

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“EFECTO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LA CALIDAD DEL  
AGUA EN CUATRO QUEBRADAS DE LA COMUNIDAD  
NATIVA SAN JOSÉ DE KARENE - MADRE DE DIOS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE**

**TESIS PRESENTADO POR:**

Bachiller. TINCO SALCEDO, Julia Esperanza

Bachiller. OMMIA MORIMO, Jerica Katyusca

**ASESOR:**

PhD. PEÑA VALDEIGLESIAS, Joel

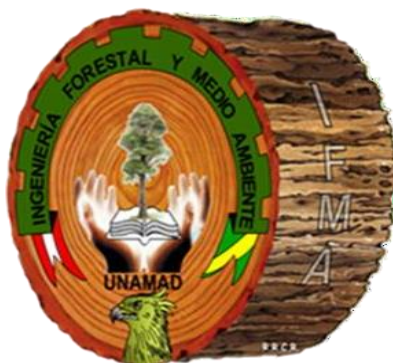
**CO-ASESOR:**

Ing. GONZÁLES OJEDA, Therany

**Puerto Maldonado, Julio 2022**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE  
DE DIOS**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL  
Y MEDIO AMBIENTE**



**TESIS**

**“EFECTO DE LA ACTIVIDAD MINERA EN LA CALIDAD DEL  
AGUA EN CUATRO QUEBRADAS DE LA COMUNIDAD  
NATIVA SAN JOSÉ DE KARENE - MADRE DE DIOS”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y  
MEDIO AMBIENTE

**TESIS PRESENTADO POR:**

Bachiller. TINCO SALCEDO, Julia Esperanza

Bachiller. OMMIA MORIMO, Jerica Katysca

**ASESOR:**

PhD. PEÑA VALDEIGLESIAS, Joel

**CO-ASESOR:**

Ing. GONZÁLES OJEDA, Therany

Puerto Maldonado, Julio 2022

## **DEDICATORIA**

*El presente estudio esta presentada primeramente a mi señor “Dios” y esperanza de vida y guía en mi vida academica, por ser mi fortalezay fuente de apoyo en todo momento.*

*Seguidamente a mis padres JUAN TINCO CORTEZ y GLORIA SALCEDO MALDONADO a quienes les debo todo lo que soy que con su amor y trabajo me dieron la mejor educacion; por ser el motor y motivo como también el pilar fundamental en mi vida, quien pudieron cultivar valores, enseñanzas, esperanzas y sobre todo responsabilidad en todos los aspectos.*

*Finalmente, a mis HERMANOS por brindarme todo su cariño, respaldo y apoyo incondicional para seguir adelante.*

**Julia Esperanza Tinco Salcedo**

*Dedico esta tesis en primera instancia a DIOS por permitirme dar la vida, salud, fuerza y por haberme bendecidomi camino para alcanzar esta meta trazada.*

*Seguidamente a mis padres JESÚS OMMIA y OLGA MORIMO por darme amor, valores, motivación, fuerzas para seguir adelante y la mejor educación que estuvo a su alcance, les debo toda mi gratitud a ellos ya que sin su apoyo incondicional e infinita ayuda no hubiera alcanzado unos de mis sueños.*

*Y finalmente a mis hermanos por sus consejos y ánimos para seguir adelante, en especial a mi abuelo que hoy está en el cielo siempre te recordaré y estarás en mi corazón.*

**Jerica Katyusca Ommia Morimo**



## **AGRADECIMIENTOS**

En primera instancia agradecemos a mi señor “Dios” y esperanza de vida y guía en mi vida académica, por ser mi fortaleza y fuente de apoyo en todo momento.

La dedicación que dimos por desarrollar esta investigación fue apoyado y motivado por las instituciones jurídicas y personas naturales que contribuyeron al desarrollo del estudio tales como.

A nuestros padres por ser los principales promotores de nuestros sueños y metas que estuvieron ahí siempre con su constante apoyo, motivándonos a culminar el proyecto de investigación por su amor, paciencia y guía que nos dieron.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios – UNAMAD por acogernos y formar de nosotras buenas profesionales, en especial a todos los docentes que nos formaron durante el trayecto.

Al programa de becas TReeS UK por el financiamiento otorgado para el desarrollo de la tesis del mismo modo por el interés, compromiso y apostar por el presente estudio.

A nuestro asesor de tesis: Ing. M.Sc. Joel Peña Valdeiglesias por aportar a la realización del presenta estudio.

Al Centro Amazónico de Educación Ambiental e Investigación – ACEER, por permitir realizar nuestra investigación especialmente a nuestro Co-Asesor el Ingeniero Therany Gonzales Ojeda investigador responsable del proyecto de educación ambiental Paquete de Hojas: Ecología de quebradas.

Al laboratorio del Centro Amazónico de Educación Ambiental e Investigación – ACEER, por facilitar los equipos para poder llevar a cabo la culminación de la tesis.

A Nature Explorers por brindarnos la información necesaria y apoyo incondicional en la etapa de campo.

## RESUMEN

Salvaguardar el recurso agua dulce del planeta es uno de los retos más grandes que tenemos como sociedad humana; a fin de no afectar a las futuras generaciones. En este contexto, determinamos el efecto de la acción minera aluvial en la calidad del agua en cuatro quebradas de la “Comunidad Nativa” San José de Karene, Madre de Dios, usando macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos. Utilizamos la metodología “paquete de hojas”, teniendo en cuenta también, las características fisicoquímicas. Encontramos un total de 6,693 individuos, distribuidos en 44 familias, 12 órdenes y 5 clases, (5,275) individuos en las quebradas conservadas y (1,413) individuos en las quebradas impactadas por dicha actividad.

El Índice EPT% para las quebradas Baraywe y Wacwe fueron: 50% y 74 % respectivamente, los que indican agua de “Buena calidad”, en cuanto al Índice BMWP-CR, resultaron valores de 61 y 100 respectivamente, los que indican agua de calidad “Buena”. Para las quebradas Kiraswe y Wepabendwe (impactadas) los índices EPT se ubicaron dentro del rango de 0-24% determinando que el agua de estas quebradas es de “Mala calidad”, y en cuanto al índice BMWP-CR el rango va de 16 a 35, lo que indica calidad de agua “Pobre” a “Muy Pobre”. Nuestros resultados determinan que el impacto de la actividad minera en los cuerpos de agua es drástico; los parámetros físico-químicos se ven alterados a simple vista y por ende baja la diversidad de los macroinvertebrados y la calidad del agua. Sólo algunas especies tolerantes a la contaminación sobreviven al impacto.

**Palabra clave:** Calidad de agua, macroinvertebrados, parámetros, Minería Índice EPT y BMWP-CR.

## ABSTRACT

Safeguarding the planet's freshwater resource is one of the greatest challenges we have as a human society; so as not to affect future generations. In this context, we determined the effect of mining activity on water quality in four streams of the San José de Karene Native Community, Madre de Dios, using benthic macroinvertebrates as biological indicators. We use the "package of leaves" methodology, also taking into account the physicochemical characteristics.

We found a total of 6,693 individuals, distributed in 44 families, 12 orders and 5 classes, (5,275) individuals in the conserved streams and (1,413) individuals in the streams impacted by said activity.

The EPT% Index for the Baraywe and Wacwe streams were: 50% and 74% respectively, which indicate "Good quality" water, as for the BMWP-CR Index, values of 61 and 100 respectively resulted, which indicate water of "Good" quality. For the Kiraswe and Wepabendwe streams (impacted) the EPT indices were located within the range of 0-24%, determining that the water of these streams is of "Poor quality", and as for the BMWP-CR index, the range goes from 16 to 35, indicating "Poor" to "Very Poor" water quality. Our results determine that the impact of mining activity on bodies of water is drastic; The physical-chemical parameters are altered with the naked eye and therefore the diversity of macroinvertebrates and the quality of the water decrease. Only some pollution-tolerant species survive the impact.

**Keyword:** Water quality, macroinvertebrates, parameters, Mining EPT Index and BMWP-CR.

## INDICE

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema General.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3Justificación.....	3
1.4 Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1 Objetivo General.....	4
1.4.2 Objetivos específicos.....	4
1.5 Hipótesis.....	4
1.5.1 Hipótesis General.....	4
1.6Variables de investigación.....	4
1.6.1 Identificación de variables.....	4
1.6.2 Operacionalización de Variables.....	5
1.7Consideraciones éticas.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÒRICO.....	7
2.1 Antecedentes.....	7
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	7
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3 Antecedentes locales.....	9
2.2 Bases teóricas.....	11
2.3 Marco conceptual.....	11
2.3.1 El Agua.....	11
2.3.2 Calidad de agua.....	11
2.3.3 Bioindicadores.....	12
2.3.4 Macroinvertebrados acuáticos.....	13
2.3.5 Bentos.....	13
2.3.6 Principales órdenes de macroinvertebrados comunes.....	13
2.3.7 Contaminación del agua.....	14
2.3.8 Minería.....	15
2.3.9 Parámetros físico químicos.....	16
2.3.10 Análisis de correlación:.....	18
CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.....	21

3.1 Tipo de Investigación .....	21
3.2 Diseño de Investigación .....	21
3.3 Delimitación Espacial y Temporal .....	21
3.1.1 Área de estudio.....	21
3.1.2 Precipitación.....	22
3.1.3 Temperatura.....	22
3.1.4 Tipo de Bosque.....	22
3.1.5 Clima.....	22
3.4 Descripción del territorio .....	22
3.5 Area de la microcuenca .....	23
3.6 Vías de acceso .....	23
3.1.6 Vías de acceso a las quebradas monitoreadas .....	24
3.7 Población y muestra .....	27
3.7.1 Población.....	27
3.7.2 Muestra.....	27
3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	27
3.8.1 Métodos y técnicas .....	27
3.8.2 Evaluación de las características físico-químicas de las quebradas....	28
3.8.3 Instrumentos .....	36
3.8.4 Procesamiento de datos y análisis estadístico .....	37
3.8.5 Evaluar la diversidad de especies de macroinvertebrados en las cuatro quebradas. ....	40
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>42</b>
4.1 Efecto de la actividad minera sobre características físico-químicas en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene. ....	42
4.1.1 Caracterización de sitios de muestreo en las quebradas. ....	42
4.1.2 Parámetros físico-químicos de las cuatro quebradas monitoreadas. ..	46
4.2 Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados – Paquete de hojas. ....	50
4.2.1 Índice de diversidad de Shannon Wiener .....	52
4.2.2 Análisis de la calidad del agua en las quebradas sin intervención de actividad minera. ....	54
4.2.3 Análisis de la calidad del agua en las quebradas intervenidas por actividad minera. ....	68
4.2.4 Análisis de Componentes Principales .....	85
4.2.5 Similaridad entre las quebradas .....	86

4.3 Correlación de las características físico-químicas del agua en las quebradas.....	87
CONCLUSIONES .....	90
SUGERENCIAS .....	91
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
ANEXOS .....	96

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Matriz de Operacionalización. Descripción de las variables dependientes e independientes. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Porcentaje de los diferentes tipos de Agua. ....	12
<b>Tabla 3.</b> Valores de coeficiente para la Correlación. ....	19
<b>Tabla 4.</b> Distancia de los puntos de muestreo distancia de evaluación.	
<b>Tabla 5.</b> Localización de sitios de muestreo de las quebradas monitoreadas. ....	26
<b>Tabla 6.</b> Porcentajes de saturación según la temperatura y el contenido de Oxígeno Disuelto. ....	32
<b>Tabla 7.</b> Resultados de Nitrato Fosfato y Turbidez. ....	33
<b>Tabla 8.</b> Fechas de instalación y colecta de los “paquetes de hojas”. ....	35
<b>Tabla 9.</b> Lista de instrumentos, equipos y materiales de laboratorio empleada en la ejecución de la investigación. ....	36
<b>Tabla 10.</b> Calidad del agua según los índices Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT). ....	37
<b>Tabla 11.</b> Puntuación de índice de tolerancia de las familias. ....	38
<b>Tabla 12.</b> Nivel de calidad. ....	40
<b>Tabla 13.</b> Calificación de los organismos según a sensibilidad. ....	40
<b>Tabla 14.</b> Tabla de datos de los parámetros físico-químicos de las quebradas monitoreadas. ....	105
<b>Tabla 15.</b> Resultados de las puntuaciones del análisis de los parámetros físico-químicos de las quebradas evaluadas. ....	47
<b>Tabla 16.</b> Número de familias e individuos encontrados en la colecta de paquete de hojas. ....	51
<b>Tabla 17.</b> Numero de familias e individuos encontrados en la coleta de paquetes de hojas y colecta ....	52
<b>Tabla 18.</b> Resultados del índice de EPT% ( <i>TRICHOPTERA</i> , <i>EPHEMEROPTERA</i> Y <i>PLECOPTERA</i> ) en la quebrada Baraywe sin intervención por actividad minera. ....	56
<b>Tabla 19.</b> Resultados del Índice BMWP-CR para la quebrada Baraywe ....	59
<b>Tabla 20.</b> Resultados de EPT% ( <i>TRICHOPTERA</i> , <i>EPHEMEROPTERA</i> Y <i>PLECOPTERA</i> ) en la quebrada Wacwe (sin intervención por actividad minera). ....	62
<b>Tabla 21.</b> Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para la quebrada Wacwe. ....	65
<b>Tabla 22.</b> Resultados del Índice EPT % ( <i>TRICHOPTERA</i> , <i>EPHEMEROPTERA</i> Y <i>PLECOPTERA</i> ) para la quebrada Kiraswe. ....	70
<b>Tabla 23.</b> Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para	

la quebrada Kiraswe. ....	73
<b>Tabla 24.</b> Resultados del Índice EPT%( <i>TRICHOPTERA</i> , <i>EPHEMEROPTERA Y PLECOPTERA</i> ) para la quebrada Wepabendwe. .....	77
<b>Tabla 25.</b> Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para la quebrada Wepabendwe. ....	80
<b>Tabla 26.</b> Índice de Similaridad de Bray Curtis entre las quebradas de estudio.....	86
<b>Tabla 27.</b> Correlación entre las variables del estudio.....	89



## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Color de parámetros: Oxígeno disuelto, Nitrato, Fosfato. 31
- Figura 2.** Color de parámetros: pH y turbidez .....31
- Figura 3.** Representación gráfica de los parámetros físico-químicos de las quebradas sin impacto por actividad minera.....49
- Figura 4.** Representación gráfica de los parámetros físico-químicos de las quebradas impactadas por actividad minera. ....50
- Figura 5.** El índice de diversidad de Shannon en la zona de estudio (S1, S2 y S3): evaluaciones realizadas en tres momentos de Dt. Diversidad Total.....53
- Figura 6.** Los individuos colectados fueron contabilizados e identificados con el fin de conocer la abundancia de familias en la quebrada Baraywe pudiendo establecer las familias abundantes: *Hydropsychidae* (569), *Perlidae* (520), *Leptophlebiidae* (320), *Chironomidae* (267) *Philopotamidae* (244) y entre otros. ....45
- Figura 7.** Los individuos colectados fueron contados e identificados con el fin de conocer la abundancia de familias en la quebrada Wacwe pudiendo establecer las familias abundantes: *Leptophlebiidae* (337) *Perlidae* (285), *Hydropsychidae* (222), *Chironomidae* (122) *Philopotamidae* (80) y entre otros. ....49
- Figura 8.** Los individuos colectados fueron contados e identificados con el fin de conocer la abundancia de familias en la quebrada Kiraswe pudiendo establecer las familias abundantes: *Hydropsychidae* (321), *Chironomidae* (28), *Philopotamidae* (11), *Leptophlebiidae* (7), *Libellulidae* (7) y entre otros.....84
- Figura 9.** Los individuos colectados fueron contados e identificados con el fin de conocer la abundancia de familias en la quebrada Wepabendwe pudiendo establecer las familias abundantes: *Hydropsychidae* (865), *Xiphocentronidae* (12) *Chironomidae* (8), *Coenagrionidae* y entre otros.....53
- Figura 10.** Análisis de Componentes Principales de las especies halladas en la zona de estudio. Familias representadas: 2: *Baetidae*, 3: *Leptophlebiidae*, 6: *Perlidae*, 7: *Leptoceridae*, 9: *Hydropsychidae*, 11: *Philopotamidae*, 15: *Xiphocentronidae*, 23: *Elmidae*, 32: *Chironomidae*, 38: *Naucoridae*, 43: *Turbellaria*.....85
- Figura 11.** Dendrograma de similaridad (de Bray-Curtis) en función de las familias halladas en la zona de estudio. ....87

## INTRODUCCION

En todo el mundo, el recurso hídrico se ha visto gravemente afectado del incremento exponencial de la demográfica en estas zonas, las actividades agrícolas e industriales y la amenaza de que el cambio climático altere el ciclo hidrobiológico global con el tiempo.

En todo el planeta, el 1% del agua es útil para los seres vivos. Los porcentajes mínimos anteriores son activos necesarios y vitales para la supervivencia de los seres vivos en todo el mundo y, por lo tanto, deben considerarse recursos estratégicos para las futuras generaciones.

El agua, recurso natural más abundante y necesario para el desarrollo normal de la vida, y a su vez esta influye estrechamente en su proporcionalidad de los ecosistemas y la vida humana. En las últimas décadas, el aumento del número de personas y de las actividades industriales por la explotación de la energía, los hidrocarburos, la agricultura, la pesca y los servicios de salud son los principales factores que conducen a la depreciación de esta excelencia en la vida y su cantidad de agua en la región. Se ha agregado el cambio climático a nivel nacional. Por otro lado, el cambio en las propiedades fisicoquímicas (PI) de la excelencia del agua no solo está influenciado por los factores humanos mencionados anteriormente, sino también por la influencia integral de varios eventos espontáneos y naturales, tales como lo geológico y la erosión natural (ANA, 2016).

El uso de Índices Bióticos utilizando invertebrados bentónicos como bioindicadores se ha desarrollado en todo el mundo. Las métricas ampliamente reconocidas incluyen el índice EPT (), y el índice Shannon-Wiener que es un indicador muy útil en el análisis de la calidad ambiental.

En la región de Madre de Dios no es ajena a problemas donde ecosistemas acuáticos han sufrido diferentes cambios especialmente en ríos y quebradas afectados por las actividades antropogénicas específicamente por la explotación aurífero.

Dentro de los territorios indígenas los ecosistemas acuáticos cumplen una función vital e importante teniendo en cuenta que si estas se ven alteradas y/o modificadas repercutirá tanto en sus recursos paisajísticos y demás

ecosistemas.

Actualmente hay poca investigación sobre la calidad del agua de los ríos en Madre de Dios, provincia Manu y una falta de comprensión del estado actual de los recursos hídricos en gran parte dentro de la región. Este trabajo se propone disponer a la comunidad y público en general el conocimiento y alternativa para la estimación de la excelencia del agua y su consumo, su propósito general es: Determinar el efecto de la acción minera aluvial sobre la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene; y, a la vez, tiene los siguientes objetivos específicos: Evaluar el efecto de la actividad minera sobre las características físico-químicas en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene, determinar la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados en las cuatro quebradas y correlacionar las características físico-químicas con la comunidad de macroinvertebrados bentónicos.

## **CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La contaminación del agua producida por la actividad antropogénica es evidente a nivel mundial y local, que viene repercutiendo en las poblaciones, debido a esta problemática el agua tiende a perder su calidad.

En la región Madre de Dios una de las actividades antrópicas que más impactos negativos causa al recurso agua, es la explotación del mineral aurífero, la cual afecta a diferentes tipos de ecosistemas.

La actividad pequeña minera artesanal realizada por algunas comunidades nativas dentro de su territorio trae consigo consecuencias ambientales, como: destrucción de bosques, contaminación de suelo y principalmente contaminación de agua que es fuente de vida para los seres vivos.

En consecuencia se crean sedimentos en los afluentes por dicha actividad provocando la turbidez y los cuerpos de agua pierden su estado natural (transparente) por lo que se sugiere que es por la presencia de partículas en suspensión, por lo que también mencionamos al pH un parámetro fisicoquímico muy importante que indica la acidez o alcalinidad óptima de estas fuentes de agua y qué organismos están acostumbrados a poder vivir dentro de estos niveles de pH específicos y puede morir si el nivel cambia porque el pH varía de 0 (muy ácido) a 14 (muy alcalino), siendo 7 (neutro) (Ocasio, 2008).

El bosque ribereño también aporta a la protección de los ecosistemas puesto que brinda situaciones óptimas para el surgimiento de una cantidad de individuos terrestres y acuáticas como aves, anfibios, peces e insectos acuáticos. Por otro lado, la sombra que genera hace que la temperatura del ambiente y agua sea favorable para estas especies, y la hojarasca que se

acumula en la corriente del río puede servirles de sustrato, refugio y/o alimento. Además, debido a su amplia distribución a lo largo de la ribera, las comunidades arbóreas en la rivera de ríos crean corredores favorables para la actividad de especies vegetales y animales, aumentando la biodiversidad del ecosistema. La actividad humana en las últimas décadas ha eliminado o degradado la vegetación ribereña en muchos ríos, alterando sus funciones ecológicas y servicios ambientales, como la calidad del agua de los ecosistemas acuáticos (INECOL, 2017).

Todos los organismos acuáticos necesitan oxígeno para sobrevivir; el agua con una concentración constantemente alta de oxígeno disuelto es generalmente un ambiente saludable y estable capaz de albergar una amplia variedad de vida acuática. En el entorno acuático los cambios debidos a a estas circunstancias naturales y actividades antrópicas pueden influir en la disponibilidad de oxígeno disuelto, que es sustancial para el bienestar de la fauna acuática y los insectos en el agua (Minaya, 2017).

En la provincia Manu específicamente dentro del territorio de la Comunidad Nativa San Jose de Karene no se conocen a los macroinvertebrados acuáticos que habitan en los cuerpos de agua ya sea naturales o con intervenciones antrópicas. A consecuencia de la actividad minera que se realiza en los ríos y quebradas vienen siendo afectadas, modificando en su totalidad su estado natural.

Se menciona también que la presencia del mercurio utilizado para la extracción del mineral afecta gravemente, este metal se deposita en los lechos de los ríos y arroyos donde los organismos acuáticos incluidos los macroinvertebrados se contaminan con mercurio lo que a la larga puede causar graves daños a la salud de las personas (SPDA, 2016).

En este estudio se propuso evaluar sobre el efecto de la actividad minera en la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos; así como la diversidad de los mismos en el área.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema General**

¿Cuál es el efecto de la actividad minera sobre la calidad de agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿En qué medida la acción minera aluvial afecta los parámetros físico-químicos en las cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene?
- ¿Cuál es la composición y estructura de macroinvertebrados bentónicos en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene?
- ¿Cuál es la relación que hay entre las características físico-químicas de las quebradas y la comunidad de macroinvertebrados bentónicos?

## **1.3 Justificación**

El agua dulce es uno de los recursos más primordial, importante y esencial de la vida, para los seres vivos que necesitan un suministro constante. También es económica y socialmente importante para las personas, tal que es fundamental este recurso para el desarrollo de actividades y el mantenimiento de los medios de vida. Sin embargo, la consecuencia inevitable del crecimiento de la población y su desarrollo aumenta gradualmente las demandas del sistema de suministro de agua. Este problema ha existido durante décadas y ha llevado al estudio de los sistemas de agua desde una perspectiva de gestión de microcuencas con un enfoque en la calidad del agua (Vargas, 2002).

