fotografía 11. Medida del pH en agua**



**Fotografía 12. Recojo de las muestras de Macros**





**Fotografía 13. Recolección manual  
– macroinvertebrados**



**Fotografía 14. Colecta de muestras en  
fuentes**



**Fotografía 15. Recolección tipo Red Dnet– macroinvertebrados**

## ANEXO 12. PANEL FOTOGRÁFICO – CLASIFICACIÓN DE LOS MACROINVERTEBRADOS



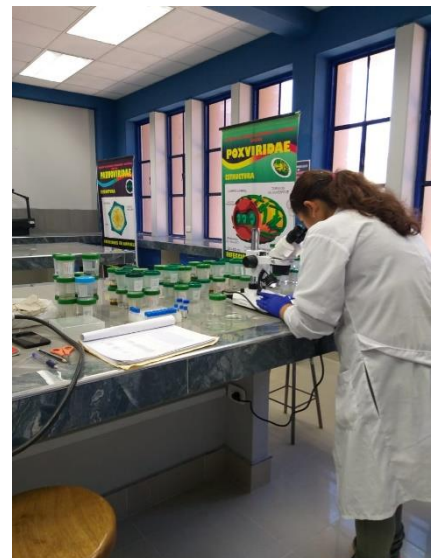
Fotografía 01. Limpieza de los macroinvertebrados



Fotografía 03. Manejo de la clasificación - muestras



Fotografía 02. Conservación de las muestras en alcohol de 70%



Fotografía 04. Visualización de las muestras en el estereoscopio





Fotografía 05. Orden Basommatophora – familia Physidae



Fotografía 06. Orden Basommatophora – familia Lymnaeidae



Fotografía 07. Orden Díptera – familia Empididae





Fotografía 08. Orden Coleóptera – familia Dytiscidae (larva)



Fotografía 09. Orden Díptera – familia Simulidae



Fotografía 10. Orden Díptera – familia Blepharoceridae



Fotografía 11. Orden Trichoptera – familia Hydropsychidae



Fotografía 12. Orden Trichoptera – familia Hydrobiosidae



Fotografía 13. Orden Coleóptera – familia Staphylinidae (Adulto)





Fotografía 14. Orden Coleóptera – familia Staphylinidae



Fotografía 15. Orden Coleóptera – familia  
Hydraenidae (Adulto)





Fotografía 16. Orden Ephemeroptera – familia Baetidae



Fotografía 17. Orden Ephemeroptera – familia Leptophebiidae



Fotografía 18. Orden Coleóptera – familia Dytiscidae (Adulto)



Fotografía 19. Orden Plecóptera – familia Perlidae



Fotografía 20. Orden Oligochaeta

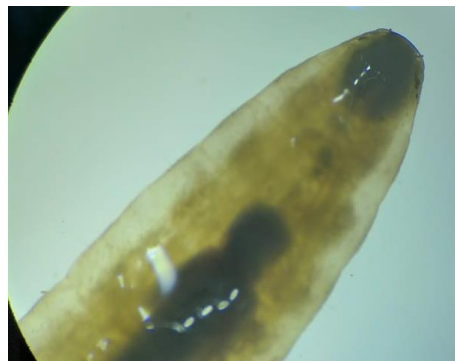


Fotografía 21. Orden Díptera – familia Ceratopogonidae



Fotografía 22. Orden Díptera – familia Chironomidae





Fotografía 23. Orden Díptera – familia Tipulidae

## ANEXO 13. INFORME DE ENSAYO N° 32-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (PUNTO1)



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

1

**LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA  
CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA  
INFORME DE ENSAYO N° 32-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (Punto 1)**

### 1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.

- 1.1. Proyecto: "Relación de microinvertebrados acuáticos como indicador de calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, Distrito de San Francisco de Cayrán, Provincia y Región de Huánuco, Mayo- Julio 2019 "
- 1.2. Solicitante: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.3. Personal muestreador: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.4. Datos del servicio:  
Características a evaluar: Físico - químico y microbiológico.  
Fecha de muestreo: 06 de Junio 2019  
Fecha de análisis : 06 de junio 2019
- 1.5. Características de la muestra:
  - Tipo de agua: agua de quebrada
  - Nombre de la fuente: Quebrada Uchpas
  - Ubicación geopolítica.
    - a) Departamento: Huánuco.
    - b) Localidad: Distrito de San Francisco de Cayrán
    - c) Denominación:
    - d) Coordenadas: **punto 1:** 18L0353320, UTM 8901906, 2143 msnm
    - e) Hora de muestreo 9:40 a.m. ; Temperatura agua: 15 °C