En la actualidad, la minería ilegal está presente en todo el Perú. El oro es un producto líder, la exploración y explotación ha llevado a la pérdida de muchos recursos naturales impredecibles, y las consecuencias negativas de esta actividad son la contaminación de los cuerpos de agua y la deforestación (SPDA, 2016).

En la actualidad existen una variabilidad de metodologías para el monitoreo de la excelencia del agua y entre estos los métodos biológicos se convierten en una alternativa que determina el impacto de contaminación que se causa

al cuerpo de agua efectuada por actividad minera por ende la utilización de los macroinvertebrados bentónicos como medio de verificación de la excelencia y calidad del agua, es la alternativa más recomendada para su estimación por su manejo fácil y accesible. Como también los costos son menores en su estimación en lo fisicoquímico; a todo esto, existe un gran vacío de información en cuanto a los estudios de la calidad de agua a nivel de quebradas en la Comunidad Nativa de San José de Karene esto nos impulsa a realizar la investigación de la calidad del recurso hídrico actual y de esta manera contribuir al conocimiento.

## **1.4 Objetivos de la investigación**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar el efecto de la actividad minera sobre la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene, Madre de Dios.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la actividad minera sobre características físico-químicas en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene.
- Determinar la composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados en las cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene.
- Correlacionar las características físico-químicas con la población de macroinvertebrados bentónicos.

## **1.5 Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis General**

La actividad minera desarrollada en las quebradas de la comunidad Nativa San José de Karene modifica significativamente la calidad del agua.

## **1.6 Variables de investigación.**

### **1.6.1 Identificación de variables**

**Variable dependiente:**

Calidad de agua.

### **Variable independiente:**

Actividad minera.

### **1.6.2 Operacionalización de Variables.**

En la (Tabla 1) se indica la Operacionalización de las variables de investigación.

### **1.7 Consideraciones éticas.**

- En consideración a otras tesis de pregrado, esta investigación se fundamenta en los principios éticos básicos de objetividad, equidad, respeto a los derechos de terceros, relación igualitaria y análisis crítico para evitar consecuencias perjudiciales.
- En la realización de esta de tesis, se busca velar por la calidad, seguridad y bienestar de las personas, el cumplimiento de las normas , estándares y temas legales pertinentes para lograr aquellos item presentados en el estudio.
- De igual forma, se cumple con las disposiciones generales sobre grados y títulos de la Universidad Nacional Amazònica de la Madre de Dios aprobada mediante Resolución N° 541-2018-UNAMAD-CU del Consejo Universitario, por otra parte, son respetados, los derechos de autor y los derechos de propiedad intelectual en este trabajo de investigación.

**Tabla 1.** Matriz de Operacionalización. Descripción de las variables dependientes e independientes.

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
VI: Actividad Minera	Minería	% de bosque	Imágenes Satelitales



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diversidad de macroinvertebrados acuáticos</li> <li>- Población de macroinvertebrados Acuáticos.</li> </ul>	<p>Indice de Shannon</p> <p>Cuadros estadísticos (Indice de Similaridad de Bray Curtis)</p>
<p>VD: Calidad de agua</p>	<p>Parámetros físicoquímicos</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Temperatura del ambiente (°C)</li> <li>2. Temperatura del agua (°C)</li> <li>3. Oxígeno disuelto (ppm)</li> <li>4. Potencial de hidrogeniones (pH)</li> <li>5. Nitratos (ppm)</li> <li>6. Fosfatos (ppm)</li> <li>7. Turbidez (UTJ)</li> </ol>	<p>Materiales de laboratorio</p>

## **CAPITULO II: MARCO TEÒRICO**

### **2.1 Antecedentes**

Hoy en día se han dado grandes pasos en la comprensión de las propiedades del agua y sus interacciones con los ambientes bióticos y abióticos, haciendo posible por muchos años tener agua suficiente para sustentar la vida, satisfacer las necesidades humanas básicas y reducir riesgos extremos. Sin embargo, la presión sobre el sistema hidrológico global está aumentando con el crecimiento de la población y el desarrollo económico. Un informe de las Naciones Unidas advierte sobre los principales desafíos que plantea el aumento del recurso agua pero esta esta en aumento exponencia en su contaminacion por lo que sinforma, para el próxima década almenos 60 paises tendrán este problema con almenos 7,000 millones de personas perjudicadas y experimentarán escasez de agua a mediados de este siglo (WWDR, 2001).

#### **2.1.1 Antecedentes internacionales**

**Coronel y Jiménez (2006)** realizaron el estudio debido a la falta de información sobre la calidad del agua del río Jatunyacu en la zona de la cascada de Peguche-Ecuador, permite definir en el mismo estado, zonas de estudio en las partes alta, media y baja, utilizando EPT, análisis de sensibilidad y macroinvertebrados, también propone diseñar métodos de monitoreo y esta será de manera sostenible. Entre los diversos análisis de calidad del agua, se utilizan análisis de macroinvertebrados, ya que se consideran los mejores bioindicadores porque son numerosos, simples, económicos de obtener y se pueden encontrar en todos los ecosistemas de agua dulce.

El estudio tuvo una duración durante ocho meses y tomando muestras en tres puntos de monitoreo para clasificar a los individuos por orden y familia

utilizando el procesamiento biométrico y la sensibilidad de la información EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera), es decir, asignando valores de tolerancia a la contaminación a las familias de los organismos. Los resultados muestran que la calidad del agua en el alto Jatunyacu es “mala”, “normal” en el medio y “buena” en río abajo.

**Figuroa et al. (2007)** efectuaron un estudio sobre la relevancia de los indicadores biológicos (IBE, BMWP, IBF y SIGNAL) que fueron aplicados y comparados en el río Chillán en la cuenca mediterránea de Chile. El estudio encontró que el río Chillán presenta un estado ecológico medio-bajo y se observaron problemas de eutrofización, lo que indica una sobrecarga de nutrientes en el río; analiza la aplicabilidad, factibilidad y fortalezas del desarrollo de recomendaciones metodológicas para Chile central.

### **2.1.2 Antecedentes nacionales**

**Bullon (2016)**, estos organismos son sensibles a cambios en el medio ambiente y su presencia o ausencia pueden indicar el estado de la calidad del agua. Los estudios realizados en la cuenca del río Perene han encontrado que la diversidad y riqueza de macroinvertebrados están relacionados con la calidad del agua, y que la presencia de especies intolerantes indica agua de alta calidad, mientras que la presencia de especies tolerantes indica agua de baja calidad. Los resultados indican que la cuenca del río Perene presenta problemas de calidad del agua debido a la presencia de especies tolerantes a la contaminación y la ausencia de especies intolerantes. Los indicadores biológicos muestran algunas similitudes y pueden indicar una calidad de agua aceptable en el paso 7 en comparación con agua moderadamente contaminada en el paso 2. Aunque existen algunas ligeras diferencias al comparar los resultados, los bioindicadores con los resultados del índice fisicoquímico complementan el estudio ya que ambos métodos muestran resultados similares.

**Vasquez y Medina (2014)** llevaron a cabo una investigación en la cual los resultados muestran que existe una relación entre la presencia de macroinvertebrados y los parámetros físico-químicos del agua. Se ha

encontrado una baja diversidad y riqueza de macroinvertebrados en la microcuenca, lo que sugiere problemas en la calidad del agua. Además, se han detectado niveles altos de contaminación en el río, especialmente en los parámetros de conductividad eléctrica y pH. Se recomienda implementar medidas para mejorar la calidad del agua y proteger la biodiversidad de la microcuenca del río Tablachaca.

**Soto (2013)** ejecutó un estudio para determinar la calidad del agua del área de la cuenca hidrológica Achamayo utilizando como bioindicadores a los macroinvertebrados, también utilizó a los indicadores biológicos ya que son sensibles a cambios en el medio ambiente y su presencia o ausencia pueden indicar el estado de la calidad del agua. Además, la diversidad y riqueza de estos organismos es un indicador importante del estado ecológico de la sub cuenca. La evaluación de la calidad del agua mediante Macroinvertebrados es esencial para identificar problemas y tomar medidas para mejorar la calidad del agua y proteger la biodiversidad en la sub cuenca de Achamayo.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

**Barra (2015)**, los macroinvertebrados acuáticos son organismos sensibles a cambios en el medio ambiente y su presencia o ausencia pueden indicar el estado de la calidad del agua. Además, la biodiversidad de estos organismos es un indicador importante del estado ecológico de las quebradas. La evaluación de la calidad del agua en estas quebradas mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos puede ayudar a identificar problemas y tomar medidas para mejorar la calidad del agua. Sin embargo, es importante tener en cuenta que esta evaluación debe ser complementada con análisis químicos y físicos para obtener una visión completa de la calidad del agua en las quebradas.

Por su parte, **Ibana y Sihuay (2018)** analizaron la vulnerabilidad de seis manantiales hidrológicos en las afueras de Puerto Maldonado en respuesta a actividades humanas como la agricultura, la ganadería y la minería, las actividades residenciales y el impacto de las concesiones ecoturismo. Los métodos que desarrollaron y utilizaron en el estudio fueron los datos

descriptivos, primarios y comparativos obtenidos, ya que los datos se generaron a partir de mediciones paramétricas y muestreo de agua. Se ha llevado a cabo un estudio para evaluar la calidad del agua en seis fuentes hidrológicas. Los parámetros evaluados incluyen, pH, conductividad, turbidez, oxígeno disuelto, y la presencia de contaminantes. Los resultados del estudio ayudaron a determinar la calidad del agua en cada fuente y a identificar áreas de mejora. Es importante continuar monitoreando la calidad del agua en estas fuentes para garantizar su uso sostenible y proteger la biodiversidad en la región Madre de Dios. Concluyeron que los ríos y afluentes más contaminados de Tambopata y Madre de Dios sufrieron una severa degradación ambiental, afectando severamente los ecosistemas acuáticos, convirtiéndolos en los peor conservados entre los cuerpos de agua. Asimismo, las quebradas Chonta y Loboyoc tienen un índice de calidad moderada, y el afluente Túpac Amaru tiene el mayor índice de abundancia y riqueza de comunidades de peces, pero es perjudicial para las comunidades de organismos bentónicos o de plancton. Por lo tanto, se refiere a una calidad de agua moderada a crítica. Los resultados son diferentes para cada parámetro y punto de muestreo, por lo que la evaluación solo pretende establecer un estándar para el futuro monitoreo y evaluación de la calidad del agua.

**Valcarcel (2021)** La colonización de "paquetes de hojas" por macroinvertebrados bentónicos es una técnica de evaluación de calidad del agua que se basa en la capacidad de los macroinvertebrados para colonizar y sobrevivir en diferentes tipos de hábitats. La técnica consiste en colocar paquetes de hojas en un cuerpo de agua y monitorear el número y tipo de macroinvertebrados que colonizan el paquete. La colonización de los paquetes de hojas se puede utilizar para evaluar la calidad del agua en un cuerpo específico de agua y para detectar cambios en la calidad del agua a lo largo del tiempo. Esta técnica es especialmente útil para evaluar la calidad del agua en cuerpos de agua con baja diversidad de macroinvertebrados y para evaluar la calidad del agua en cuerpos de agua remotos o de difícil acceso.

## **2.2 Bases teóricas**

En este estudio se utilizó un método de correlación descriptivo ya que se pretende evaluar el impacto de las actividades extractivas en la calidad del agua de las quebradas dentro del territorio de la comunidad Nativa San José de Karene y a nivel explicativo ya que investiga causa-efecto. Por lo tanto, este estudio determinará el efecto por medio de la prueba de hipótesis.

## **2.3 Marco conceptual**

### **2.3.1 El Agua**

Según Carrera y Fierro (2001) el agua elemento más abundante en la tierra y necesaria para todos los seres vivos. La mayor parte del agua dulce se encuentra en los ríos. Desafortunadamente, el agua dulce es un recurso cada vez más escaso y la necesidad de toda la humanidad es cada vez mayor.

### **2.3.2 Calidad de agua**

Para Torres (2008) la terminología “calidad del agua” es relativo, se refiere a la composición del agua porque se ve afectada por la concentración de sustancias creadas por procesos naturales y aquellas actividades humanas; se sugiere que mostraron que la mayoría de los parámetros analizados cumplen con los estándares de calidad establecidos, sin embargo, se encontraron niveles elevados de coliformes fecales y E. coli en algunos puntos de muestreo, lo que indica una posible contaminación fecal en esas áreas. Se recomienda seguir monitoreando la calidad del agua en el río Motagua y tomar medidas para reducir la contaminación en las áreas donde se registraron niveles altos de microorganismos. **(Tabla 2).**

**Tabla 2.** Porcentaje de los diferentes tipos de Agua.

<b>TIPOS DE AGUA</b>	<b>%</b>
<b>Agua superficial</b>	0.0171
<b>Lagos de agua dulce</b>	0.009
<b>Lagos de agua salada y mares interiores</b>	0.008
<b>Agua de ríos y canales</b>	0.0001
<b>Agua subterránea</b>	0.625
<b>Aguas vadosas (incluye la humedad de suelo)</b>	0.005
<b>Agua subterránea almacenada hasta una producción de 1 km</b>	0.33
<b>Agua subterránea ,as profunda (muy salada e impotable)</b>	0.29
<b>Otras aguas</b>	99
<b>Océano</b>	97
<b>Glaciares y casquetas polares</b>	2
<b>Atmosfera</b>	0.001

### **2.3.3 Bioindicadores**

Los bioindicadores son herramientas valiosas para evaluar la calidad ambiental ya que reflejan el estado ecológico de un ecosistema. Entre los bioindicadores más comunes se encuentran los macroinvertebrados acuáticos, que son sensibles a cambios en el medio ambiente y su presencia o ausencia pueden indicar la calidad del agua. Además, la diversidad y riqueza de estos organismos es un indicador importante del estado ecológico de un cuerpo de agua. Otros bioindicadores incluyen las plantas, los peces y las aves, que también son sensibles a cambios en el medio ambiente y pueden ser utilizados para evaluar la calidad del aire, el suelo y la biodiversidad. La evaluación de la calidad ambiental mediante bioindicadores es esencial para

identificar problemas y tomar medidas para mejorar el estado ecológico de un ecosistema. (Vásquez et al. 2006).

#### **2.3.4 Macroinvertebrados acuáticos**

Los macroinvertebrados acuáticos son organismos sin columna vertebral que viven en cuerpos de agua y son una herramienta valiosa para evaluar la calidad del agua. Estos organismos son sensibles a cambios en el medio ambiente y su presencia o ausencia pueden indicar el estado de la calidad del agua. (Carrera y Fierro, 2001).

Estos organismos son excelentes indicadores sobre la calidad del agua y al utilizarlos en el monitoreo para tener una buena idea del estado del agua: algunos necesitan agua de buena calidad para sobrevivir. Otros, por el contrario, resisten, crecen en aguas contaminadas.

Además, la diversidad y riqueza de macroinvertebrados es un indicador importante del estado ecológico de un cuerpo de agua. La evaluación de la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos es esencial para identificar problemas y tomar medidas para mejorar la calidad del agua y proteger la biodiversidad (Carrera y Fierro, 2001).

#### **2.3.5 Bentos**

Según Roldan (2012) se nombran así a organismos que habitan en el fondo de los cuerpos de agua (ríos, lagos), adheridas a piedras, rocas, troncos de árboles, restos de vegetación y entre otros. Los órdenes principales representativos son: “Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera, Megaloptera y Diptera”, Algunos se pueden encontrar encubiertos unos cuantos centímetros de profundidad de la familia Euthyplociidae del orden Ephemeroptera. Al igual que los Blephariceridae del orden Diptera, se sujetan a las rocas mediante un sistema de ventosas en el abdomen. Algunas especies de Zygoptera se han encontrado asociadas a vegetación acuática sumergida.

#### **2.3.6 Principales órdenes de macroinvertebrados comunes**

##### **a. Ephemeroptera:**

Los Ephemeroptera son un orden de insectos acuáticos que se caracterizan



por su capacidad de volar y su ciclo de vida corto. Estos organismos son importantes en los ecosistemas acuáticos ya que son una fuente de alimento para peces y otros animales, y su presencia o ausencia pueden indicar el estado de la calidad del agua. Los Ephemeroptera son sensibles a cambios en el medio ambiente y su diversidad y riqueza pueden ser utilizadas como bioindicadores para evaluar la calidad del agua. La evaluación de la presencia y diversidad de estos organismos en los cuerpos de agua es esencial para proteger la biodiversidad y mejorar la calidad del agua (Roldan, 1996, p.30).

**b. Plecóptera:**

Las Plecópteras “viven en aguas oxigenadas que fluyen rápidamente, debajo de rocas, troncos de árboles, ramitas y hojas. En algunos casos, son especialmente abundantes en arroyos de fondo rocoso, de aguas rápidas y muy claras, son indicadores de aguas limpias” (Roldan, 1996, p.78).

**c. Trichoptera:**

Los Trichóptera se define como “insectos que viven en aguas corrientes limpias y Oxigenadas, en remansos de ríos y quebradas se caracterizan por hacer casas o refugios. En general son buenos indicadores de aguas oligotróficas” (Roldan, 1996, p. 145).

**d. Coleóptera:**

Uno de los órdenes complejos y extensos, la gran parte de coleópteras son insectos que suelen vivir en aguas lenticas y loticas en áreas con presencia de grava, rocas, arena y vegetación sumergida con agua clara y de flujo libre con altas concentraciones de oxígeno y temperaturas moderadas (Roldan, 1996).

### **2.3.7 Contaminación del agua**

Según Coronel y Jiménez (2006) es una alteración en la composición del agua, haciéndola menos útil para los fines para los que se utiliza, por ejemplo, consumo, riego para agricultura, industria, energía, evaporación.

La contaminación del agua puede resultar de los recursos naturales o de las actividades humanas. Lo más importante ahora mismo es definitivamente el

trabajo humano. El desarrollo y la industrialización exigen un mayor aprovechamiento de este fluido, generando grandes cantidades de desechos, la mayoría de los cuales van a parar a los ríos y océanos, utilizando el transporte fluvial y marítimo, en muchos casos causantes del mismo contaminante (Coronel y Jiménez, 2006).

En seguida se enumeran las fuentes de contaminación natural y antrópica como, las emisiones urbanas, actividades agropecuarias, turismo, etc.

### **Fuentes de Contaminación Natural**

Se puede indicar que algunas fuentes de contaminación del agua son naturales, como el mercurio que se produce naturalmente en la corteza terrestre y los océanos, y la contaminación de la biosfera que supera con creces la contaminación provocada por las actividades humanas. Lo mismo ocurre con los hidrocarburos y muchos otros productos (Coronel y Jiménez, 2006).

### **Fuentes de Contaminación Antrópica**

Se menciona a los siguientes contaminantes de origen antrópica: compuestos minerales, compuestos orgánicos, aguas residuales urbanas y agua residuales industriales.

#### **2.3.8 Minería**

La extracción de oro es una de las actividades económicas más importantes, pero es dañina, especialmente los microdispositivos portátiles y/o minería artesanal, cargadores de ruedas o dragas unidades que utilizan para la extracción dejando impactos a los cuerpos de agua (Mateo y Cornejo, 2006).

El principal impacto ambiental de esta actividad se debe principalmente al uso de explosivos, ya que altera peligrosamente el paisaje y los hábitats de diferentes especies de animales. El transporte de materiales también tiene graves consecuencias ya que por esta zona se utilizan camiones pesados y maquinarias pesadas sin normas ambientales y sin ningún control de las autoridades (SPDA, 2016).

### **Impactos ambientales propios de la actividad minera**

Por sus características, la minería es una actividad de riesgo ambiental, que requiere un manejo responsable de cada uno de sus procesos y cuidados internos. No hacerlo significaría transferir la contaminación, los efectos sobre la salud, la degradación de la tierra, la pérdida de biodiversidad, la pérdida de bosques u otros efectos a los habitantes (MINAM, 2016).

### **Impactos de la minería aluvial**

En la Amazonía la minería aluvial requiere la remoción de suelos orgánicos bajos y la deforestación. Actividad realizada en lechos de ríos, canales o playas, significa que al usar maquinaria pesada o dragas, se remueven y transportan materiales y sedimentos del fondo como contaminantes, y lo peor de todo es cambiar la naturaleza de los ríos y otros cauces importantes de la ruta del recurso (MINAM, 2016).

**Mercurio (HgO):** a temperatura ambiente es líquido y se convierte de líquido a vapor de mercurio como resultado de la desgasificación natural y la reevaporación en la superficie de la tierra; a partir de los 13°C, el mercurio elemental emite un vapor que puede provocar intoxicaciones laborales. Del mismo modo, en interiores, cuando se rompe un termómetro de vidrio u otro dispositivo de mercurio elemental, se evapora lentamente creando un vapor de mercurio más pesado que el aire que tiende a permanecer en el piso o cerca de la fuente de mercurio, pero puede ingresar a los sistemas de ventilación y esparcirse por todos lados en el ambiente donde se encuentre (MINSA, 2010).

### **2.3.9 Parámetros físico químicos**

Los parámetros físico-químicos se miden en un cuerpo de agua tales como son: temperatura del agua, oxígeno disuelto, potencial de hidrogeniones (pH), nitratos, fosfatos, turbidez entre otros.

#### **Parámetros Físicos**

**Temperatura:** La temperatura es un parámetro ambiental importante que afecta a los organismos vivos y a las funciones de los ecosistemas. Los cambios en la temperatura pueden tener efectos significativos en la

biodiversidad y la productividad de los ecosistemas. La temperatura también puede ser utilizada como bioindicador para evaluar el estado de un ecosistema. Los estudios de la temperatura en diferentes ecosistemas son esenciales para entender y prevenir los efectos negativos de los cambios climáticos. La medición constante y la evaluación de la temperatura son necesarias para monitorear y proteger los ecosistemas (Ocasio, 2008).

**Turbidez:** La turbidez se define como la ausencia de transparencia del agua debido a la presencia de sólidos disueltos; es un indicio de sólidos en suspensión que pueden ser causados por sedimentos de cuencas o desechos domésticos y/o industriales; medido en unidades de turbidez nefelométrica, NTU (Ocasio, 2008).

### **Parámetros Químicos**

**Potencial de Hidrógeno (pH):** consta una medida de 0 a 14, representando la acidez o alcalinidad del agua, la composición de 0 a 7 (Acida) y de 7 a 14 (Alcalina), y el valor de pH 7 indica el pH (Neutro). El agua con pH neutro puede resultar ser ácido debido a la disolución de dióxido de azufre y dióxido de carbono. El agua contaminada por la descarga de aguas residuales a menudo tiene un pH extremo (Ocasio, 2008).

**Oxígeno Disuelto (OD):** Este parámetro está relacionado con la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El agua superficial limpia suele ser rica en oxígeno, que es esencial para la vida. Los niveles bajos de oxígeno disuelto indican contaminación orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para soportar ciertas formas de vida (Ocasio, 2008).

**Nitratos:** Los Nitratos son un tipo de nutriente que se encuentra en el suelo y el agua, y son necesarios para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, cuando los niveles son demasiado altos pueden causar problemas ambientales. Los nitratos en el agua pueden provocar eutrofización, lo que lleva a la proliferación de algas y la degradación de la calidad del agua. Además, los niveles elevados de nitratos en el agua pueden ser perjudiciales para la salud humana y animal. Es importante monitorear los niveles de nitratos en el suelo y el agua para prevenir problemas ambientales y garantizar

una buena calidad del agua y del suelo (Minaya, 2017).

**Fosfato:** Compuesto sustancial en la estructura y función celular y se encuentra en la roca fosfórica; el agua de lluvia atrae el fosfato para que lo usen las plantas y el fitoplancton, que liberan fosfato cuando estos organismos mueren (Roldan, 2012).

### **Estimación de la población de macro invertebrados**

La calidad de agua, incluyendo la población y la diversidad de macroinvertebrados de las quebradas a estudiar serán determinadas a través de varios índices de las cuales son las siguientes:

### **Índices Bióticos**

#### **Índice de EPT (Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera)**

El índice EPT se “basa en la utilización de 3 grupos de macroinvertebrados que son indicadores de la calidad de agua, debido a su sensibilidad a la contaminación” (Carrera y Fierro, 2001).

#### **Índice de BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica)**

El “BMWP-CR modificado para Costa Rica es un índice que se calcula sumando las puntuaciones asignadas a los distintos taxones encontrados en las muestras de macroinvertebrados. La puntuación se asigna en función del grado de sensibilidad a la contaminación” (Mafla, 2005, p.48). (**Tabla 10**).

#### **Índice de Shannon –Wiener**

Muestra consistencia de importancia para todas las especies en la muestra. Una medida del grado promedio de incertidumbre al predecir a qué especie pertenecerá un individuo seleccionado al azar de una colección; índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica (Moreno, 2001).

### **2.3.10 Análisis de correlación:**

La palabra análisis de correlación se refiere a una correlación que indica el grado en que el valor de una variable está relacionado con el valor de otra variable. Su propósito es determinar la fuerza de una relación lineal o correlación que existe entre dos o más variables (Lahura, 2003).

### Correlación de Spearman

La correlación de Spearman es una medida estadística que se utiliza para evaluar la relación entre dos variables. Se utiliza para determinar si dos variables están relacionadas de manera lineal o no lineal. Es útil en situaciones en las que las variables no siguen una distribución normal y no son necesariamente continuas. La correlación de Spearman se mide en una escala de -1 a 1, donde -1 indica una relación negativa perfecta, 1 indica una relación positiva perfecta y 0 indica ausencia de relación (Díaz et al. 2014).

### Correlación de Spearman y correlación de Pearson

La correlación de Pearson es una medida estadística que se utiliza para evaluar la relación entre dos variables. Se basa en la medida de la correlación lineal entre dos variables. La correlación de Pearson se mide en una escala de -1 a 1, donde -1 indica una relación negativa perfecta, 1 indica una relación positiva perfecta y 0 indica ausencia de relación. Es importante tener en cuenta que esta medida solo es válida para variables continuas y que sigan una distribución normal (Martínez et al. 2009).

Para la interpretación de los resultados para Pearson y Spearman hay que considerar **(Tabla 3)**:

**Tabla 3.** Valores de coeficiente para la Correlación.

N°	COEFICIENTE	CORRELACION
1	0 - 0.2	Mínima
2	0.2 - 0.4	Baja
3	0.4 - 0.6	Moderada
4	0.6 - 0.8	Buena
5	0.8 - 1	Muy buena

**Fuente:** Díaz, 2014.

### Dendrograma de Similaridad de Bray-Curtis.

Hay muchas formas de definir la similaridad el dendrograma es un árbol que muestra grupos y sus similitudes formados al generar grupos de

observaciones en cada paso. La similitud se mide en el eje vertical (o se pueden mostrar los niveles de distancia) y las diferentes observaciones se determinan en el eje horizontal. En general los conjuntos de datos pueden contener ( variable morfológicas, fisiológicas, medidas ambientales físico-químicas del entorno, temperatura, medidas de riqueza de especies, biomasa, etc) (Zubcoff, 1999).

El presente dendrograma se aplica en función de las familias halladas en la zona de estudio a nivel de las cuatro quebradas: Wacwe, Baraywe, Wepabendwe y Kiraswe.

## **CAPITULO III: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **3.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación consta de un método cuali-cuantitativo para determinar el efecto de la actividad minera en la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene mediante el uso de macroinvertebrados bentónicos como indicadores, utilizando el método de “paquete de hojas” y de esta manera determinar la diversidad de macroinvertebrados en las quebradas intervenidas y no intervenidas por dicha actividad.

### **3.2 Diseño de Investigación**

El presente estudio es una investigación básica de nivel explicativo y descriptivo, de diseño no experimental, sin manipulación de la variable independiente (actividad minera). Consistió en evaluar cual es el efecto de la actividad minera en la calidad del recurso hídrico tales como quebradas intervenidas y sin intervención dentro de la Comunidad Nativa San José de Karene.

### **3.3 Delimitación Espacial y Temporal**

#### **3.1.1 Área de estudio**

La Comunidad Nativa San José de Karene titulada en el año 1986 con 23,750 hectáreas de territorio, ubicada en el borde derecho del río Karene, distrito de Madre de Dios, provincia de Manu, departamento de Madre de Dios, sus habitantes alrededor de 450, son originarios del pueblo Harakbut, dentro de su territorio cuenta con varias quebradas (San Jose, 2016) **(ver Anexo 02 y 14)**.

Ubicación de San José de Karene

**Distrito:** Madre De Dios

**Provincia:** Manu



**Región:** Madre de Dios

**Ubigeo:** 170203

**Altitud:** 268 m.s.n.m

### **3.1.2 Precipitación**

Las precipitaciones pluviales se encuentran de 1,000 a 2,000 mm/año, con dos periodos estacionales en los meses de Mayo y Noviembre y la época de lluvias en los meses de Diciembre a Abril. Durante los últimos 10 años se registró una máxima mensual de 695 mm, y una máxima anual de 2,791 mm de precipitación (Mateo y Cornejo, 2006).

### **3.1.3 Temperatura**

Oscila entre 24°C y 25°C la temperatura media anual, con presencia de friajes (masa de vientos) que provienen del sur en los meses de Junio - Agosto habitual en todo el departamento de Madre de Dios (Mateo y Cornejo, 2006).

### **3.1.4 Tipo de Bosque.**

La vegetación predominante cubre la mayor parte de las provincias de Tambopata y Manu de Madre de Dios, perteneciendo a la clasificación de bosque tropical húmedo (bh-T) (Mateo y Cornejo, 2006).

### **3.1.5 Clima**

Se determina de tipo tropical ,húmedo, calido y con abundantes precipitaciones pluviales (Mateo y Cornejo, 2006).

## **3.4 Descripción del territorio**

La comunidad nativa en su territorio presenta una topografía relativamente plana, cuyos terrenos bajos considerados comúnmente aguajales se encuentran cubiertas de cultivos principalmente en las márgenes derecha e izquierda del río Colorado que atraviesa el territorio comunal.

Además de las actividades tradicionales como la caza, la pesca y la recolección, desde los años 79 también se dedican a la agricultura, la extracción de oro y madera, que han cambiando su estilo de vida sociocultural. La etnografía indígena se modifica con la participación en la economía aurífera que requiere una importante porción de tiempo y esfuerzo como

suplemento a las actividades de subsistencia tradicionales para poder adquirir los bienes materiales traídos de fuera (Huertas y Garcia, 2003).

Actualmente dentro de la Comunidad Nativa San José de Karene se desarrolla la actividad minería se incluyen a los concesionarios mineros que están superpuestos con la misma comunidad de forma intensiva, causando impactos sobre los ecosistemas, como la tala indiscriminada de los bosques, contaminación de los cuerpos de agua , quebradas por la misma actividad de la minería el impacto que causan a los suelos **(ver Anexo 14)**.

### **3.5 Area de la microcuenca**

Según un estudio reciente de Mongabay Latam basada en datos geográficos, entre 2010 y 2020, la comunidad nativa San José de Karene de Madre de Dios perdió 6,282 hectáreas, lo que vendría a ser el 29.1% de su territorio, a causa de la minería ilegal. Datos que fueron tomados en base a la información geográfica elaborada por el Instituto del Bien Comun (IBC), el Ministerio de Cultura y la data sobre minería ilegal de la Red de Información Socioambiental Georreferenciada de la Amazonía (RAISG) (Fiestas, 2021).

Mediante el procesamiento de datos geográficos basados en imágenes satelitales descargadas de Geobosques, Instituto Geográfico Nacional (IGN), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la Comunidad Nativa San José de Karene reporta 14,982.26 ha de bosque en el año 2020 que representa el porcentaje de 70.76%, mientras que 4,834.99 ha han sido deforestadas durante el periodo 2001-2020 que representa el porcentaje de 22.83% a causa de la agricultura y en su gran mayoría por actividad minera **(Anexo 04.1)**

### **3.6 Vías de acceso**

La principal vía de acceso es por la carretera interoceánica partiendo desde la localidad de Puerto Maldonado a dos horas de viaje hasta llegar a la localidades de Santa Rosa, posteriormente a veinte minutos aproximadamente continuando por una trocha carrozable hasta el Centro Poblado conocido como “ Puerto Carlos”, luego se bandea para cruzar en bote motorizado por el río Inambari y continuar por un trayecto de una trocha a una hora y cuarenta minutos en camioneta nos trasladamos hasta llegar a

Centro Poblado “Delta Uno” habiendo pasado por el Rio Pukiri donde se puede observar montículos de arena y grava indicadores de presencia de actividad minera cabe resalta que cuando hay precipitaciones fuertes el afluente del rio Pukiri aumenta la cual impide el paso de las camiones ante ellos se cruza en botes. Luego de Delta Uno se continua por una carretera (trocha) a cuarenta minutos aproximadamente hasta llegar a la Comunidad Nativa, en el trayecto se observa las concesiones mineras y mineros ilegales dejando como consecuencia un impacto a los ecosistemas como la deforestación- tala masiva, cuerpos de agua (quebradas) contaminadas por sedimentos, montículos de arena y grava, poca presencia de fauna, cabe mencionar que las áreas impactadas en años anteriores tubo una mínima regeneración y las mismas que están volviendo a ser removidas para la sustracción del mineral **(ver Anexo 3).**

### **3.1.6 Vías de acceso a las quebradas monitoreadas**

#### **a. Quebrada Kiraswe.**

La accesibilidad a esta quebrada es por dos vías terrestre y fluvial al punto 1 y 2.

**Punto 1.** Para llegar a ese punto el acceso es por una trocha carrozable en motocicleta lineal partiendo de la misma comunidad por un lapso de 30 min.

**Punto 2.** Este punto se encuentra aproximadamente a 10 min tomando motocicleta lineal desde la misma comunidad. La distancia del P1 a P2 es de 4,227.14 m.

**Punto 3.** El acceso a este punto es vía fluvial siendo la desembocadura al rio Karene o Colorado a 25 minutos desde la comunidad. La distancia de P2 a P3 es de 7,642.16 m; en total la distancia de la evaluacion de P1 a P3 es de 2,4340.6 m **(ver Tabla 4 y 5).**

#### **b. Quebrada Wepabendwe**

**Punto 1.** El acceso a este punto es vía terrestre caminando a tres horas con 20 minutos desde la comunidad.

**Punto 2.** De igual manera el acceso es vía terrestre a tres horas de la comunidad. La distancia de P1 a P2 es de 1,719.83 m.

**Punto 3.** Por ultimo este punto el acceso es vía fluvial a 25 minutos desde la comunidad en bote motorizado. La distancia de P2 a P3 es de 3,112.11 m; en total la distancia de evaluación de P1 a P3 es de 7,428.40 m (**Ver Tabla 4 y 5**).

**c. Quebrada Wacwe**

**Punto 1.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio arriba a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de una hora.

**Punto 2.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio arriba, a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de 40 minutos. La distancia de P1 a P2 es de 3,613.32 m.

**Punto 3.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio arriba, a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de 30 minutos. La distancia de P2 a P3 es de 3,084.53 m; en total la distancia de evaluación de P1 a P3 es de 4,4493.79 m (**ver Tabla 4 y 5**).

**d. Quebrada Baraywe**

**Punto 1.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio abajo, a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de una hora.

**Punto 2.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio abajo, a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de 40 minutos. La distancia de P1 a P2 es de 1,225.96 m.

**Punto 3.** El acceso a este punto es vía fluvial partiendo de la comunidad surcando por el rio Karene, rio abajo, a la margen derecha en un bote motorizado por un lapso de 30 minutos. La distancia de P2 a P3 es de 2,079.68 m; en total la distancia de evaluación de P1 a P3 es de 7,2612.95 m (**ver Tabla 4 y 5**).

**Tabla 4.** Distancia de los puntos de muestreo distancia total de evaluación.

Quebrada	Puntos	Distancia (m)	Distancia Total de Quebrada (m)
BARAYWE	P1-P2	1,225.96	3,305.64
	P2-P3	2,079.68	
WACWE	P1-P2	3,613.32	6,697.85
	P2-P3	3,084.53	
KIRASWE	P1-P2	4,227.14	11,869.3
	P2-P3	7,642.16	
WEPABENDWE	P1-P2	1,719.83	4,831.94
	P2-P3	3,112.11	

**Tabla 5.** Localización de sitios de muestreo de las quebradas monitoreadas.

Nº	Nombres-quebradas	Punto		Coordenadas UTM	Condicion
		Este	Norte		
1. Quebrada Kiraswe	P1	332019	8591570	Impactadas por Actividad Minera	
	P2	334698	8594126		
	P3	338213	8596363		
2. Quebrada Wepabendwe	P1	336849	8593719		
	P2	337627	8594857		
	P3	338259	8596362		
3. Quebrada	P1	331774	8598932	No impactadas por Actividad	
	P2	332466	8598625		

Baraywe	P3	333398	8598941
4 Quebrada Wacwe	P1	326496	8595894
	P2	329189	8595055
	P3	331298	8595909

### **3.7 Población y muestra**

#### **3.7.1 Población**

Dentro del territorio de la Comunidad Nativa San José de Karene se encuentran varios ecosistemas de cuerpos de agua (Quebradas) entre ellas tenemos a las quebradas denominadas Asoronwe, Kiraswe, Widnkiweiwe, Wepabendwe, Wacwe, Baraywe, Atudnwe etc. De estas quebradas tenemos impactadas y no impactadas por la actividad minera, que es la principal causa de contaminación al recurso hídrico.

#### **3.7.2 Muestra**

El presente estudio como muestra tiene cuatro quebradas a evaluar: quebrada Kiraswe, quebrada Wepabendwe, quebrada Wacwe, y quebrada Baraywe, denominadas así por el idioma que los caracteriza a la comunidad de la Etnia Harakbut (**ver Anexo 04**).

De estas quebradas, dos de ellas Quebrada Kiraswe y Quebrada Wepabendwe son afectadas por los estragos de la minería ilegal y las dos Quebrada Wacwe y Quebrada Baraywe se mantiene intacto sin rastros de actividad minera.

Se identificó 3 puntos de muestreo por cada quebrada entre intervenidas y no intervenidas, haciendo un total de 12 puntos de muestro en el área de estudio de las cuatro quebradas.

### **3.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.8.1 Métodos y técnicas**

Existe una serie de instrumentos, muchos de estos son difíciles de conseguir y costosos para conocer la salud de la calidad de agua mediante el uso de los macroinvertebrados como indicadores por ende la presente investigación

aplica un metodo práctico, sencillo, novedoso y sobre todo no demanda costos denominado (Leaf Pack) “Paquete de hojas” (Barra, 2015).

Se usó la metodología de “paquete de hojas” (Leaf pack), donde consiste en elaborar paquetes de hojas artificiales, los cuales se colocan dentro de las quebradas por un lapso aproximado de 4 semanas las cuales permitirá la colonización de los organismos bentónicos; posteriormente se retiraron los paquetes de las quebradas, procediendo a evaluar la población y diversidad de los macro invertebrados descubriendo los diferentes tipos de insectos acuáticos empleados como indicadores de la salud de una quebrada. Adaptado del Centro Amazónico De Educación Ambiental e Investigación (ACEER).

#### **Etapas de gabinete.**

Se realizó una revisión y recopilación de la información necesaria sobre los trabajos existentes a nivel internacional, nacional y local; para determinar la calidad de agua mediante indicadores de macro invertebrados en quebradas, con la finalidad de conocer la problemática ambiental y metodologías de evaluación empleadas.

#### **Etapas de Pre Campo**

##### **Identificación de las quebradas**

Se visitó las quebradas identificando lugares idóneos, estratégicos que permitan realizar la instalación de los paquetes como también la medición de la longitud, altura y ancho de las quebradas, para luego elegir los tres puntos de muestreo, colocando las coordenadas UTM de cada una de ellas, antes de empezar con la instalación de los paquetes, teniendo en cuenta criterios como: puntos estratégicos, donde presentan corrientes para que los macroinvertebrados puedan colonizar sin ninguna dificultad.

#### **Etapas de campo**

##### **3.8.2 Evaluación de las características físico-químicas de las quebradas**

Para evaluar los parámetros físicos-químicos de las quebradas se recolectó

muestras de agua lo más cerca al centro del cuerpo de agua de la quebrada y en contra de la corriente del flujo de agua, evitando alterar las condiciones reales y continuar con el siguiente procedimiento:

- Se anotó las observaciones del cuerpo de agua (color que le caracteriza, actividades humanas, presencia de fauna, vegetación ribereña, etc.).
- Se preparo las probetas a utilizar de acuerdo con la lista de parámetros a evaluar.

Los parámetros físico-químicos como: oxígeno Disuelto (OD), Nitrato, Fosfato, pH y turbidez se evaluó “in situ” haciendo uso de los reactivos del Kitt La Motte método adaptado de ACEER *Foundation*.

### **Medición de parámetros Físico-Químicos “in situ”**

El parámetro físico se evaluó “in situ” como son: Oxígeno Disuelto (OD), Nitrato, Fosfato, pH, Turbidez y Temperatura del agua y ambiente.

- Medición de la temperatura del agua.

Con un termómetro previamente calibrado se procedio a medir. Se tomó del aro para impedir descalibrarlo con el calor de las manos, introduciendo al agua cuidadosamente y sumergiendo por dos minutos, por último, se retiró el termómetro del agua e inmediatamente tomando lectura del dato.

- Medición del oxígeno disuelto.

Se sumergió la probeta dentro de la muestra de agua (dentro de la quebrada); dejando caer dos tabletas de prueba de Oxígeno Disuelto (reactivo) dentro de la probeta; seguidamente se tapó la probeta ,asegurando que no haya ninguna gota de burbuja de aire en la muestra, mezclando el contenido de la probeta, volteándola primero boca arriba y luego boca abajo, una y otra vez, hasta que se hayan desintegrado las tabletas, no dejar de voltear la probeta durante 4 minutos , que es el tiempo aproximado que tardaran las tabletas en disolverse. Se tendría que esperar 5 minutos más para poder ver qué color toma el agua. Comparar el color de la muestra con la tabla de colores de oxígeno disuelto y registrar los resultados en ppm (partes por millón). **(Figura 1).**



Una vez se tenga el color de la muestra se ubicò la temperatura del agua en la tabla de % de saturación, verificando los resultados de oxígeno disuelto para la muestra de agua en la parte superior de la tabla. El porcentaje de saturación es de la intersección de la línea de temperatura y la columna Oxígeno Disuelto. **(Tabla 6)(Figura 1)**.

- Medición del pH.

Para calcular el pH se tomò la muestra de agua en una probeta de 10 ml, a ésta se agrega una tableta (reactivo) de pH. Se tapò la probeta y se agita suavemente el contenido hasta que se haya disuelto la tableta, luego se compara el color de la muestra con la gràfica de color del pH, anotando los resultados expresados en niveles de pH **(figura02)**.

- Medición de la turbidez.

Se utilizò el frasco de kit La Motte, que esta contiene el disco de Secchi tomando una muestra de agua hasta la línea de turbidez, que está marcada en la etiqueta fuera del envase. Se consigue la gràfica de turbidez sobre el envase, comparando el aspecto de los dos iconos y anotando los resultados en UTJ que significa (Unidad de Turbidez de Jackson) **(Figura 02)**.

- Medición de nitratos.

Para la evaluación de nitratos se llena la probeta con agua hasta la línea de 5 ml, se añade una tableta (reactivo), se cierra la probeta, seguidamente se mezcla invirtiendo la probeta durante dos minutos para disolver la tableta, se tiene que esperar cinco minutos hasta que se desarrolle el color rojo, por último, se tiene que comparar el color de la muestra con la gràfica del color de nitratos y se anota los resultados en ppm (partes por millón) **(Figura 1)**.

- Medición del fosfato.

La probeta se llena con 10 ml de agua como muestra dentro de la quebrada se añade una tableta de reactivo - Fosfato, tapando la probeta y mientras el contenido de la muestra se disuelve haciendo movimientos ligeros, esperamos cinco minutos para observar la coloración azul de la muestra, se compara el color de la muestra, posteriormente con la gràfica de color de fosfato anotamos el resultado en ppm (partes por millón) **(Figura 1)**.

Nota: si la muestra no se desarrolla un color azul (la muestra no tiene color), anotar el resultado como 0 ppm.