### 2. EVALUACIÓN.

#### 2.1. Muestreo:

La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Carolay Estefany Morales Aguirre

#### 2.2. Resultados: Físico Químicos

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	6.55
02	Demanda Química de Oxígeno, DQO, mg/L	7
03	Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO, mg/L	4
04	pH.	8.012
05	Conductividad, $\mu$ s/cm	139.4
06	Nitrato, mg/L	No detectado
07	Nitritos, mg/L	No detectado
08	Turbiedad, NTU	3

#### 2.3 Microbiológicos

Características: microbiológicos		Resultados.
01	Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL.	0.0
03	Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL.	$3 \times 10^4$

Huánuco, 14 de Junio 2019

  
 Ing. Herman Tarazona Mirabal  
 UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA  
 DIRECTOR TECNICO



## ANEXO 14. INFORME DE ENSAYO N° 33-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (PUNTO2)



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

1

### LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA INFORME DE ENSAYO N° 33-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (Punto 2)

#### 1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.

- 1.1. Proyecto: "Relación de microinvertebrados acuáticos como indicador de calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, Distrito de San Francisco de Cayrán, Provincia y Región de Huánuco, Mayo- Julio 2019 "
- 1.2. Solicitante: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.3. Personal muestreador: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.4. Datos del servicio:  
Características a evaluar: Físico - químico y microbiológico.  
Fecha de muestreo: 06 de Junio 2019  
Fecha de análisis : 06 de Junio 2019
- 1.5. Características de la muestra:
  - Tipo de agua: agua de quebrada
  - Nombre de la fuente: Quebrada Uchpas
  - Ubicación geopolítica.
    - a) Departamento: Huánuco.
    - b) Localidad: Distrito de San Francisco de Cayrán
    - c) Denominación:
    - d) Coordenadas: punto 2; 18L0353174, UTM 8902164, 2130 msnm
    - e) Hora de muestreo 10:20 a.m. ; Temperatura agua: 15 °C

#### 2. EVALUACIÓN.

- 2.1. Muestreo:  
La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Carolay Estefany Morales Aguirre
- 2.2. Resultados: Físico Químicos

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	6.79
02	Demanda Química de Oxígeno, DQO, mg/L	6
03	Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO, mg/L.	3.5
04	pH.	8.004
05	Conductividad, $\mu\text{s}/\text{cm}$	133.6
06	Nitrato, mg/L.	No detectado
07	Nitritos, mg/L.	No detectado
08	Turbiedad, NTU	3.5

#### 2.3 Microbiológicos

Características: microbiológicos		Resultados.
01	Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL.	$1 \times 10^2$
03	Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL.	$3 \times 10^4$

Huánuco, 14 de Junio 2019

  
 Ing. Herman Tarazona Mirabal  
 UCH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA  
 DIRECTOR TÉCNICO

## ANEXO 15. INFORME DE ENSAYO N° 34-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (PUNTO3)



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

1

### LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA CIUDAD UNIVERSITARIA LA ESPERANZA INFORME DE ENSAYO N° 34-2019: AGUA QUEBRADA UCHPAS (Punto 3)

#### 1. DATOS DE LA SOLICITUD DE CERTIFICACIÓN.

- 1.1. Proyecto: "Relación de microinvertebrados acuáticos como indicador de calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, Distrito de San Francisco de Cayrán, Provincia y Región de Huánuco, Mayo- Julio 2019 "
- 1.2. Solicitante: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.3. Personal muestreador: Carolay Estefany Morales Aguirre
- 1.4. Datos del servicio:  
Características a evaluar: Físico - químico y microbiológico.  
Fecha de muestreo: 06 de Junio 2019  
Fecha de análisis : 06 de Junio 2019
- 1.5. Características de la muestra:
  - Tipo de agua: agua de quebrada
  - Nombre de la fuente: Quebrada Uchpas
  - Ubicación geopolítica.
    - a) Departamento: Huánuco.
    - b) Localidad: Distrito de San Francisco de Cayrán
    - c) Denominación:
    - d) Coordenadas: **punto 3**: 18L0352844, UTM 8902589, 2052 msnm
    - e) Hora de muestreo 10:50 a.m. ; Temperatura agua: 18 °C