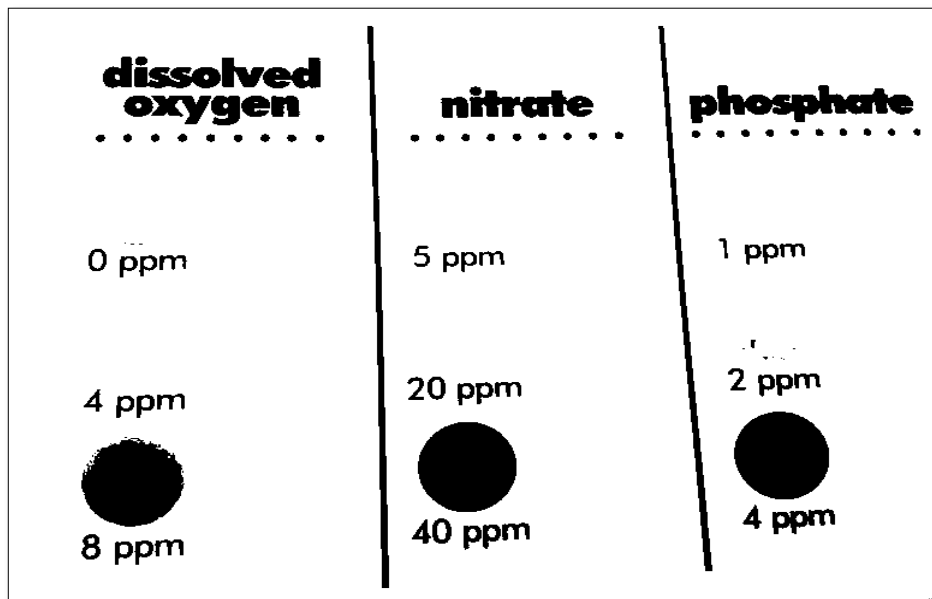


Figura 1. Color de parámetros: Oxígeno disuelto, Nitrato, Fosfato.  
Fuente: (ACEER Foundation)

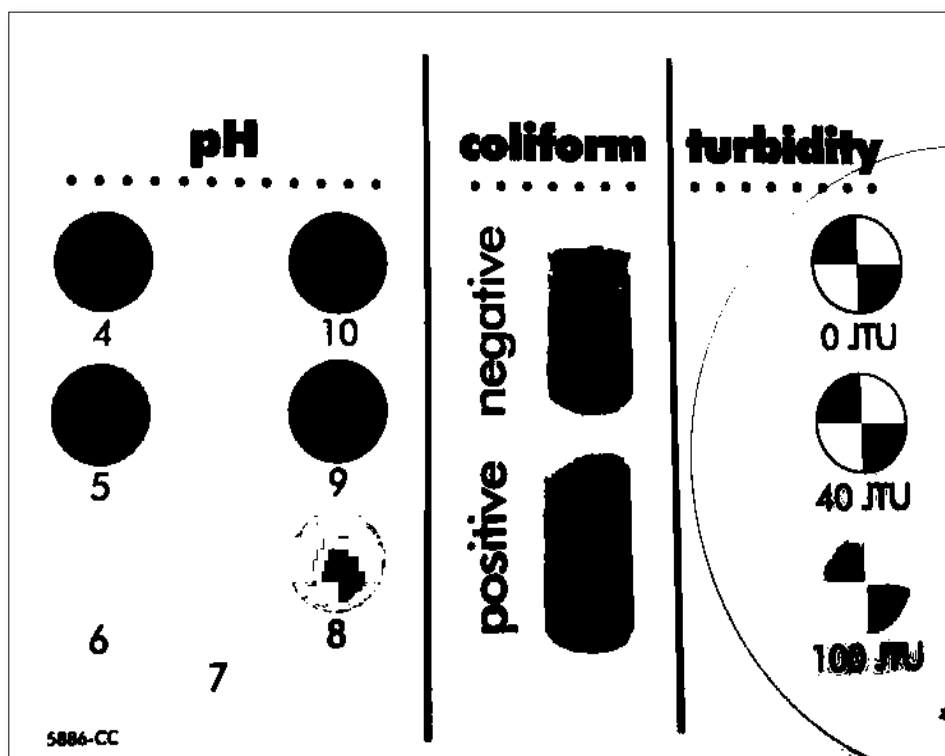


Figura 2. Color de parámetros: pH y turbidez  
Fuente: (ACEER Foundation).

**Tabla 6.** Porcentajes de saturación según la temperatura y el contenido de Oxígeno Disuelto.

Temperatura(°C)	Oxígeno Disuelto		
	0 ppm	4ppm	8ppm
1			
2	0	29	58
4	0	31	61
6	0	32	64
8	0	34	68
10	0	35	71
12	0	37	74
14	0	39	78
16	0	41	81
18	0	42	84
20	0	44	88
22	0	46	92
24	0	48	95
26	0	49	99
28	0	51	102
30	0	53	106

**Fuente:** (ACEER Foundation)

**Tabla 7.** Resultados de Nitrato Fosfato y Turbidez.

<b>Factor de Prueba</b>	<b>Resultado</b>	<b>Puntuación</b>
<b>Nitrato</b>	5ppm	2(regular)
	20ppm	1(bajo)
	40ppm	1(bajo)
<b>Fosfato</b>	1 ppm	4(excelente)
	2 ppm	3(bueno)
	4ppm	2(regular)
<b>Turbidez</b>	0 UTJ	4(excelente)
	>0-40 UTJ	3(bueno)
	>40-100 UTJ	2(regular)
	>100 UTJ	1(bajo)
<b>Oxígeno Disuelto</b>	91-110% de saturación	4(excelente)
	71-90% de saturación	3(bueno)
	51-70% de saturación	2(regular)
	< 50% de saturación	1(bajo)
<b>Ph</b>	4	1(bajo)
	5	1(bajo)
	6	3(bueno)
	7	4(excelente)
	8	3(bueno)
	9	1(bajo)
	10	1(bajo)

**Fuente:** (La Motte, 2010)

### **Elaboración de “Paquetes de hojas”**

Para tal efecto se elaboraron los “paquetes de hojas” artificiales las cuales

están conformadas de bolsas de malla plástica y dentro de ellas se colocaron las hojas de *Inga edullis* de la Familia Fabaceae, colectadas manualmente.

También hay una etiqueta impermeable dentro del paquete con el número de paquete, la fecha de instalación y otros detalles. Para garantizar la seguridad y evitar que las hojas se caigan, los extremos de los paquetes son atados con una cuerda sintética.

### **Instalación de paquete de hojas.**

Los “paquetes de hojas” se instalaron en varios lugares estratégicos dentro de la quebrada en cada punto de evaluación; atados alrededor de los troncos, ramas y estacas bajo el agua para que las hojas comprimidas queden completamente sumergidas, no enterradas. Asegurados con una soguilla sintética para que no se muevan con la corriente ni sean arrastrados por ella, para lo cual se realizó los siguientes pasos:

- Se identificó la quebrada y el lugar estratégico de los puntos de muestreo donde se instalaron los paquetes de hoja.
- Por quebrada se identificó 3 puntos estratégicos para proceder con la instalación de los “paquetes de hojas”.
- Se pesó 30 gramos de hojas de la especie de *Inga edullis* “Guaba” en una malla plástica.
- El lugar donde se instaló las muestras fueron marcadas con coordenadas UTM y para su fácil ubicación al momento de la colecta se realizó un croquis de ubicación.
- En cada punto de muestreo se instaló 1 grupos de paquete de hojas con 6 repeticiones con sus respectivas codificaciones.

### **Periodos de muestreo y permanencia de los paquetes de hojas**

El periodo de muestreo se efectuó en un lapso de tres meses consecutivos (mayo, junio y julio) temporada seca, siendo periodos ideales para la colonización de macroinvertebrados (**Tabla 8**).

La permanencia de los “paquetes de hojas” en las quebradas monitoreadas estuvieron sumergidas durante cuatro semanas, realizando la instalación consecutiva por tres meses de tal modo que por el proceso de

descomposición de las hojas estos bentos se alimentan y colonizan haciendo un hábitat de macroinvertebrados acuáticos.

Los “paquetes de hojas” artificiales se instalaron en cada punto de muestreo siendo un total de 18 paquetes por quebrada, haciendo una suma de 72 paquetes por las cuatro quebradas monitoreadas.

**Tabla 8.** Fechas de instalación y colecta de los “paquetes de hojas”.

	<b>Periodos de muestreos</b>			
	Abril	Mayo	Junio	Julio
<b>Fecha de instalación</b>	23-25/2021	23-26/2021	26-29/2021	
<b>Fecha de colecta</b>		23-26/2021	26-29/2021	23-26/2021

### **Recolección de muestra de paquete de hojas**

Las muestras de los paquetes de hojas, se retira cuidadosamente del agua en un colador y a continuación se procede con lo siguiente:

- Retirar el paquete de hojas del agua en un colador o bandeja para evitar perdida de los macroinvertebrados.
- Desatar el paquete de hojas cuidadosamente dentro de la bandeja enjuagando con abundante agua.
- Una vez limpia las hojas empezar con la colecta de los macroinvertebrados utilizando una pinza.
- Colocar en los frascos preparados con alcohol de 96° grados con la finalidad de preservar a los individuos.
- Por ultimo realizamos una colecta manual entre las hojas, piedras, troncos sumergidos detenidas en la corriente en cada punto de muestreo.

### **Medición de la descarga de los sitios de muestreo.**

Basado en la metodología que aplica el “Centro Stroud de Investigaciones Acuáticas (Stroud WaterResearch Center)” el caudal o descarga es la cantidad

de agua que pasa por un punto determinado del río o quebrada en unidades de m<sup>3</sup>/s (metros cúbicos por segundo) se calcula empleando en la siguiente fórmula (1):

$$\text{Ancho} \times \text{profundidad} \times \text{coeficiente de aspereza} \times \text{velocidad} = \text{descarga (m}^3/\text{s)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Nota:

Coeficiente de aspereza es un valor que corresponde al tipo de fondo del curso del agua.

- 0,9 si el fondo del cauce es liso; de limo, arena o piedra.
- 0,8 si el fondo del cauce es áspero con escombros, piedras o gravas.

### 3.8.3 Instrumentos

Todo los instrumentos, equipos y materiales del laboratorio fueron brindados por el Laboratorio de ACEER *foundation* y también se contó con materiales propios financiados por TReeS UK (Tabla 9).

**Tabla 9.** Lista de instrumentos, equipos y materiales de laboratoriotabla empleado en la ejecución de la investigación.

<b>Equipos</b>	<b>Materiales</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>
Gps (Garmin Map 78)	Bandejas	Balanza
Laptop Toshiba	Cuaderno de apuntes	Termómetro
Cámara fotográfica de 8mega pixeles	Cintas de agua	Estereoscopio
Drone	Bolsa de Malla	Alcohol
Telefono- celular	Cuerda	Frascos de muestras

Plumones indelebles	Pinzas
Coladores	Termómetro
Baldes	Placas Petri
Papel bond	Cioviales 2 ml - 5 ml
	Kitt LaMotte y Reactivos
Claves de identificación	

### 3.8.4 Procesamiento de datos y análisis estadístico

#### Cálculo del índice Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera (EPT)

Índice que consiste en contabilizar el número total de individuos dentro de los órdenes Ephemeroptera, Plecóptera, Trichoptera, y dividirlos con el número total de individuos encontrados y con el resultado que se obtiene se hace la comparación en la tabla de valores (**Tabla 10**). La operación comprende en dividir el número de EPT presentes en la muestra por la cantidad total de organismos de la muestra con la siguiente ecuación (2):

$$IEPT = (NEPT/N) * 100 \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

IEPT = índice EPT

NEPT = Número total de individuos EPT en la muestra N = Número total de individuos en la muestra

**Tabla 10.** Calidad del agua según los índices Ephemeroptera, Plecóptera y Trichoptera (EPT).

Índice EPT (%)	Calidad de agua
75-100%	“Muy buena”
50- 74 %	“Buena”



<b>25 - 40%</b>	“Regular”
<b>0 – 24%</b>	“Mala”

*Fuente: Carrera y fierro 2018.*

### **Cálculo de índice de BMWP-CR (Biological Monitoring Working Party modificado para Costa Rica)**

El índice de BMWP-CR es un método de evaluación de la calidad del agua que se basa en la presencia y abundancia de macroinvertebrados acuáticos. Este índice ha sido modificado para adaptarse a las condiciones específicas de Costa Rica. El cálculo del índice se basa en la puntuación de cada especie de macroinvertebrado presente en el muestreo, siendo las especies más sensibles a la contaminación las que tienen una puntuación mayor. **(Tabla 11).**

La suma total de las puntuaciones de todas las especies presentes en el muestreo se utiliza para determinar el índice de BMWP-CR. El índice se clasifica en seis categorías: excelente, bueno, moderado, pobre, muy pobre y muy muy pobre. Este índice es útil para evaluar la calidad del agua en diferentes puntos de muestreo y detectar cambios en el tiempo (Mafla, 2005).

### **Tabla (12).**

**Tabla 11.** Puntuación de índice de tolerancia de las familias.

<b>Familia</b>	<b>Puntuacion</b>
<b>Ephemeroptera:</b> Heptageniidae	<b>10</b>
<b>Plecoptera:</b> Perlidae	
<b>Trichoptera:</b> Lepidostomatidae; Odontoceridae; Hydrobiosidae; Ecnomidae	
<b>Odonata:</b> Polythoridae	
<b>Díptera:</b> Blephariceridae; Athericidae	
<b>Ephemeroptera:</b> Leptophlebiidae	<b>8</b>
<b>Trichoptera:</b> Limnephilidae; Calamoceratidae; Leptoceridae; Glossosomatidae	
<b>Odonata:</b> Cordulegastridae; Corduliidae; Aeshnidae; Perilestidae	
<b>Blattodea:</b> Blaberidae	

<b>Trichoptera:</b> Philopotamidae	<b>7</b>
<b>Coleoptera:</b> Ptilodactylidae; Psephenidae; Lutrochidae	
<b>Odonata:</b> Gomphidae; Lestidae; Megapodagrionidae; Protoneuridae; Platystictidae	
<b>Crustacea:</b> Talitridae, Gammaridae	
<b>Odonata:</b> Libellulidae	<b>6</b>
<b>Megaloptera:</b> Corydalidae	
<b>Trichoptera:</b> Hydroptilidae; Polycentropodidae; Xiphocentronidae	
<b>Ephemeroptera:</b> Euthyplociidae; Isonychidae	
<b>Lepidoptera:</b> Pyralidae	<b>5</b>
<b>Trichoptera:</b> Hydropsychidae; Helicopsychidae	
<b>Coleoptera:</b> Dryopidae; Hydraenidae; Elmidae; Limnichidae	
<b>Ephemeroptera:</b> Leptohiphidae; Oligoneuriidae; Polymitarciidae; Baetidae	
<b>Crustacea:</b> Crustacea	
<b>Tricladida:</b> Turbellaria	
<b>Coleoptera:</b> Chrysomelidae; Curculionidae; Haliplidae; Lampyridae; Staphylinidae; Dytiscidae; Gyrinidae; Scirtidae; Noteridae	<b>4</b>
<b>Diptera:</b> Dixidae; Simuliidae; Tipulidae; Dolichopodidae; Empididae; Muscidae; Sciomyzidae; Ceratopogonidae; Stratiomyidae; Tabanidae	
<b>Hemiptera:</b> Belostomatidae; Corixidae; Naucoridae; Pleidae; Nepidae; Notonectidae	
<b>Odonata:</b> Calopterygidae, Coenagrionidae	
<b>Ephemeroptera:</b> Caenidae Hidracarina	
<b>Coleoptera:</b> Hydrophilidae	
<b>Diptera:</b> Psychodidae	<b>3</b>
<b>Molusca:</b> Valvatidae; Hydrobiidae; Lymnaeidae; Physidae; Planorbidae; Bithyniidae; Bythinellidae; Sphaeridae	
<b>Annelida:</b> Hirudidae; Glossiphonidae, Erpobdellidae	
<b>Crustacea:</b> Asellidae	
<b>Diptera:</b> Chironomidae; Culicidae; Ephydriidae	<b>2</b>
<b>Diptera:</b> Syrphidae	

<b>Oligochaeta:</b> (todas las clases)	<b>1</b>
--	----------

*Fuente: Mafla, 2005*

**Tabla 12.** Nivel de calidad.

<b>Nivel de Calidad</b>	<b>BMWP</b>	<b>COLOR</b>
“Aguas de calidad excelente”.	>120	Excelente
“Agua de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible”.	101-120	Muy bueno
“Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada”	61-100	Bueno
“Aguas de calidad mala, contaminadas”.	36-60	Regular
“Aguas de calidad mala, muy contaminadas”.	16-35	Pobre
“Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas”.	<15	Muy pobre

*Fuente: Mafla, 2005*

**Tabla 13.** Calificación de los organismos según a sensibilidad.

<b>Sensibilidad de los macroinvertebrados</b>	<b>Calidad de agua</b>	<b>Calificación</b>
“No aceptan contaminantes”.	Excelente	9 - 10
“Aceptan muy pocos contaminantes”.	Buena	7 - 8
“Aceptan pocos contaminantes”.	Regular	5 - 6
“Aceptan mayor cantidad de contaminantes”.	Pobre	3 - 4
“Aceptan muchos contaminantes”.	Muy pobre	1 - 2

*Fuente: Mafla 2005.*

### 3.8.5 Evaluar la diversidad de especies de macroinvertebrados en las cuatro quebradas.

#### Índice de diversidad Índice de Shanon Wiener

“Este índice mide el grado promedio de incertidumbre, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies” (Moreno 2001,

p.43) se emplean las fórmulas 4 y 5:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i \dots \dots \dots (4)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon – Wiener

pi = Proporción del número de individuos de la especie “i” con respecto al

total ln = Logaritmo natural.

Asimismo

$$P_i = \frac{n_i}{N} \dots \dots \dots (5)$$

DONDE:

N<sub>t</sub> = Número total de individuos de todas las especies

n<sub>i</sub> = Número de individuos de cada especie “i”

En el contexto de los ecosistemas fluviales este índice adquiere un valor máximo de 4.5 bits/individuo para las comunidades de macroinvertebrados bentónicos. Valores inferiores a 2.4-2.5 bits/individuo son indicativos de que el ecosistema se encuentra sometido a tensión.

## **CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Efecto de la actividad minera sobre características físico-químicas en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene.**

#### **4.1.1 Caracterización de los sitios de muestreo en las quebradas.**

##### **Quebrada Kiraswe**

Quebrada situada a la margen izquierda de la carretera como vía de acceso a la comunidad, se ubica en una zona influenciada por actividad minera. Del mismo modo se caracterizó la poca presencia de vegetación ribereña y alrededores se observa una masiva deforestación y/o tala por dicha actividad como también hay poca presencia de fauna. De sustrato mixto arena, piedra y grava con micro hábitats formado por playas y montículos de piedra y grava y arena y también troncos sumergidos con mucha turbidez y sedimentos de grava y arena (**ver Anexo 06**).

##### **Quebrada Wepabendwe.**

Esta quebrada se ubica paralelo a la quebrada Kiraswe, de la misma forma está situada en una zona influenciada por actividad minera el cual sus aguas de la quebrada han sido afectadas, modificadas de su estado natural y como consecuencia dejo áreas deforestadas sin vegetación ribereña alrededor y poca presencia de fauna, cabe resaltar que es una de las quebradas más afectadas por dicha actividad. De sustrato mixto arena piedra y grava con micro hábitats formado por playas y montículos de piedras grava o arena como también troncos sumergidos con mucha turbidez y sedimentos de grava y arena (**ver Anexo 06**).

##### **Quebrada Wacwe.**

Quebrada ubicada a la margen derecha del rio Karene o Rio Colorado, la

misma que desemboca en este río, en los límites de la Comunidad Nativa de Puerto Luz, y cerca de la Reserva Comunal de Amaraeri no presenta actividad minera y el bosque se encuentra intacto sin ninguna intervención con abundante vegetación ribereña y con presencia de fauna silvestre y sus aguas en un estado natural cristalino. Con variaciones entre la época lluviosa y seca, con orillas amplias, cubierta con cobertura vegetal moderada, bosque primario; de sustrato mixto compuesto por arena, limo, piedras y rocas, presenta hábitats formado por playas arenosas, remansos, rápidos y trocos sumergidos **(ver Anexo 06)**.

### **Quebrada Baraywe**

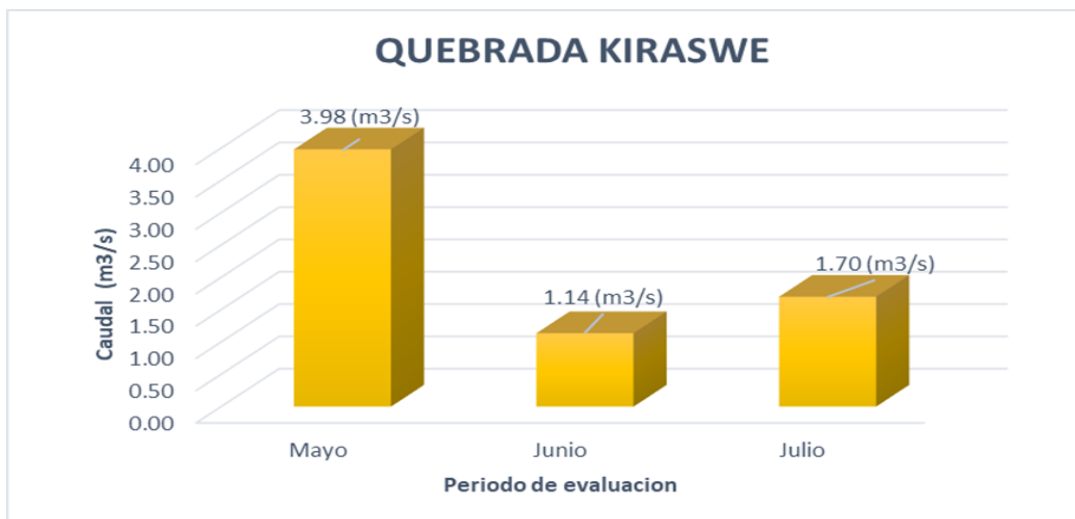
Quebrada situada a la margen derecha del río Karene o Colorado la misma que desemboca a este río, cerca de la Reserva Comunal de Amaraeri, está quebrada no presenta actividad minera el bosque se encuentra intacto sin ningún impacto con abundante vegetación ribereña, presencia de fauna silvestre y sus aguas en un estado natural cristalino; presenta variaciones en época de lluvia y seca, con orillas amplias y estrechas cubiertas con cobertura vegetal moderada de bosque primario. De sustrato compuesto por arena, piedras y rocas presenta hábitats formado por playas arenosas, remansos y rápidos, también troncos sumergidos **(ver Anexo 06)**.

### **Cálculos y medición del caudal y/o descarga**

Cálculos y medición del caudal y/o descarga en las quebradas monitoreadas se realizó según la “metodología del Centro Stroud de Investigaciones acuáticas (Stroud Water Research Center)” considerando el ancho, longitud, tiempo, altura de profundidad y velocidad con el que se determinó la descarga del caudal en ( $m^3/s$ ).

### **Descarga quebrada Kiraswe**

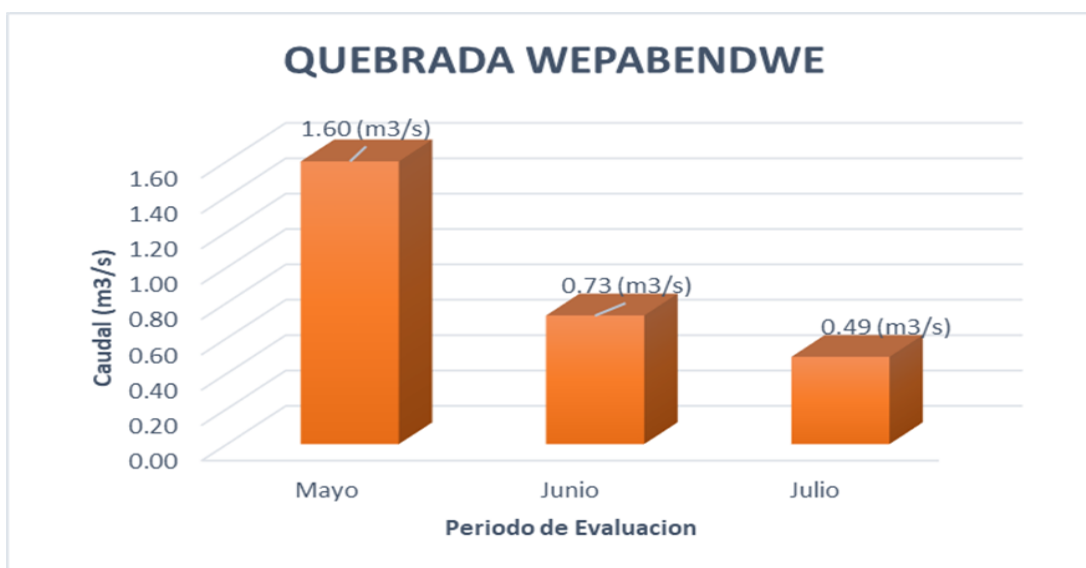
La mayor descarga fue de 3.98 ( $m^3/s$ ) durante el mes de mayo y la menor descarga el mes de junio con 1.13 ( $m^3/s$ ) **(Figura 3)**.



**Figura 3.** Descarga y/o caudal Quebrada Kiraswe con impacto por actividad minera.

#### Descarga quebrada Wepabendwe

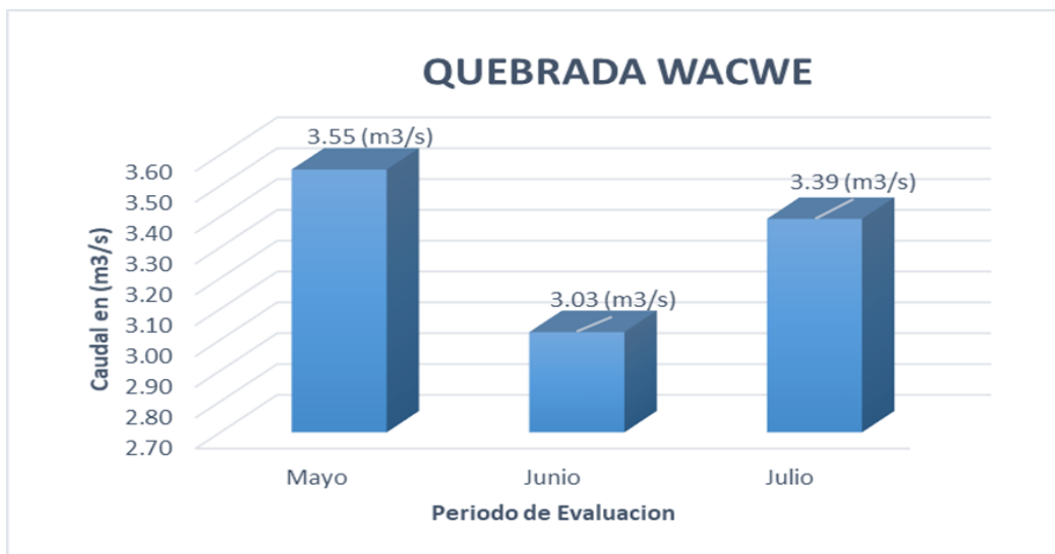
La mayor descarga fue de 1.59 (m³/s) durante el mes de mayo y la menor descarga para el mes de Julio con 0.49 (m³/s) (**Figura 4**).



**Figura 4.** Descarga y/o caudal quebrada Wepabendwe con impacto por actividad minera.

#### Descarga quebrada Wacwe

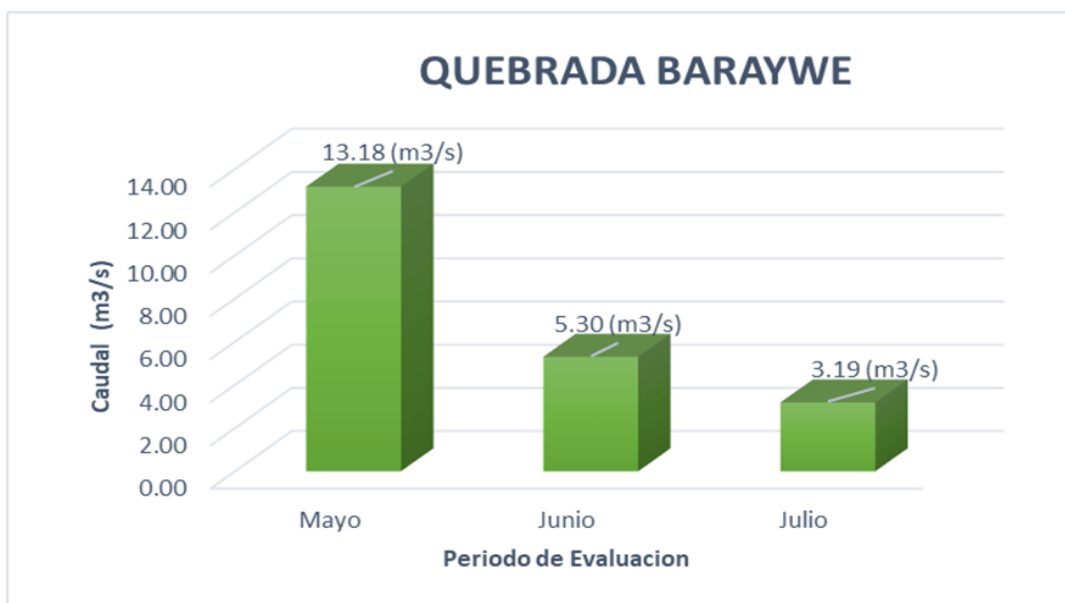
La mayor descarga fue de 3.55 (m³/s) durante el mes de Mayo y la menor descarga en el mes de Junio con 3.02 (m³/s), no se muestra diferencia de descarga debido al represamiento de agua (**Figura 5**).



**Figura 5.** Descarga y/o caudad quebrada Wacwe sin impacto por actividad minera.

- **Descarga quebrada Baraywe**

La mayor descarga fue de 13.18 (m³/s) en el mes de mayo y la menor descarga el mes de Julio con 3.19 (m³/s) diferencia de datos debido al represamiento de agua y precipitación pluvial. **(Figura 6).**



**Figura 6.** Descarga y/o caudal quebrada Baraywe sin impacto por actividad minera.



#### 4.1.2 Parámetros físico-químicos de las cuatro quebradas monitoreadas.

En la **(Tabla. 14)** se muestran los resultados de los parámetros-físicos químicos evaluados en los cuatro puntos de muestreo de las quebradas. La Temperatura del agua en las quebradas oscilan entre 18°C temperatura mínima a 30°C temperatura máxima. Dependiendo a los horarios de medición. La quebrada *Baraywe* tiene de 18°C (T°min.) a 25°C (T°max.), quebrada *Wacwe* tiene de 21°C (T°min.) a 26°C (T°max.), quebrada *Kiraswe* tiene de 24°C (T°min.) a 27°C (T°max.) y *Wepabendwe* tiene de 24.9 °C (T°min.) a 30°C (T°max.); las variaciones de temperatura se deben al constante cambio de clima y precipitaciones pluvial. En base a estos datos correlacionamos el Oxígeno Disuelto (OD) para determinar el porcentaje de saturación que indica la calidad del agua.

El pH es una medida de concentración de iones de hidrógeno en el agua; la escala de pH tiene rangos que varían de 0 (muy ácido) a 14(muy básico) siendo el 7 (neutro) de acuerdo a la descripción los valores de pH para las cuatro quebradas oscilan en un rango de 6 a 7 **(Tabla 15)** que indicarían en que el valor es favorable para el desarrollo de poblaciones de macroinvertebrados.

El Oxígeno Disuelto OD determina la cantidad de oxígeno gaseoso disuelto en el cuerpo de agua es siendo una medida de suma importancia para la salud de los ecosistemas acuáticos. Los valores obtenidos en las cuatro quebradas se muestran entre el rango de <50% a 110% de porcentaje de saturación. La quebrada *Baraywe* y *Wacwe* tienen la puntuación de 4 que se encuentran en las tablas de correlaciones **(Tabla 14)** y **(Tabla 15)** calificando como “excelente”; la quebrada *Wepabendwe* tiene la puntuación de 2 calificando como “regular”; la quebrada *Kiraswe* tiene una puntuación de 1 calificando como “Bajo”, señalando que los niveles bajos de oxígeno disuelto indican contaminación orgánica, mala calidad del agua e incapacidad para soportar ciertas formas de vida (Ocasio, 2008).

El Fosfato es un nutriente de vital importancia para animales y plantas que son arrastrados por las lluvias que sirve como fuente de alimentación de los

seres vivos. Los datos obtenidos de la (**Tabla 15**) los rangos oscilan entre 1 ppm a 4ppm siendola quebrada Baraywe y Wacwe con valores de 1ppm a 2ppm indicando una puntuación de 4 “Excelente”. Para la quebrada Kiraswe y Wepabendwe se encuentran en un rango de 4 ppm teniendo un puntaje 1 “Regular”.

El Nitrato es un contaminante común encontrándose en los cuerpos de agua provocando efectos nocivos en cantidades altas, llegando fácilmente por lixiviación a fuentes de agua. En la (**Tabla 15**) se muestra los siguientes resultados: en las cuatro quebradas Baraywe, Wacwe, Kiraswe y Wepabendwe muestran un valor de 5ppm siendo un puntaje 2 que representa condición de “Regular”. Mientras que (Barra, 2015) detalla en su evaluacion las puntuaciones obtenidas con el kit de monitoreo de calidad de agua de LaMotte obtuvo los resultdos sigientes: Quebradas LAJ, INF3, INF5, LAC y SRO muestran un valor de 5ppm (Regular). La quebrada MA presento un valor de 40ppm (Bajo). Mencionando que el nitrato es un elemento necesario para plantas y organismos acuaticos (La Motte, 2010).

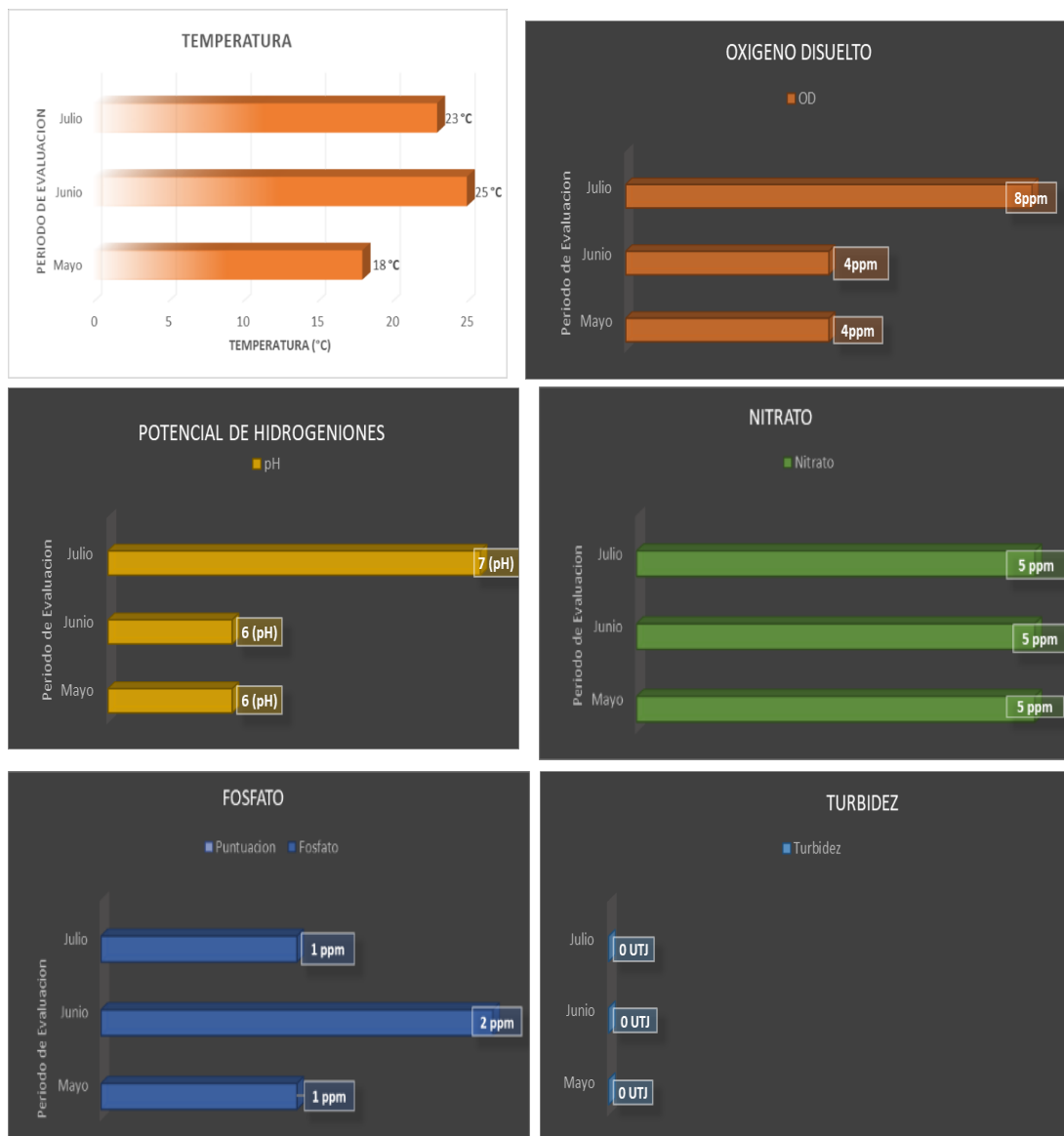
La turbidez son partículas en suspensión dentro del agua; los datos obtenidos dan rangos que oscilan de 0 a 100 JTU (**tabla 14**).

Se muestra que las quebradas Wacwey Baraywe con valor 0 JTU dando una puntuación de 4 (Excelente), indicando que estas mantienen su estado natural sin ningún impacto y para las quebradas Wepabendwe y Kiraswe con un valor de 100 JTU dando una puntuación de 1 (Bajo) indicando claramente perturbaciones en el estado natural del agua indicando que hay impacto por actividad minera.

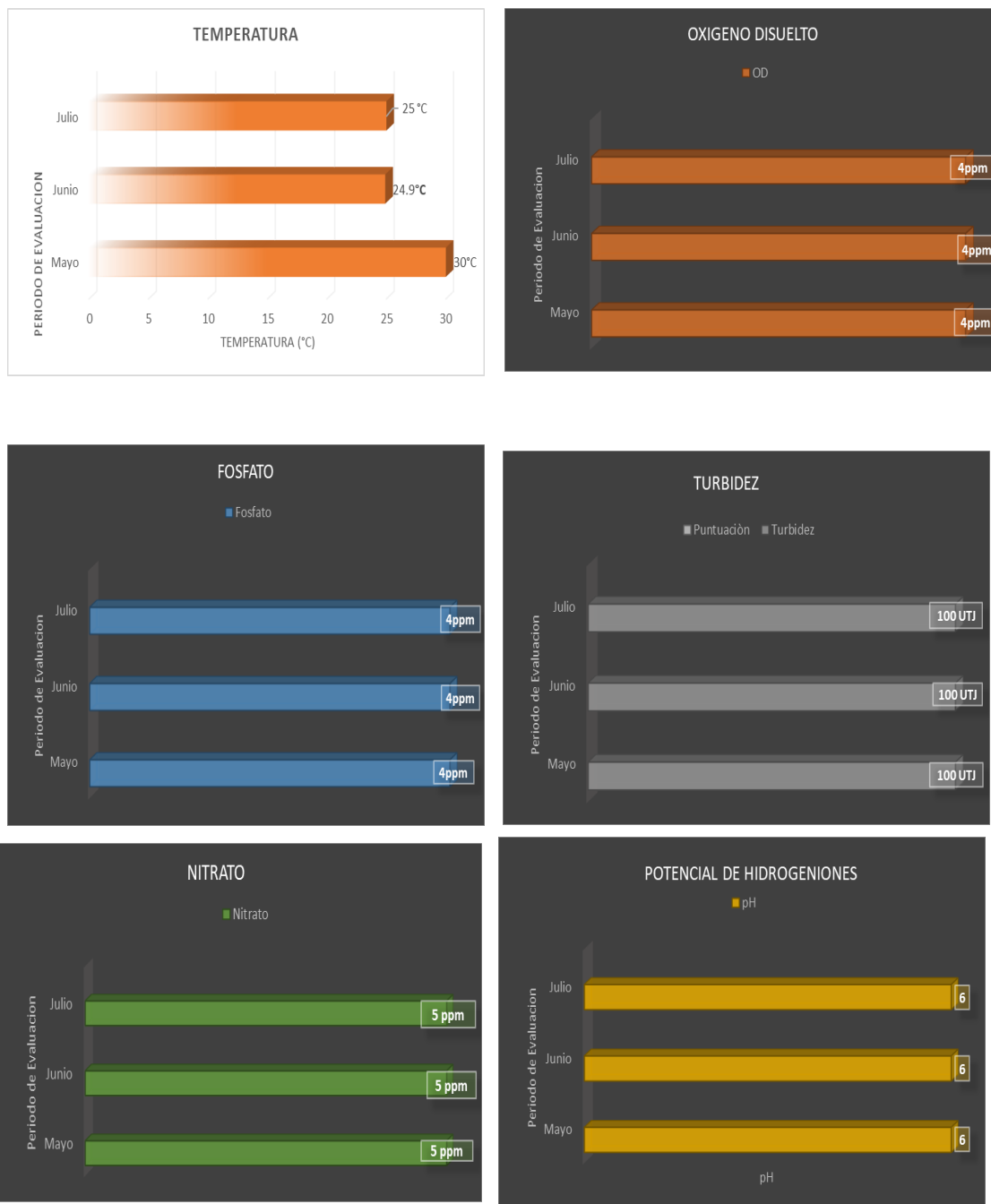
**Tabla 14.** Resultados de las puntuaciones del análisis de los parámetros físico-químicos de las quebradas evaluadas.

QUEBRADAS	CONDICION	Puntos y fecha de muestreo	Temperatura H <sub>2</sub> O	pH	Oxígeno Disuelto	Fosfato	Nitrato	Turbidez
-----------	-----------	----------------------------	------------------------------	----	------------------	---------	---------	----------

			Resultado	Puntuación	Resultado	Puntuación	Resultado	Puntuación	Resultado	Puntuación	Resultado	Puntuación
<b>Baraywe</b>	No Intervenida	P2- 24/05	1 8	6 3	4 3	1 1	1 4	4 5	2 2	0 0	4 4	
	No Intervenida	P2- 24/06	2 5	6 3	4 4	1 2	3 3	5 5	2 2	0 0	4 4	
	No Intervenida	P2- 24/07	2 3	7 4	8 4	4 1	4 4	5 5	2 2	0 0	4 4	
<b>Wacwe</b>	No Intervenida	P2- 23/05	2 6	6 3	8 4	4 1	4 2	5 3	2 2	0 0	4 4	
	No Intervenida	P2- 23/06	2 3. 5	6 3	4 4	1 2	3 3	5 5	2 2	0 0	4 4	
	No Intervenida	P2- 23/07	2 1. 4	6. 5	4 4	1 1	4 4	5 5	2 2	0 0	4 4	
<b>Wepabendwe</b>	Intervenida	P2- 25/05	3 0	6 3	4 4	2 4	2 2	5 5	2 2	1 0 0	1 1	
	Intervenida	P2- 26/06	2 4. 9	6 3	4 4	1 4	4 2	5 5	2 2	1 0 0	1 1	
	Intervenida	P2- 26/07	2 5	6 3	4 4	1 4	2 2	5 5	2 2	1 0 0	1 1	
<b>Kiraswe</b>	Intervenida	P2- 25/05	2 7	6 3	4 4	1 4	2 2	5 5	2 2	1 0 0	1 1	
	Intervenida		2 4	6 3	4 4	1 2	3 3	5 5	2 2	1 0 0	1 1	
	Intervenida	P2- 26/07	2 4. 5	6 3	4 4	1 4	2 2	5 5	2 2	1 0 0	1 1	



**Figura 7.** Representación gráfica de los parámetros físico-químicos de las quebradas sin impacto por actividad minera.



**Figura 8.** Representación gráfica de los parámetros físico-químicos de las quebradas impactadas por actividad minera.

## 4.2 Composición y estructura de la comunidad de macroinvertebrados – Paquete de hojas.

Se encontraron 5,019 individuos en las cuatro quebradas, los mismos que están distribuidos en 23 familias, 12 órdenes, 5 clases, siendo la quebrada Baraywe y Wacwe con (2,363 y 1,334) individuos respectivamente. Para las

quebradas Kiraswe y Wepabendwe impactadas por actividad minera presenta menor número de individuos(405 y 917) respectivamente **(ver Tabla 15)**.

Realizando el análisis (Vásquez et al. 2006) propone que el uso de indicadores biológicos como una nueva herramienta para conocer la calidad del agua es muy eficaz, lo que no significa que sustituya a los métodos analíticos químicos tradicionales. Su uso simplifica enormemente las operaciones de campo y laboratorio, ya que su aplicación solo requiere la identificación y cuantificación de organismos en índices de diversidad adaptados a los compartimentos de respuesta que cumplan con los requisitos de calidad del agua. Para demostrar la diversidad de macroinvertebrados bentónicos se realizó la colecta manual en los diferentes puntos de muestreo en la cual se encontraron un total de 6,693 individuos, distribuidos en 44 familias, 12 órdenes y 5 clases, (5,275) individuos en las quebradas conservadas y (1,413) individuos en las quebradas impactadas **(Tabla 16)**.

Soto (2013) en su investigación determina que la composición de macroinvertebrados varía de acuerdo a las zonas de estudio como también a los factores de la temperatura, química del agua como también dependerá de otros los factores contaminantes al agua.

**Tabla 15.** Número de familias e individuos encontramos en la colecta de paquete de hojas.

Evaluaciones	Quebradas evaluadas en la Comunidad San José de Karene							
	Baraywe		Kiraswe		Wacwe		Wepabendwe	
	Familias	Individuos	Familias	Individuos	Familias	Individuos	Familias	Individuos
<b>S1</b>	19	975	15	123	14	622	7	163
<b>S2</b>	17	444	9	61	15	186	8	232
<b>S3</b>	20	944	13	221	23	526	9	522
<b>TOTAL</b>	<b>20</b>	<b>2363</b>	<b>15</b>	<b>405</b>	<b>23</b>	<b>1334</b>	<b>9</b>	<b>917</b>

**Tabla 16.** Numero de familias e individuos encontrados en la colecta de paquetes de hojas y colecta

Evaluaciones	Quebradas evaluadas en la Comunidad San José de Karene							
	Baraywe		Kiraswe		Wacwe		Wepabendwe	
	Familias	Individuos	Familias	Individuos	Familias	Individuos	Familias	Individuos
<b>S1</b>	20	1195	17	146	17	948	7	198
<b>S2</b>	18	631	9	62	20	312	8	232
<b>S3</b>	21	1178	13	253	30	1015	9	523
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>3004</b>	<b>17</b>	<b>461</b>	<b>30</b>	<b>2275</b>	<b>9</b>	<b>953</b>

#### 4.2.1 Índice de diversidad de Shannon Wiener

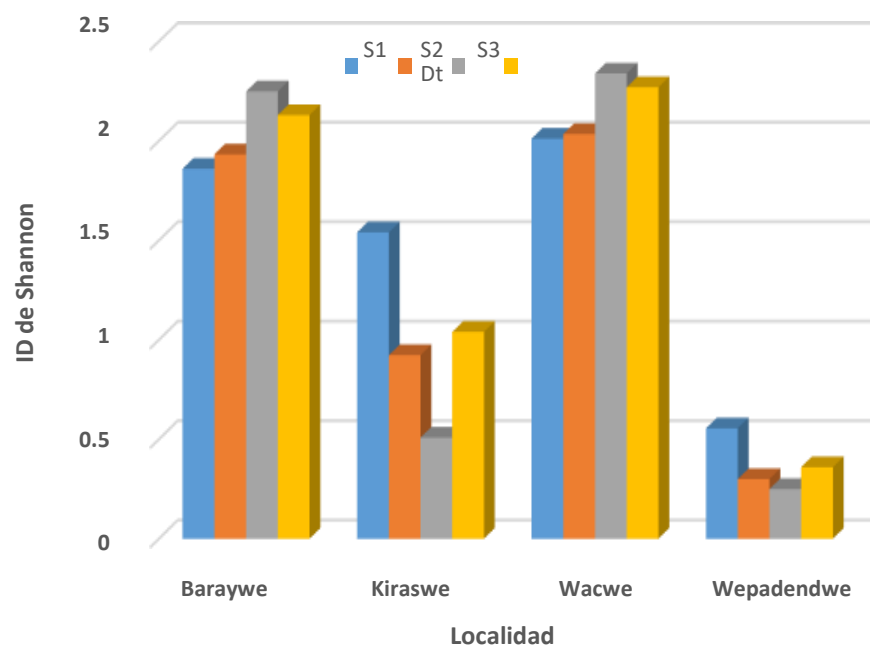
En la quebrada Wacwe se encontró una mayor diversidad de familias de macroinvertebrados acuáticos, donde el Índice de Diversidad total de Shannon fue de  $H= 2.27$  fluctuando estos índices entre 2.01 – 2.34 en cada una de las tres evaluaciones (**Figura 5**). Así mismo este índice de Diversidad total también fue alto en la quebrada Baraywe  $H=2.13$  fluctuando estos índices entre 1.86 – 2.25 en cada una de las tres evaluaciones. Porque son quebradas de aguas prístinas y que estas se mantienen intactas sin ninguna actividad antropogénica, teniendo su ecosistema compuesta por abundante vegetación ribereña.