#### 2. EVALUACIÓN.

##### 2.1. Muestreo:

La muestra fue recogida y traída al laboratorio por Carolay Estefany Morales Aguirre

##### 2.2. Resultados: Físico Químicos

Parámetros: físicos - químicos.		Resultados.
01	Oxígeno Disuelto, mg/L.	6.66
02	Demanda Química de Oxígeno, DQO, mg/L	10
03	Demanda Bioquímica de Oxígeno, DBO, mg/L	6
04	pH.	8.016
05	Conductividad, $\mu\text{s}/\text{cm}$	163.3
06	Nitrato, mg/L	No detectado
07	Nitritos, mg/L.	No detectado
08	Turbiedad, NTU	3.2

##### 2.3 Microbiológicos

Características: microbiológicos		Resultados.
01	Recuento de Coliformes totales, UFC/100 mL.	$1 \times 10^2$
03	Recuento de Bacterias heterotróficas, UFC/ mL.	$3.5 \times 10^4$

Huánuco, 14 de Junio 2019

*Herman Tarazona Mirabal*

Ing. Herman Tarazona Mirabal  
UDH - LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA  
DIRECTOR TÉCNICO

## **ANEXO 16. OFICIO DE AUTORIZACION DE USO DEL LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA E INMUNOLOGIA DE LA FMVZ**



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
E.P. MEDICINA VETERINARIA



### OFICIO N° 005-2019-FMVZ-CL-MACT

**A :** Bach. CAROLAY ESTEFANY MORALES AGUIRRE  
TESISTA

**DEL :** Dr. MIGUEL ANGEL CHUQUIYAURI TALENAS  
Coordinador de los laboratorios FMVZ

**ASUNTO :** Uso del laboratorio de Microbiología e inmunología de la FMVZ para la ejecución del proyecto de investigación para el Análisis y clasificación de Macroinvertebrados

**REF. :** FUT N° 0487081

**FECHA :** Huánuco, 23 de Julio del 2019

---

Por intermedio del presente, se le hace llegar a solicitud de usted, la **CONSTANCIA** del uso del laboratorio de Microbiología e inmunología de la FMVZ para la ejecución del proyecto de investigación "Relación de macroinvertebrados acuáticos como indicador de la calidad del agua en la quebrada Uchpas, en el centro poblado de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayran, provincia y región de Huánuco, mayo - julio 2019" para el Análisis y clasificación de Macroinvertebrados, desde el 08 al 10 de Julio del año en curso.

Es propicia la oportunidad para saludarlo y reiterarlo las muestras de mi especial consideración y estima.

Atentamente,

  
Mg. MIGUEL A. CHUQUIYAURI TALENAS  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

## ANEXO 17. RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1202-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de diciembre de 2018

Visto, el Oficio N° 740-C-EAPIA-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 2725-18-FI, de la estudiante **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 2725-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis de la estudiante **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE**, al Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
DECANO  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA- Asesor – Mat. y Reg. Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.  
BCR/JPJR/mt.

## ANEXO 18. RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 364-2019-CF-FI-UDH

Huánuco, 07 de Mayo de 2019

Visto, el Oficio N° 314-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente a **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE**, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

#### CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 1173-19, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE** ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 314-2019-C-EAPIA-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 07 de Mayo de 2019 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - **APROBAR**, el Proyecto de Investigación Titulado: "RELACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO INDICADOR DE LA CALIDAD DE AGUA EN LA QUEBRADA UCHPAS, EN EL CENTRO POBLADO DE SAN JUAN DE MIRAFLORES, DISTRITO DE SAN FRANCISCO DE CAYRAN, PROVINCIA Y REGIÓN HUÁNUCO, MAYO – JULIO DE 2019" presentado por **Carolay Estefany, MORALES AGUIRRE** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CONSEJO DE FACULTAD  
*Johnny F. Jacha Rojas*  
Ing. JOHNNY F. JACHA ROJAS  
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
*Bertha Campos Ríos*  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA REJ. DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería – EAPIA – Asesor – Exp. Graduando – Interesado – Archivo.  
BCR/IJR.