Por otro lado, en las quebradas Kiraswe y Wepabendwe, los Índice totales de Diversidad de Shannon fueron más pobres, siendo estos valores 1.04 y 0.36 respectivamente. De acuerdo con la (**Figura 5**), en la quebrada Wepabendwe se registraron los índices más bajos, fluctuando estos valores entre 0.25 y 0.56 en cada una de las evaluaciones. Por las cuales se encontraron muy pocos individuos. Debido a que estas quebradas son impactadas por la actividad minera dejando aguas turbias con sedimentos de arena, lodo y grava. En consecuencia, viéndose alteraciones en los ecosistemas, con poca presencia de vegetación ribereña quedando descubiertas estos cuerpos de agua expuestos a los rayos solares generando variaciones de temperatura en el agua.

De acuerdo a **Pla (2006)** el índice de Shannon es el más utilizado para cuantificar la biodiversidad específica, este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa.

En el estudio elaborado por **Ibana y Sihuay (2018)** en el análisis para el Índice de diversidad de Shannon encontró que la gran mayor diversidad de macroinvertebrados corresponden la Quebrada West Santa Rosa con  $H=2.248$  seguido de la quebrada Santo Rosario  $H=2.218$  respectivamente, presentando excelente calidad de agua debido a que no se observan agentes antrópicos que están alterando el medio acuático de igual modo las quebradas de La Joya y Mazuco resultaron ser más degradadas al registrar menores valores de Índice de Shannon  $H= 1.16$  Y  $H=1.08$  presentado mala calidad de agua.

Efectivamente en el presente estudio los valores obtenidos más significativos de las quebradas fueron para Baraywe y Wacwe con mayor diversidad  $H=2.13$  y  $H=2.27$  respectivamente debido a que no presenta ningún impacto a sus aguas encontrando una similitud en la investigación de (Barra, 2015) donde determino el índice de diversidad Shannon-Wiener más alto, con 2,248 y 2,218, respectivamente.



**Figura 9.** El índice de diversidad de Shannon en la zona de estudio (S1, S2 y S3):



evaluaciones realizadas en tres momentos de Dt. Diversidad Total.

#### **4.2.2 Análisis de la calidad del agua en las quebradas sin intervención de actividad minera.**

##### **Quebrada Baraywe**

Realizando el análisis del Índice de EPT la quebrada Baraywe durante el periodo de evaluación por tres meses para el mes de mayo reporto un porcentaje de 71% valor que indica agua de “Buena Calidad”, para los meses de junio (78%) y julio (80%) valores que indican agua de “Muy buena calidad”, debido a la presencia de individuos dentro de los órdenes *EPHEMEROPTERA*, *PLECOPTERA* y *TRICHOPTERA* (**Tabla 17**).

Para el Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica en función a la diversidad de órdenes y abundancia de familias presentes indica un puntaje de 70, categorizándola como calidad de agua “Bueno” para el mes de Mayo; un puntaje de 64 para el mes de junio y un puntaje de 75 para el mes de Julio determinado calidad de agua “Bueno” (**Tabla 18**).

##### **Quebrada Wacwe**

Realizando el análisis del Índice de EPT la quebrada Wacwe durante el periodo de evaluación de tres meses reporta un porcentaje de 52% valor que indica agua de “Buena Calidad” para el mes de mayo, el porcentaje de 42% valor que indica agua de “Regular” calidad para el mes de junio esta condición del agua se debe a la pérdidas de “paquetes de hojas” por el aumento repentino del caudal debido a la precipitación pluvial a causa de este evento no se contó con información completa de individuos bentónicos, y; el porcentaje de 67% valor que indica agua de “Buena calidad” para el mes de Julio, debido a la presencia de individuos dentro de los órdenes *EPHEMEROPTERA*, *PLECOPTERA* y *TRICHOPTERA* (**Tabla 19**).

Para el Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica en función a la diversidad de órdenes y abundancia de familias presentes indica un puntaje de 69, categorizándola como calidad de agua “Bueno” para el mes de Mayo; un puntaje de 64 para el mes de junio y un puntaje de 89 para el mes de Julio calificados con calidad de agua “Bueno” (**Tabla 20**).

El Stroud™ Water Research Center (2021) que tiene como objetivo avanzar

en la comprensión y la gestión de los sistemas de agua dulce a través de la investigación global, la educación y la restauración de cuencas en una publicación determina que el orden tricóptera de la familia (Hydropsychidae) no está incluido en el cálculo de EPT porque esta familia de tricópteros no es tan sensible a la contaminación.

Soto (2013) en su investigación indica que el Índice BMWP-CR para cambiar la calidad del agua de "aceptable" a "dudosa" con respecto a los indicadores EPT son menos efectivos pero factibles utilizarlo en investigaciones realizadas.

**Tabla 17.** Resultados del índice de EPT% (*TRICHOPTERA, EPHEMEROPTERA Y PLECOPTERA*) en la quebrada Baraywe sin intervención por actividad minera.

Clase	Orden	Familia	MAYO						JUNIO						JULIO					
			P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
			TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT
Insecta	<b>Ephemeroptera</b>	Caenidae	0	93	0	81	0	8	0	17	0	28	0	8	0	42	0	168	0	29
		Leptohyphidae	4		0		0		0		0		2		10		8		3	
		Baetidae	0		3		0		0		0		0		8		29		7	
		Leptophlebiidae	84		78		8		17		28		6		24		131		19	
		Oligoneuridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Euthyplociidae	5		0		0		0		0		0		0		0		0	
	<b>Plecoptera</b>	Perlidae	113	113	48	48	34	34	57	57	19	19	19	19	74	74	72	72	84	84
	<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	0	54	2	31	1	8	2	25	1	74	0	2	18	55	17	50	11	19
	Hydroptilidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Hydropsychidae	110		82		52		88		49		16		75		61		36		
	Polycentropodidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Hydrobiosidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Calamoceratidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Philopotamidae	54		29		7		23		24		2		37		27		8		
	Odontoceridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Ecnomidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Glossosomatidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Helicopsychidae	0		0		0		0		0		0		0		6		0		
	Xiphocentronidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0		
	Libellulidae	4		2		1		2		5		0		6		10		2		

<b>(Odonata)</b>	Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Anisoptera</b>										
<b>(odonata)</b>	Dicteriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Zygoptera</b>	Perilestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	1	0	0	0	0	1	1	0	0
	Megapodagrionidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	Protoneuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	4	1	0	1	1	1	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	15	5	3	24	4	12	19	20	41
	Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	0	2	1	0	0	1	0	0	0
	Chironomidae	47	106	48	13	9	3	4	33	4
	Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	3	2
	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Empididae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0								
	Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Ephyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0								
	Naucoridae	6	4	4	7	2	0	4	10	8									
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0									
<b>Lepidoptera</b>	Pyrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
<b>Blattodea</b>	Blattidea	0	0	0	0	0	0	0	0	1									
	Blaberidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0									
<b>Decapoda</b>	Trichodactylidae	0	0	0	0	0	0	1	4	3									
	CRUSTACEA- Palaemonidae	0	1	0	1	0	1	4	3	0									
		<b>448</b>	<b>260</b>	<b>367</b>	<b>160</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>236</b>	<b>99</b>	<b>143</b>	<b>121</b>	<b>65</b>	<b>29</b>	<b>287</b>	<b>171</b>	<b>431</b>	<b>290</b>	<b>226</b>	<b>132</b>
		<b>58</b>	<b>44</b>	<b>31</b>	<b>42</b>	<b>85</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>67</b>	<b>58</b>									
	<b>EPT%</b>		<b>44</b>					<b>57</b>						<b>62</b>					

Agua de "Buena" Calidad

Índice EPT (%)	Calidad de agua
75-100%	Muy buena
50- 74 %	Buena
25 - 40%	Regular
0 – 24%	Mala

**Tabla 18.** Resultados del Índice BMWP-CR para la quebrada Baraywe

Clase	Orden	Familia	IT	MAYO			JUNIO			JULIO			
				P1	P2	P2	P1	P2	P3	P1	P2	P3	
				BMWP-CR			BMWP-CR			BMWP-CR			
Insecta	<b>Ephemeroptera</b>	Caenidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Leptohyphidae	5	5	0	0	0	0	5	5	5	5	
		Baetidae	5	0	5	0	0	0	0	5	5	5	
		Leptophlebiidae	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	
		Oligoneuridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Euthyplociidae	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
	<b>Plecoptera</b>	Perlidae	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
	<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	8	0	8	8	0	8	0	8	8	8	
		Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Hydropsychidae	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
		Polycentropodidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Hydrobiosidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calamoceratidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Philopotamidae	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
		Odontoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Ecnomidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Glossosomatidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Helicopsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Xiphocentronidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<b>(Odonata)</b> <b>Anisoptera</b>	Libellulidae	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6
			Gomphidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perilestidae		8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Coenagrionidae		4	4	0	0	0	0	4	4	4	0	

	Megapodagrionidae	7	0	0	7	7	0	0	0	0	0
	Protoneuridae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	6	6	6	0	6	6	6	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gyrinidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Ptilodactylidae	7	0	0	0	0	0	7	0	0	0
	Scirtidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	4	0	4	4	0	0	4	0	0	0
	Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Simuliidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Tipulidae	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0
	Culicidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	4	0	0	0	0	0	0	4	4	0
	Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stratiomyidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<b>Hemiptera</b>	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naucoridae	4	4	4	4	4	4	0	4	4
	Belostomatidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0
	BMWP-CR	73	71	67	61	66	64	78	78	70
	PROMEDIO		70			64		75		

Nivel de Calidad	BMWP	COLOR
Aguas de calidad excelente	>120	Excelente
Agua de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Muy bueno
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Bueno
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Regular
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Pobre
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	<15	Muy pobre



**Tabla 19.** Resultados de EPT% (*TRICHOPTERA*, *EPHEMEROPTERA* Y *PLECOPTERA*) en la quebrada Wacwe (sin intervención por actividad minera).

Clase	Orden	Familia	MAYO						JUNIO						JULIO					
			P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
			TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Leptohyphidae	5		0		0		2		0		0		6		8		11	
		Baetidae	0	69	0	0	0	53	0	33	0	0	1	16	142	2	25	7	53	71
		Leptophlebiidae	64		0		53		31		0		1		120		15		53	
		Oligoneuridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Euthyplociidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Plecoptera	Trichoptera	Perlidae	55	55	0	0	68	68	45	45	0	0	8	8	53	53	24	24	32	32
		Leptoceridae	0		0		0		3		0		0		1		4		2	
		Hydroptilidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydropsychidae	19		0		90		31		0		8		4		45		25	
		Polycentropodidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydrobiosidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Calamoceratidae	0	1	0	0	0	59	0	9	0	0	5	0	6	0	9	0	0	6
		Philopotamidae	1		0		59		6		0		5		1		4		4	
		Odontoceridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Ecnomidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Glossosomatidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Helicopsychidae	0		0		0		0		0		0		4		1		0	
		Xiphocentronidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Libellulidae	4		0		1		1		0		0		3		0	0	1	0

<b>Anisoptera</b>	Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Zygoptera</b>	Dicteriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perilestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Megapodagrionidae	1	0	0	1	0	0	2	1	0
	Protoneuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	3	0	6	0	0	0	0	1	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	24	0	12	7	0	2	7	18	5
	Ptilodactylidae	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	Scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Dysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	0	0	3	0	0	0	0	1	1
	Chironomidae	3	0	114	0	0	1	1	2	1
	Simuliidae	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
	Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Naucoridae	27	0	6	25	0	5	24	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	CRUSTACEA-Palaemonidae	0	0	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		<b>207</b>	<b>125</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>415</b>	<b>180</b>	<b>153</b>	<b>87</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>14</b>	<b>251</b>	<b>201</b>	<b>130</b>	<b>58</b>	<b>145</b>	<b>109</b>
		<b>60</b>	<b>0</b>	<b>43</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>42</b>	<b>80</b>	<b>45</b>	<b>75</b>									
	<b>EPT%</b>	<b>35</b>		<b>23</b>							<b>67</b>								
<b>Agua de "Buena" Calidad</b>																			

Índice EPT (%)	Calidad de agua
75-100%	Muy buena
50- 74 %	Buena
25 - 40%	Regular
0 – 24%	Mala

**Tabla 20.** Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para la quebrada Wacwe.

Clase	Orden	Familia	MAYO			JUNIO			JULIO			
			IT	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Leptohyphidae	5	5	0	0	5	0	0	5	5	5
		Baetidae	5	0	0	0	0	0	0	5	5	5
		Leptophlebiidae	8	8	0	8	8	0	8	8	8	8
		Oligoneuridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Euthyplociidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plecoptera	Perlidae	10	10	0	10	10	0	10	10	10	10
	Trichoptera	Leptoceridae	8	0	0	0	8	0	0	8	8	8
		Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydropsychidae	6	6	0	6	6	0	6	6	6	6
		Polycentropodidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydrobiosidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calamoceratidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Philopotamidae	7	7	0	7	7	0	7	7	7	7
		Odontoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ecnomidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Glossosomatidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Helicopsychidae	5	0	0	0	0	0	0	5	5	0
		Xiphocentronidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Anisoptera	Libellulidae	6	6	0	6	6	0	0	6	0
	Gomphidae		7	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Zygoptera	Dicteriadidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Perilestidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Coenagrionidae	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	

	Megapodagrionidae	7	7	0	0	7	0	0	7	7	0
	Protoneuridae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Polythoridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	6	6	0	6	0	0	0	0	6	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0
	Gyrinidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	5	5	0	5	5	0	5	5	5	5
	Ptilodactylidae	7	7	0	7	0	0	7	0	0	0
	Scirtidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	Lutrochidae	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0
	Dysticidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0
	Lampyridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	4	0	0	4	0	0	0	0	4	4
	Chironomidae	2	2	0	2	0	0	2	0	2	2
	Simuliidae	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	Tipulidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Culicidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stratiomyidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Syrphidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Hemiptera</b>	Veliidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Naucoridae	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4
		Belostomatidae	4	0	0	0	0	0	0	0	4	0
	<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Blattodea</b>	Blattidea		0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Blaberidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	Naididae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hirudinea</b>				0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Turbellaria</b>			5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Gastropoda</b>		Ampullaridae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bivalvia</b>		Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			<b>BMWP-CR</b>	<b>73</b>	<b>0</b>	<b>65</b>	<b>71</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>102</b>	<b>86</b>	<b>78</b>
			<b>PROMEDIO</b>	<b>69</b>				<b>64</b>		<b>89</b>		

Nivel de Calidad	BMWP	COLOR
Aguas de calidad excelente	>120	Excelente
Agua de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Muy bueno
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Bueno
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Regular
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Pobre
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	<15	Muy pobre

### **4.2.3 Análisis de la calidad del agua en las quebradas intervenidas por actividad minera.**

#### **Quebrada Kiraswe**

Efectuando el análisis del Índice de EPT la quebrada Kiraswe durante el periodo de evaluación por tres meses reporta un porcentaje de 13% valor que indica agua de “Mala” para el mes de mayo, el porcentaje de 1% valor que indica agua de “Mala calidad” y para el mes de junio y el porcentaje de 3% valor que indica agua de “Mala” ,debido a la ausencia de individuos dentro de los órdenes EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA y TRICOPTERA, no muestra la abundancia en relación al total de numero de individuos **(Tabla 21)**.

Para el Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica en función a la diversidad de ordenes y abundancia de familias presentes indica un puntaje de 39, categorizándola como calidad de agua “Regular” para el mes de Mayo; un puntaje de 24 para el mes de Junio y el puntaje de 28 para el mes de Julio determinando agua de calidad “Pobre” **(Tabla 22)**. (Ibana y Sihuyay, 2018) señalaron en su investigación que el afluente Túpac Amaru, presento mejores condiciones de agua en cuanto a abundancia de comunidades ictiologicas, con excepción de las comunidades bentónicas, motivo de preocupación luego de que los resultados del BMWP mostraran que se encuentra fuertemente contaminado, puede referirse al crecimiento de la población urbana y su impacto directo en los cuerpos de agua como la minería, agricultura y ganadería.

#### **Quebrada Wepabendwe**

Realizando el análisis del Índice de EPT la quebrada Wepabendwe durante el periodo de evaluación de tres meses reporta un porcentaje de 6% valor que indica agua de “Mala” para el mes de mayo, el porcentaje de 4% valor que indica agua de “Mala calidad” y para el mes de junio y el porcentaje de 3% valor que indica agua de “Mala” , debido a la ausencia de individuos dentro de los órdenes EPHEMEROPTERA, PLECOPTERA y TRICOPTERA, no muestra la abundancia suficiente en relación al total de numero de individuos **(Tabla 23)**.

Para el Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica en función a la diversidad de ordenes y abundancia de familias presentes indica un puntaje de 14, categorizándola como calidad de agua “Muy Pobre” para el mes de Mayo; un puntaje de 24 para el mes de junio y un puntaje de 25 para el mes de Julio determinando agua de calidad de “Pobre” (**Tabla 24**).

En el estudio realizado por **Barra (2015)** para el afluente de West Santa Rosa situada en una zona de actividad minera analizo el Índice EPT, BMW-CR que determina agua de buena calidad esto podría estar sujeto a que sus vertidos no intervienen directamente en su cuerpo de agua y ni en la población de macroinvertebrados estando conexo a que esta actividad se desarrolla aguas debajo de su evaluación.

El estudio presente determina que; para las dos quebradas intervenidas influye de forma directa la actividad minera en sus aguas y en la población de macroinvertebrados hallando poca presencia de colonización de individuos bentónicos.



**Tabla 21.** Resultados del Índice EPT %(*TRICHOPTERA*, *EPHEMEROPTERA* Y *PLECOPTERA*) para la quebrada Kiraswe.

Clase	Orden	Familia	MAYO						JUNIO						JULIO					
			P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
			TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	0	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
		Leptohyphidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Baetidae	0		0		0		0		0		0		1		0		0	
		Leptophlebiidae	1		2		3		0		0		0		1		0		0	
		Oligoneuridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Euthyplociidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
	Plecoptera	Perlidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Trichoptera	Leptoceridae	0	0	0	6	0	3	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0
		Hydroptilidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydropsychidae	20		25		21		17		32		0		32		167		7	
		Polycentropodidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydrobiosidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Calamoceratidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
Philopotamidae		0		6		3		0		0		0		2		0		0		
Odontoceridae		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
Ecnomidae		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
Glossosomatidae		0		0		0		0		0		0		0		0		0		
Helicopsychidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0			
Xiphocentronidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0			

<b>(Odonata)</b> <b>Anisoptera</b>	Libellulidae	0	0	2	2	1	0	1	0	1
	Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>(odonata)</b> <b>Zygotera</b>	Dicteriadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perilestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	0	0	2	0	0	0	1	1	0
	Megapodagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protoneuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	1	0	0	1	1	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	0	0	1	1	1	0	0	0	1
	Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Hydraenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	0	0	0	0	1	0	0	0
Chironomidae		0	0	27	0	0	0	1	0	0
Simuliidae		0	0	2	0	0	0	0	0	0

	Tipulidae	0	1	0	0	1	0	0	0	0										
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Empididae	0	0	0	0	0	0	0	0	1										
	Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
<b>Hemiptera</b>	Velidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Naucoridae	1	0	0	0	0	0	0	0	1										
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
<b>Lepidoptera</b>	Pyrilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
<b>Blattodea</b>	Blattodea	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
	Blaberidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0										
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	Naididae	1	0	0	0	1	0	0	0										
<b>Hirudinea</b>			0	0	0	0	0	0	0	0										
<b>Turbellaria</b>			0	1	1	0	0	0	0	0										
			25	1	36	9	62	6	21	0	40	1	0	0	39	4	168	0	14	0
			4		25		10		0		3		0		10		0		0	
		EPT %			13						1						3			

**Agua de "Mala" Calidad**

Índice EPT (%)	Calidad de agua
75-100%	Muy buena
50- 74 %	Buena
25 - 40%	Regular
0 – 24%	Mala

**Tabla 22.** Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para la quebrada Kiraswe.

Clase	Orden	Familia	MAYO			JUNIO			JULIO			
			IT	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Insecta	Ephemeroptera	Caenidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Leptohyphidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Baetidae	5	0	0	0	0	0	0	5	0	0
		Leptophlebiidae	8	8	8	8	0	0	0	8	0	0
		Oligoneuridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Euthyplociidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Plecoptera	Perlidae	10	0	10	0	0	0	0	0	0	0
	Trichoptera	Leptoceridae	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
		Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydropsychidae	6	6	6	6	6	6	0	6	6	6
		Polycentropodidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hydrobiosidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Calamoceratidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Philopotamidae	7	0	7	7	0	0	0	7	0	0
		Odontoceridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ecnomidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Glossosomatidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Helicopsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Xiphocentronidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>(Odonata) Anisoptera</b>	Libellulidae	6	0	0	6	6	6	0	6	0	6
	Gomphidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>(odonata) Zygoptera</b>	Dicteriadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perilestidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	4	0	0	4	0	0	0	4	4	0
	Megapodagrionidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protoneuridae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	6	6	0	0	6	6	0	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Gyrinidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Elmidae	5	0	0	5	5	5	0	0	0	5
	Ptilodactylidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scirtidae	4	0	0	0	0	4	0	0	0	0
	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Lutrochidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	4	4	0	0	0	4	0	0	0	0
	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	Hydraenidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	4	0	0	0	0	4	0	0	0	4
	Chironomidae	2	0	0	2	0	0	0	2	0	0
	Simuliidae	4	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	4	0	4	0	0	4	0	0	0	0
	Culicidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stratiomyidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ephydriidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naucoridae	4	4	0	0	0	0	0	0	0	4
	Belostomatidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Blattodea</b>	Blattidea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

		Blaberidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Oligochaeta</b>	Haplotaxida	Naididae	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
<b>Hirudinea</b>			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Turbellaria</b>			5	0	5	5	0	0	0	0	0	0
<b>Gastropoda</b>		Ampullaridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bivalvia</b>		Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Crustacea</b>	<b>Isopoda</b>	CRUSTACEA-ISOPODA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Decapoda</b>	Trichodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		CRUSTACEA-Grapsidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		CRUSTACEA-Palaemonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		<b>BMWP-CR</b>	<b>29</b>	<b>40</b>	<b>47</b>	<b>23</b>	<b>48</b>	<b>0</b>	<b>38</b>	<b>10</b>	<b>37</b>	
		<b>PROMEDIO</b>		<b>38.67</b>			<b>23.67</b>			<b>28.3</b>		

**AGUA DE CALIDAD MALA**

<b>Nivel de Calidad</b>	<b>BMWP</b>	<b>COLOR</b>
Aguas de calidad excelente	>120	Excelente
Agua de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Muy bueno
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Bueno
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Regular
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Pobre
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	<15	Muy pobre

**Tabla 23.** Resultados del Índice EPT%(*TRICHOPTERA*, *EPHEMEROPTERA* Y *PLECOPTERA*) para la quebrada Wepabendwe.

Clase	Orden	Familia	MAYO						JUNIO						JULIO					
			P1		P2		P3		P1		P2		P3		P1		P2		P3	
			TO T. IN D.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT	TOT. IND.	EPT
Insecta	<b>Ephemeroptera</b>	Caenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Leptohyphidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Baetidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Leptophlebiidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Oligoneuridae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Euthyplociidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
	<b>Plecoptera</b>	Perlidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	2	3	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	13	0	1	0	0
		Hydroptilidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydropsychidae	11 3		30		3		92		128		0		199		300		0	
		Polycentropodidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Hydrobiosidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Calamoceratidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Philopotamidae	1		0		0		0		1		0		1		0		0	
		Odontoceridae	0		0		0		0		0		0		0		1		0	
		Ecnomidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Glossosomatidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	
		Helicopsychidae	0		0		0		0		0		0		0		0		0	



	Xiphocentronidae	0	0	0	0	0	0	11	1	0
<b>Anisoptera</b>	Libellulidae	0	0	0	1	2	0	0	1	0
	Gomphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Zygoptera</b>	Dicteriadidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Perilestidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	2	2	1	1	1	0	2	1	0
	Megapodagrionidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Protoneuridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gyrinidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Elmidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ptilodactylidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scirtidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	1	0	1	0	0	0	2	0
Chironomidae		1	1	2	2	0	0	1	1	0

	Simuliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Culicidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Empididae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Psychodidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Stratiomyidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Syrphidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Hemiptera</b>	Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Naucoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Belostomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Lepidoptera</b>	Pyralidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
<b>Blattodea</b>	Blattellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Blaberidae	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Oligochaeta	Haplotaenidae	Naididae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
			12	3	33	3	7	0	98	6	134	6	0	0	217	13	304	3	1	0
			3																	
			2		9		0		6		4.5		0		6		1		0	
											4						2.33			
			.84																	
<b>AGUA DE MALA CALIDAD</b>																				

Índice EPT (%)	Calidad de agua
75-100%	Muy buena
50- 74 %	Buena
25 - 40%	Regular
0 – 24%	Mala

**Tabla 24.** Resultados del Índice BMWP-CR adaptado para Costa Rica para la quebrada Wepabendwe.

Clase	Orden	Familia	IT	MAYO			JUNIO			JULIO				
				P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3		
Insecta	<b>Ephemeroptera</b>	Caenidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Leptohyphidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Baetidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Leptophlebiidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Oligoneuridae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Euthyplociidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<b>Plecoptera</b>	Perlidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	<b>Trichoptera</b>	Leptoceridae	8	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	
		Hydroptilidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Hydropsychidae	6	0	0	0	6	6	0	6	6	0	0	
		Polycentropodidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Hydrobiosidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Calamoceratidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Philopotamidae	7	7	0	0	0	7	0	7	0	0	0	
		Odontoceridae	10	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	
		Ecnomidae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Glossosomatidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Helicopsychidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Xiphocentronidae	6	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	
		<b>Anisoptera</b>	Libellulidae	6	0	0	0	6	6	0	0	6	0	0
			Gomphidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>Zygoptera</b>	Dicteriadidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

	Perilestidae	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Coenagrionidae	4	4	4	4	4	4	0	4	4	0
	Megapodagrionidae	7	0	0	0	0	0	0	7	0	0
	Protoneuridae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Calopterygidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polythoridae	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Platysticidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Megaloptera</b>	Corydalidae	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Coleoptera</b>	Hydrophilidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Gyrinidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Elmidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ptilodactylidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scirtidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sialidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Noteridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lutrochidae	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dysticidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dryopidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hydraenidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lampyridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Diptera</b>	Ceratopogonidae	4	4	0	4	0	0	0	4	0	0
	Chironomidae	2	2	2	2	2	0	0	2	2	0
	Simuliidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tipulidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Culicidae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Empididae	4	0	0	0	4	0	0	0	0	0
	Psychodidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Stratiomyidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Ephyridae	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Syrphidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Hemiptera</b>	Veliidae		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Naucoridae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Belostomatidae	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Lepidoptera</b>	Pyrilidae	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Blattodea</b>	Blattidea		0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Blaberidae	8	0	0	0	0	8	0	0	0	0
Oligochaeta	Haplotaxida	Naididae	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Hirudinea				0	0	0	0	0	0	0	0
Turbellaria			5	0	0	0	0	0	0	0	0
Gastropoda	Ampullaridae			0	0	0	0	0	0	0	0
Bivalvia	Sphaeriidae	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	<b>EPT %</b>	<b>26</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>0</b>	<b>46</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	
	<b>PROMEDIO</b>		<b>14</b>			<b>20.3</b>			<b>24.67</b>		

Nivel de Calidad	BMWP	COLOR
Aguas de calidad excelente	>120	Excelente
Agua de calidad buena, no contaminadas o no alteradas de manera sensible	101-120	Muy bueno
Aguas de calidad regular, eutrofia, contaminación moderada	61-100	Bueno
Aguas de calidad mala, contaminadas	36-60	Regular
Aguas de calidad mala, muy contaminadas	16-35	Pobre
Aguas de calidad muy mala, extremadamente contaminadas	<15	Muy pobre

#### 4.2.4 Abundancia y diversidad de macroinvertebrados en las quebradas.

Colecta de macroinvertebrados en las cuatro quebradas monitoreadas durante el periodo de tres meses mediante representaciones gráficas.

##### Quebrada Baraywe

En la quebrada Baraywe las familias abundantes que se registraron fueron: Hydropsychidae (569), Perlidae (520), Leptophlebiidae (320), Chironomidae (267) Philopotamidae (244) y entre otros (**Figura 10**).

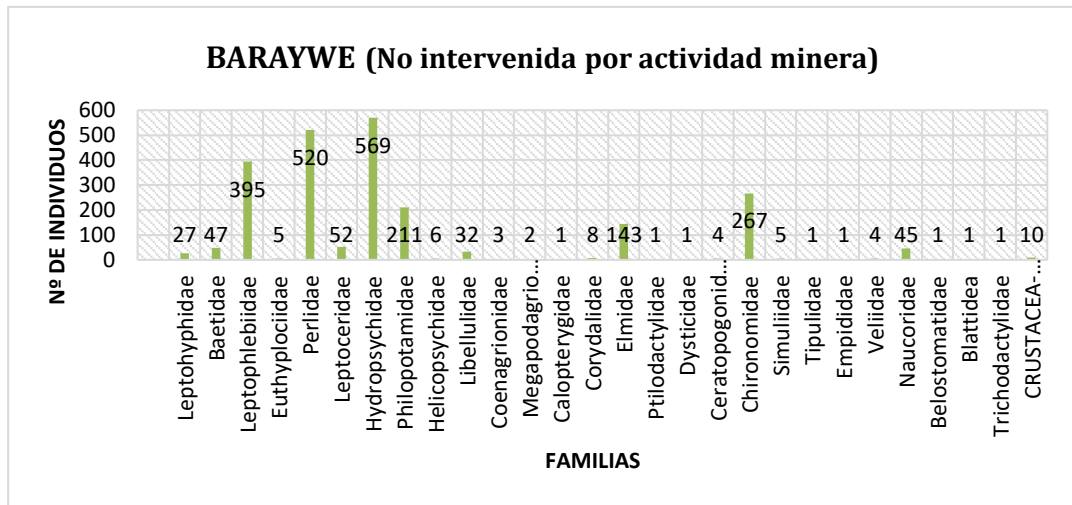


Figura 10. Abundancia y Biodiversidad de macroinvertebrados en quebrada Baraywe.

##### Quebrada Wacwe

En la quebrada Wacwe las familias abundantes que se registraron fueron: Leptophlebiidae (337) Perlidae (285), Hydropsychidae (222), Chironomidae (122) Philopotamidae (80) y entre otros (**Figura 11**).

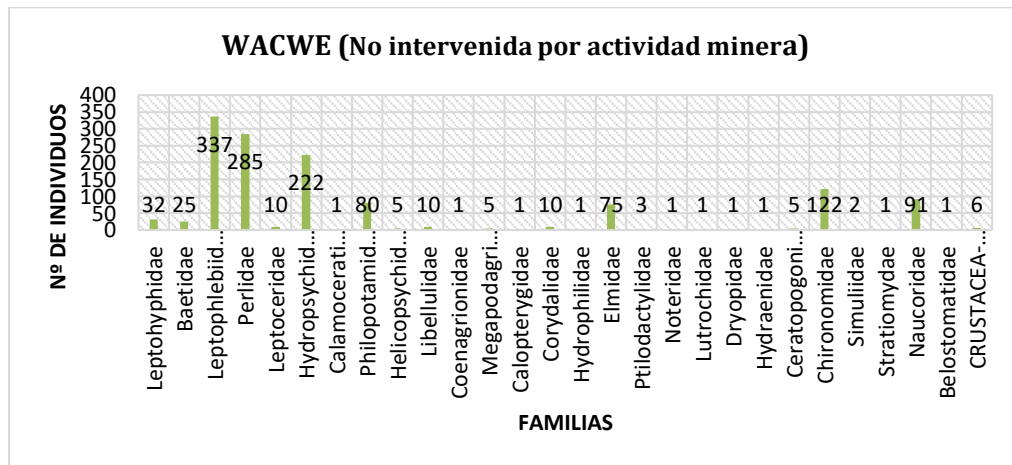
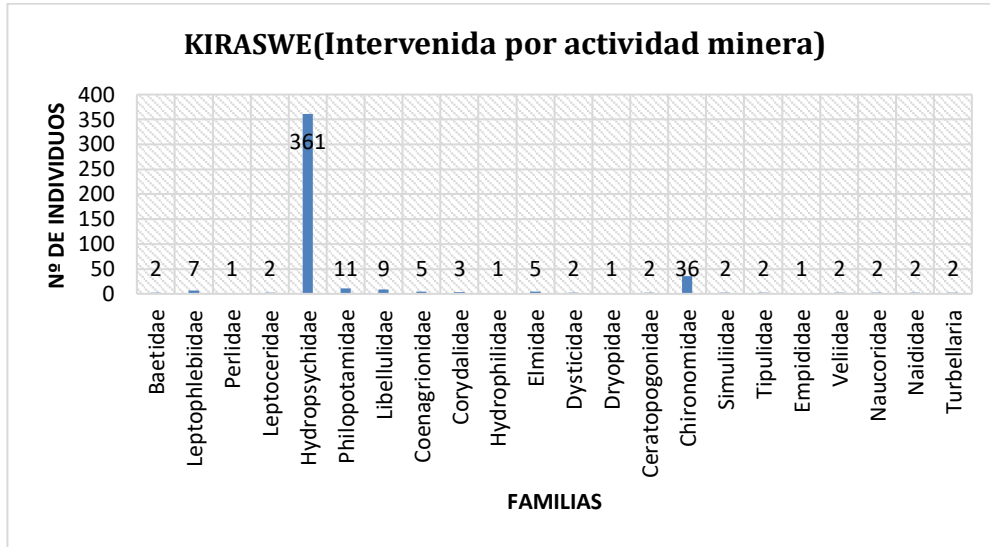


Figura 11. Abundancia y Biodiversidad de macroinvertebrados en quebrada Wacwe.

### Quebrada Kiraswe

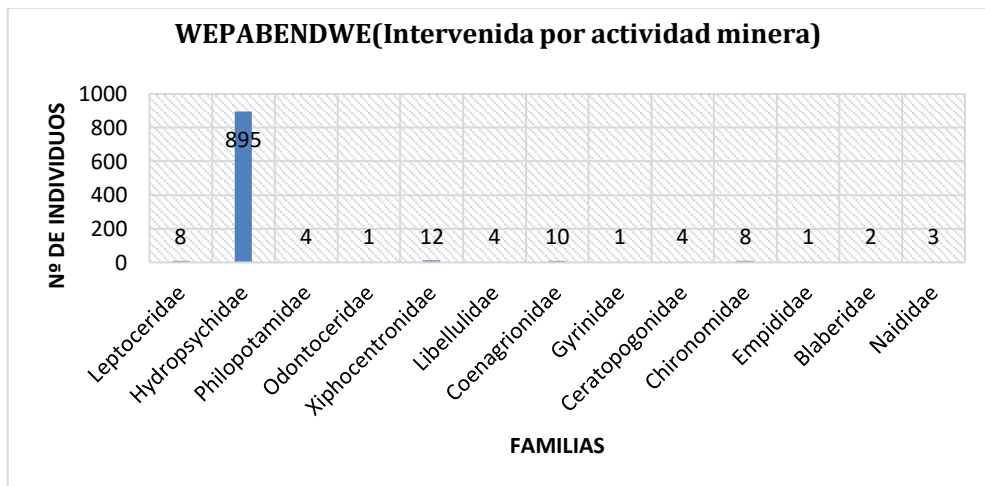
En la quebrada Kiraswe las familias abundantes que se registraron fueron: Hydropsychidae (321), Chironomidae (28), Philopotamidae (11), Leptophlebiidae (7), Libellulidae (7) y entre otros (**Figura 12**).



**Figura 12.** Abundancia y Biodiversidad de macroinvertebrados en quebrada Kiraswe.

### Quebrada Wepabendwe

En la quebrada Wpabendwe las familias abundantes que se registraron fueron: Hydropsychidae (865), Xiphocentronidae (12) Chironomidae (8), Coenagrionidae y entre otros (**Figura 13**).



**Figura 13.** Abundancia y biodiversidad de macroinvertebrados en quebrada Wepabendwe.

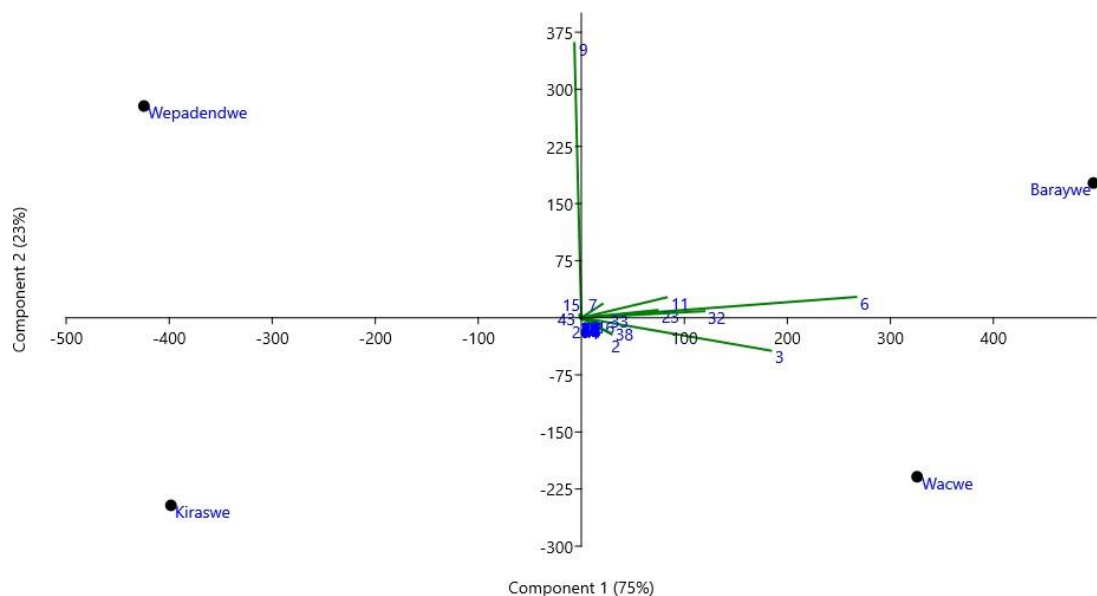
#### 4.2.4 Análisis de Componentes Principales

El análisis de Componentes Principales de la (Figura 10) nos muestra que, las quebradas Baraywe y Wacwe están agrupadas naturalmente en el lado derecho, en función a la cantidad de macroinvertebrados encontrados, y es en estas quebradas, donde se reportaron la mayor cantidad de individuos encontrados.

Las quebradas Kiraswe y Wepadendwe están agrupadas en el lado izquierdo, donde se reportaron una menor cantidad de individuos por familia (Figura 10).

Gráficamente se observa también que las familias: *Leptophlebiidae*, *Perlidae*, *Philopotamidae*, *Elmidae* y *Chironomidae* están entre las más abundantes en las quebradas Baraywe y Wacwe, mientras que la familia *Hydropsychidae* es la más abundante en las quebradas Wepadendwe y Baraywe.

En el Análisis de Componentes Principales de la (Figura 10) se representa el 98% de la población evaluada (correspondiendo el 75% al eje x, y el 23% al eje y).



**Figura 14.** Análisis de Componentes Principales de las especies halladas en la zona de estudio. Familias representadas: 2: *Baetidae*, 3: *Leptophlebiidae*, 6: *Perlidae*, 7: *Leptoceridae*, 9: *Hydropsychidae*, 11: *Philopotamidae*, 15: *Xiphocentronidae*, 23: *Elmidae*, 32: *Chironomidae*, 38: *Naucoridae*, 43: *Turbellaria*.



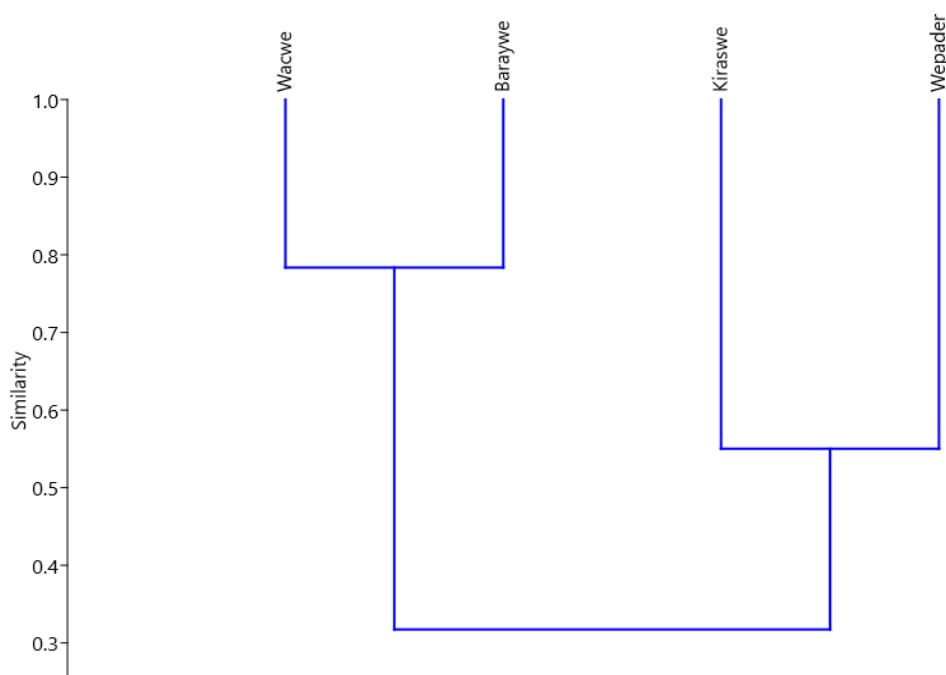
#### 4.2.5 Similaridad entre las quebradas

El índice de similaridad de Bray Curtis entre las quebradas Baraywe y Wacwe, representado en el Dendrograma de la **(Figura 11)** y la **(Tabla 25)**, es de 0.78, lo que demuestra una similaridad de 78% entre ambas quebradas, dicha similaridad se calculó en función a la abundancia de familias encontradas en ellas. Cabe resaltar que estas quebradas mantienen su ecosistema en buen estado.

**Tabla 25.** Índice de Similaridad de Bray Curtis entre las quebradas de estudio.

Quebradas	1	2	3	4
1. Baraywe	1.00	0.26	0.78	0.40
2. Kiraswe		1.00	0.33	0.55
3. Wacwe			1.00	0.28
4. Wepadendwe				1.00

Así mismo, se observa que la similaridad entre las quebradas Kiraswe y Wepadendwe es de 55%, conformándose de esta manera dos grupos claros y definidos, dicha similaridad se debe al poco número de individuos encontrados en estas quebradas impactadas por la actividad minera.



**Figura 15.** Dendrograma de similaridad (de Bray-Curtis) en función de las familias halladas en la zona de estudio.

### 4.3 Correlación de las características físico-químicas del agua en las quebradas.

Con un alto nivel de significación de 1%, se encontró que existe una correlación directa entre el nivel de oxígeno disuelto y el pH del agua de las quebradas, siendo el coeficiente de correlación 89%, demostrándonos que, a mayor cantidad de oxígeno disuelto, el pH del agua será menor (**Tabla 26**).

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación directa entre el pH del agua de las quebradas y los individuos, siendo el coeficiente de correlación 59%, demostrándonos que, a mayor cantidad de pH del agua, será menor cantidad de individuos (**Tabla 26**).

Con un alto nivel de significación de 1%, se encontró que existe una correlación inversa entre la turbidez del agua y el Índice de diversidad Shannon, siendo el coeficiente de correlación - 90%, demostrándonos que, a mayor cantidad de turbidez del agua, será menor la diversidad de macroinvertebrados en las quebradas (**Tabla 26**).

Con un alto nivel de significación de 1%, se encontró que existe una

correlación inversa entre la turbidez del agua y familias, siendo el coeficiente de correlación - 81%, demostrándonos que, a mayor turbidez del agua, será menor la presencia de familias de macroinvertebrados en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 1%, se encontró que existe una correlación inversa entre la turbidez del agua y los individuos, siendo el coeficiente de correlación - 80%, demostrándonos que, a mayor turbidez del agua, será menor la presencia de individuos de macroinvertebrados en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación inversa entre la temperatura del agua y las familias, siendo el coeficiente de correlación - .59%, demostrándonos que, a mayor temperatura del agua, será menor la presencia de familias de macroinvertebrados en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación inversa entre la temperatura del agua y los individuos, siendo el coeficiente de correlación - .53%, demostrándonos que, a mayor temperatura del agua, será menor la presencia de individuos en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 1%, se encontró que existe una correlación directa entre el Índice de diversidad Shannon y las familias, siendo el coeficiente de correlación 89%, demostrándonos que, a mayor índice de diversidad, será mayor la presencia de familias de macroinvertebrados en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación directa entre el Índice de diversidad Shannon y los individuos, siendo el coeficiente de correlación 67%, demostrándonos que, a mayor índice de diversidad, será mayor la presencia de individuos en las quebradas **(Tabla 26)**.

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación directa entre las familias y los individuos, siendo el coeficiente de correlación 68%, demostrándonos que, a mayor presencia de familias, será

menor la presencia de individuos en las quebradas (**Tabla 26**).

Con un alto nivel de significación de 5%, se encontró que existe una correlación directa entre las familias y los individuos, siendo el coeficiente de correlación 68%, demostrándonos que, a mayor presencia de familias, será menor la presencia de individuos en las quebradas (**Tabla 26**).

Correlación entre las variables del estudio.

Var.	<i>M</i>	<i>SD</i>	1	2	3	4	5	6	7	8
1. O2	4.33	1.15								
2. Fosf.	1.58	1.16	-0.16 [-.67, .46]							
3. pH	6.12	0.31	.89** [.64, .97]	-0.22 [-.70, .41]						
4. Turb.	50	52.22	-0.3 [-.75, .33]	-0.37 [-.78, .25]	-0.42 [-.80, .20]					
5. Tagua	24.4	2.93	-0.15 [-.66, .47]	-0.03 [-.59, .56]	-0.28 [-.74, .35]	0.55 [-.04, .85]				
6. Tamb	28.3	4.19	0.2 [-.42, .70]	0.19 [-.43, .69]	0.28 [-.35, .74]	0.2 [-.42, .69]	0.33 [-.30, .76]			
7. Shan.	1.38	0.81	0.34 [-.29, .77]	0.31 [-.32, .75]	0.49 [-.11, .83]	-.90** [-.97, -.68]	-0.45 [-.81, .17]	-0.2 [-.70, .42]		
8. Fam.	15.8	6.81	0.24 [-.38, .72]	0.15 [-.47, .66]	0.53 [-.06, .85]	-.81** [-.94, -.43]	-.59* [-.87, -.02]	-0.02 [-.58, .56]	.89** [.66, .97]	
9. Ind.	558	422.4	0.46 [-.15, .82]	-0.19 [-.69, .43]	.59* [.02, .87]	-.80** [-.94, -.41]	-.63* [-.88, -.08]	-0.24 [-.71, .39]	.67* [.16, .90]	.68* [.18, .90]

### Leyenda

Nota. *M* y *SD* se utilizan para representar la desviación estándar y media, respectivamente. Los valores entre corchetes indican el intervalo de confianza del 95% para cada correlación. El intervalo de confianza es un rango plausible de correlaciones poblacionales que podrían haber causado la correlación muestral (Cumming, 2014). \* indica  $p < .05$ . \*\* indica  $p < .01$ .

## CONCLUSIONES

- La diversidad de macroinvertebrados acuáticos se reduce drásticamente cuando hay impacto de actividad minera en las quebradas Kiraswe y Wepabendwe, en consecuencia, viéndose alteraciones en los ecosistemas, con poca presencia de vegetación ribereña quedando descubiertas estos cuerpos de agua expuestos a los rayos solares generando variaciones de temperatura en el agua y menor presencia de diversidad de macroinvertebrados.
- La actividad minera causa impactos negativos provocando que los cuerpos de agua pierdan su estado natural transparente en consecuencia los parámetros físico-químicos como la temperatura del agua, turbidez y diversidad cambian cuando hay impacto por dicha actividad.
- Se encontraron e identificaron 6,693 individuos, encontrando que la comunidad de macroinvertebrados en las quebradas no impactadas por actividad minera presenta mayor número de familias e individuos (2,193) con una diversidad alta, mientras que en las impactadas solo se registraron (776) individuos.
- En las correlaciones evaluadas de los parámetros físico-químicos con la población de macroinvertebrados se reduce drásticamente con respecto a las familias de los macroinvertebrados demostrando que a mayor temperatura, pH y turbidez del agua habrá menor presencia de macroinvertebrados al reducirse estos, los servicios ecosistémicos que brindan estos organismos son inexistentes.

## SUGERENCIAS

En función a los resultados obtenidos de esta investigación en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa de San José de Karene en la provincia Manu, departamento de Madre de Dios, hacemos las siguientes recomendaciones:

- Recomendamos implementar la utilización de una método práctico de medición de la calidad de agua; sencillo, eficaz y que no demande elevado costo, mediante indicadores de macroinvertebrados de la calidad del agua en quebradas, ríos y otros ya que se utiliza a nivel nacional y en otros países de Latinoamérica.
- En caso de utilizar el “paquete de hojas” como una herramienta de vigilancia ambiental, una recomendación es contar con al menos un profesional capacitado para la instalación de los paquetes y de esta manera disminuir el riesgo de pérdida al momento de recojo.
- Se recomienda que la información del presente estudio se utilice para informar a otras comunidades nativas que podrían verse afectada sus quebradas los mismos que pueden realizar el monitoreo con este método simple.
- Que las instituciones ANA, OEFA, SERNANP, autoridades locales y otras instituciones competentes utilicen esta metodología para llevar a cabo acciones de fiscalización y vigilancia en zonas desatendidas y olvidadas por el gobierno con el fin de prevenir, mitigar y salvaguardar la calidad del agua por los impactos negativos.
- Se recomienda ampliar la investigación en el tema como también el que presente estudio sirva de base para continuar haciendo más investigaciones (estudios: ictiológicos, mercurio, suelo, áreas deforestadas, fauna) especialmente en el recurso hídrico ya que hay muchos vacíos de información.

## Referencias bibliográficas

- ANA (Autoridad Nacional del Agua) 2016. *Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua de los Recursos Hídricos Superficiales en el Perú ICA-PE. Ediciones ANA* [en línea], pp. 1-44. Disponible en: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta\\_metodologia\\_ica-pe.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologia_ica-pe.pdf).
- BARRA, L.X., 2015. «Evaluación de la calidad del agua en nueve quebradas en el tramo carretero Puerto Maldonado-Mazuko, departamento de Madre De Dios, mediante el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos». S.l.: UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS.
- BULLON, V.E.A., 2016. *Macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad de agua en la cuenca del río Perene, Chanchamayo. Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*, pp. 70.
- CARRERA, C. y FIERRO, K., 2001. *Macroinvertebrados Acuáticos* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 0275-5408 (Print)r0275-5408 (Linking). Disponible en: <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/56374.pdf>.
- CORONEL, B. y JIMÉNEZ, P., 2006. *Estudio de la calidad del agua del río Jatunyacu sector cascada de Peguche, utilizando macroinvertebrados y diseño de un plan de monitoreo comunitario*. [en línea], pp. 258. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/153>.
- DIAZ, I., GARCIA, C., LEON, M., RUIZ, F. y TORRES, F., 2014. *Guía de Asociación entre variables* (Pearson y Spearman en SPSS). ,
- FIESTAS, F., 2021. San José de Karene: *acorralada por la minería ilegal y las invasiones sin tener aún su territorio delimitado*. Mongabay [en línea]. [Consulta: 4 noviembre 2021]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2021/10/san-jose-de-karene-mineria-ilegal-invasiones-peru/>.
- FIGUEROA, R., PALMA, A., RUIZ, V. y NIELL, X., 2007. *Análisis comparativo de índices bióticos utilizados en la evaluación de la calidad de las aguas en un río mediterráneo de Chile: río Chillán* , VIII Región Comparative analysis of biotic indexes used to evaluate water quality in a. . S.l.:
- HUERTAS, B.C. y GARCIA, A.A., 2003. *Los pueblos indígenas de Madre de Dios: historia, etnografía y coyuntura* [en línea]. 2003. S.l.: s.n. ISBN 9788790730802. Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sKoMzigYYUEC&oi=fnd&pg=PA25&dq=ecosistemas+amazonicos&ots=UyjKUc3n9N&sig=bQAKxKNZ7xQIITNni5sZPDFpb\\_w#v=onepage&q=ecosistemasamazonicos&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sKoMzigYYUEC&oi=fnd&pg=PA25&dq=ecosistemas+amazonicos&ots=UyjKUc3n9N&sig=bQAKxKNZ7xQIITNni5sZPDFpb_w#v=onepage&q=ecosistemasamazonicos&f=false).
- IBANA, K. y SIHUAY, M., 2018. «Evaluación De La Calidad De Agua En Un Tramo De Seis Fuentes Hidrológicas Ubicados En La Periferia De La Ciudad De Puerto Maldonado – Región Madre De Dios», Peru [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: [file:///C:/Users/YERSON/Downloads/004-2-3-070\(6\).pdf](file:///C:/Users/YERSON/Downloads/004-2-3-070(6).pdf).

- INECOL (Instituto de Ecología, A.C) 2017. *La función de la vegetación ribereña y la calidad de los ríos*. Instituto de Ecología, A.C [en línea]. Disponible en: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1014-la-funcion-de-la-vegetacion-riberena-y-la-calidad-de-los-rios>.
- LAHURA, E., 2003. *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*. ,
- MAFLA, M., 2005. *Guía para Evaluaciones Ecológicas Rápidas con Indicadores Biológicos en Ríos de Tamaño Mediano Talamanca - Costa Rica*. S.l.: s.n. ISBN 997757412X.
- MARTINEZ, R., PENDÁS, L.C.T., ORTEGA, M.M., ABREU, A.P. y CÁNOVAS, A.M., 2009. *El coeficiente de correlacion de los rangos de spearman caracterizacion*. *Revista Habanera de Ciencias Medicas*, vol. 8, no. 2. ISSN 1729519X.
- MATEO, S.& y CORNEJO, C., 2006. *Estrategia Regional de Diversidad Biológica en Madre de Dios*. . Primera.
- MINAM (Ministerio del Ambiente) 2016. *La lucha por la legalidad en la actividad minera (2011-2016): avances concretos y retos para enfrentar la problemática de la minería ilegal y lograr la formalización de los operadores mineros*. Ministerio del Ambiente - Perú, pp. 264.
- MINAYA, V.R.J., 2017. *Parametros fisicos, quimicos, microbiologicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, epoca de transicion creciente-vaciente*. Iquitos. Peru. 2016. ,
- MINSA (Ministerio de Salud) 2010. *Niveles de exposicion a mercurio en Poblacion De Huepetuhe-Madre De Dios y factores de riesgo de exposición*. Instituto Nacional de Salud, pp. 83.
- MORENO, C., 2001. *Métodos para medir la biodiversidad, edición electrónica*. , no. June.
- MOTTE, L., 2010. *Kit educación aguas naturales lamotte 3-5886*. [en línea]. Disponible en: <http://indalo.com.es/es/aguas-naturales/38-kit-educacion-aguas-naturales-lamotte-3-5886.html>.
- OCASIO, F., 2008. *Evaluacion De La Calidad Del Agua Y Posibles Fuentes De Contaminacion En Un Segmento Del Rio Piedras*. , pp. 241.
- PLA, L., 2006. *Biodiversidad: inferencia basada en el índice de shannon y la riqueza*. *Interciencia* [en línea], vol. 31, no. 8, pp. 583-590. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/339/33911906.pdf>.
- ROLDAN, G., 2012. *Los macroinvertebrados con bioindicadores de la calidad del agua*. S.l.: s.n. ISBN 9789588188195.
- ROLDAN, G.P., 1996. *Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del departamento de antioquia* [en línea]. S.l.: s.n. ISBN 9589129048. Disponible en: <https://www.ianas.org/docs/books/wbp13.pdf>.
- SAN JOSE, C., 2016. *Plan de Vida Plena y Gobernanza Territorial Comunidad Nativa San José de Karene - Pueblo Harakbut Plan de Vida*



- Plena y Gobernanza Territorial Comunidad Nativa San José de Karene - Pueblo Harakbut.* . S.l.: s.n.,
- SOTO, E.A.M., 2013. Macroinvertebrados como bioindicadores de calidad de agua en la sub cuenca de achamayo. CONCEPCION Expositor: *Universidad Nacional del Peru Huncayo*, pp. 1-26.
- SPDA( Sociedad Peruana de Derecho Ambiental) 2016. *Minería ilegal Areas Naturales Protegidas en peligro*. S.l.: s.n. ISBN 9786124261206.
- STROUD™ WATER RESEARCH CENTER., 2021. Chapter 2: Monitoring With Leaf Packs. , pp. 15-31.
- TORRES, J.A.F., 2008. *Análisis de la Calidad Fisicoquímica y Microbiológica del agua del Rio Motagua en diez puntos de muestreo ubicados en su cauce principal.* , pp. 1-27.
- VALCARCEL, D.R.R., 2021. "Colonización de 'paquetes de hojas' por macroinvertebrados bentónicos: una propuesta de evaluación de calidad de agua". *Universidad Nacional Agraria La Molina* [en línea], pp. 161. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3271>.
- VARGAS, J.B., 2002. *Formulación de un modelo del comportamiento del oxígeno disuelto frente al efecto del viento en un lago estratificado térmicamente.* *Limnology*, no. January, pp. 1-9.
- VÁSQUEZ, G.S., CASTRO, G.M., GONZÁLES, I.M., PERÉZ, R.R. y CASTRO, T.B., 2006. *Bioindicadores como herramientas para determinar la calidad del agua.* *ContactoS* [en línea], vol. 60, pp. 41-48. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/contactos/n60ne/Bio-agua.pdf>.
- VASQUEZ, M. y MEDINA, C., 2014. *Calidad de agua según los macroinvertebrados bentónicos y parámetros físico-químicos en la microcuenca del río Tablachaca (Ancash, Perú)* 2014. *REBIOL*, vol. 35, no. 2, pp. 75-89. ISSN 2313-3171.
- WWDR (World Water Development Report) 2001. *Agua para todos, agua para la vida.* *United Nations* [en línea], pp. 36. Disponible en: <http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>.
- ZUBCOFF, J.J., 1999. *Análisis multivariante.* *Prentice Hall*, vol. 53, no. 9, pp. 1689-1699. ISSN 1098-6596.

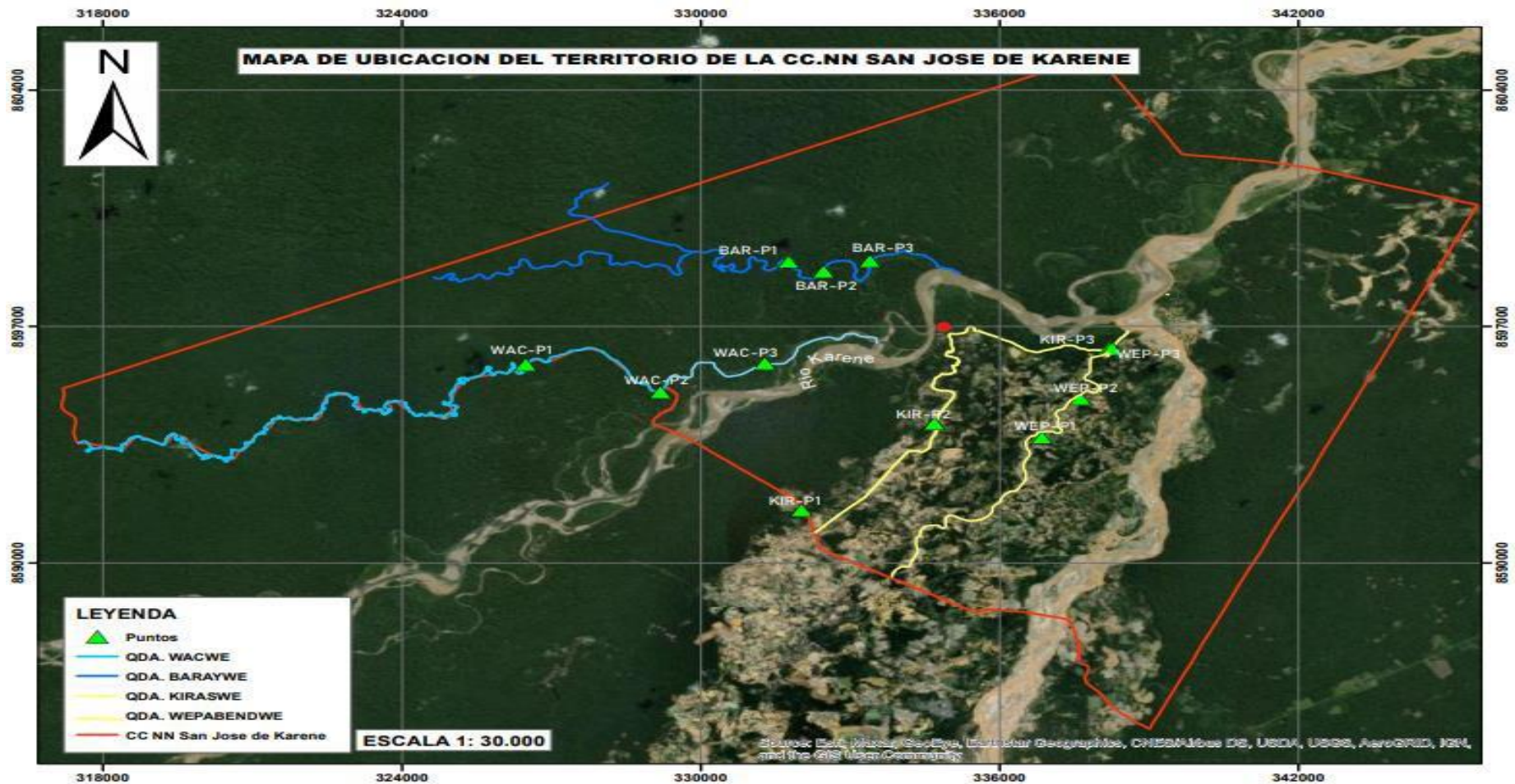
## **ANEXOS**

## Anexo 01. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION
Problema general	Objetivo general	La actividad minera desarrollada en las quebradas de la comunidad Nativa San José de Karene modifica significativamente la calidad del agua.	V.I	El presente estudio tendrá un método cuali-cuantitativo para determinar el efecto de la actividad minera en la calidad del agua de esta manera determinar la diversidad de macroinvertebrados en las quebradas.	La población esta representada por las quebradas denominadas Kiraswe, quebrada Wepabendwe, quebrada Wakwe, y quebrada Baraywe,
¿Cuál es el efecto de la actividad minera en la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene, Madre de Dios?	Determinar el efecto de la actividad minera sobre la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene, Madre de Dios.		Mineria		
Problemas específicos	Objetivo específico		V.D	El presente estudio es una investigación aplicada de nivel explicativo y descriptivo, de diseño no experimental, sin	
¿En qué medida la actividad minera afectan los parámetros físicos-químicos las cuatro quebradas a evaluar en	OE1. Evaluar el efecto de la actividad minera sobre las características físico-químicas en cuatro quebradas de		Calidad de agua		

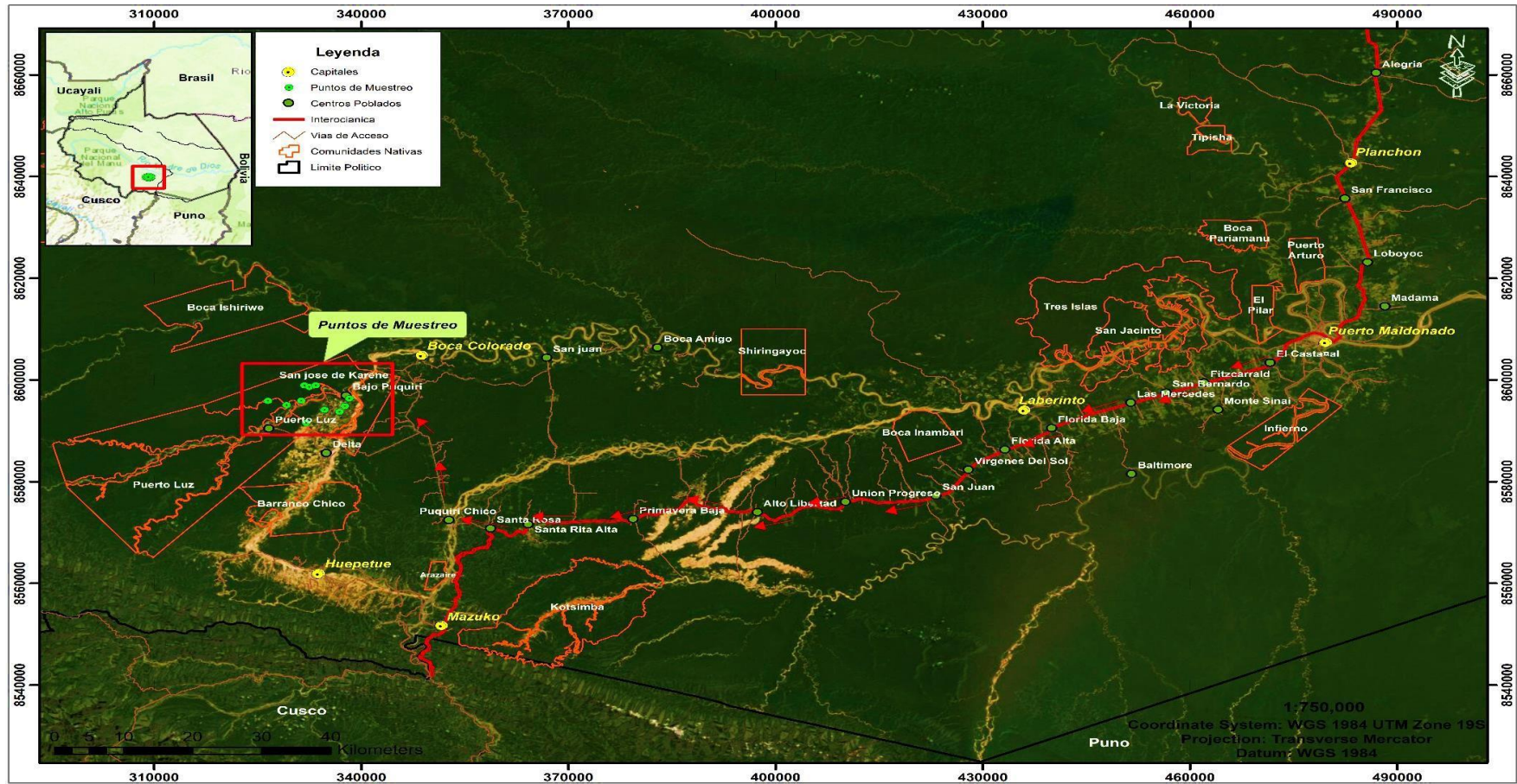
<p>la Comunidad Nativa San José de Karene?</p>	<p>la Comunidad Nativa San José de Karene.</p>			<p>manipulación de la variable independiente (actividad minera).</p>	<p>la muestra en 74 paquetes en cada salida (tres salidas).</p>
<p>¿Cuál es la composición y estructura de la comunidad de macro invertebrados en las cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene?</p>	<p>OE2. Determinar la composición y estructura de la comunidad de macro invertebrados en las cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene.</p>				
<p>¿Cuál es la relación que hay entre las características físico-químicas de las quebradas y la comunidad de macroinvertebrados bentónicos?</p>	<p>OE3. Correlacionar las características físico-químicas con la población de macro invertebrados bentónicos.</p>				

Anexo 02. Ubicación de los puntos de muestreo por quebradas (Q. Baraywe, Q.Wacwe, Q.Wepabendwe y Q. Kiraswe).



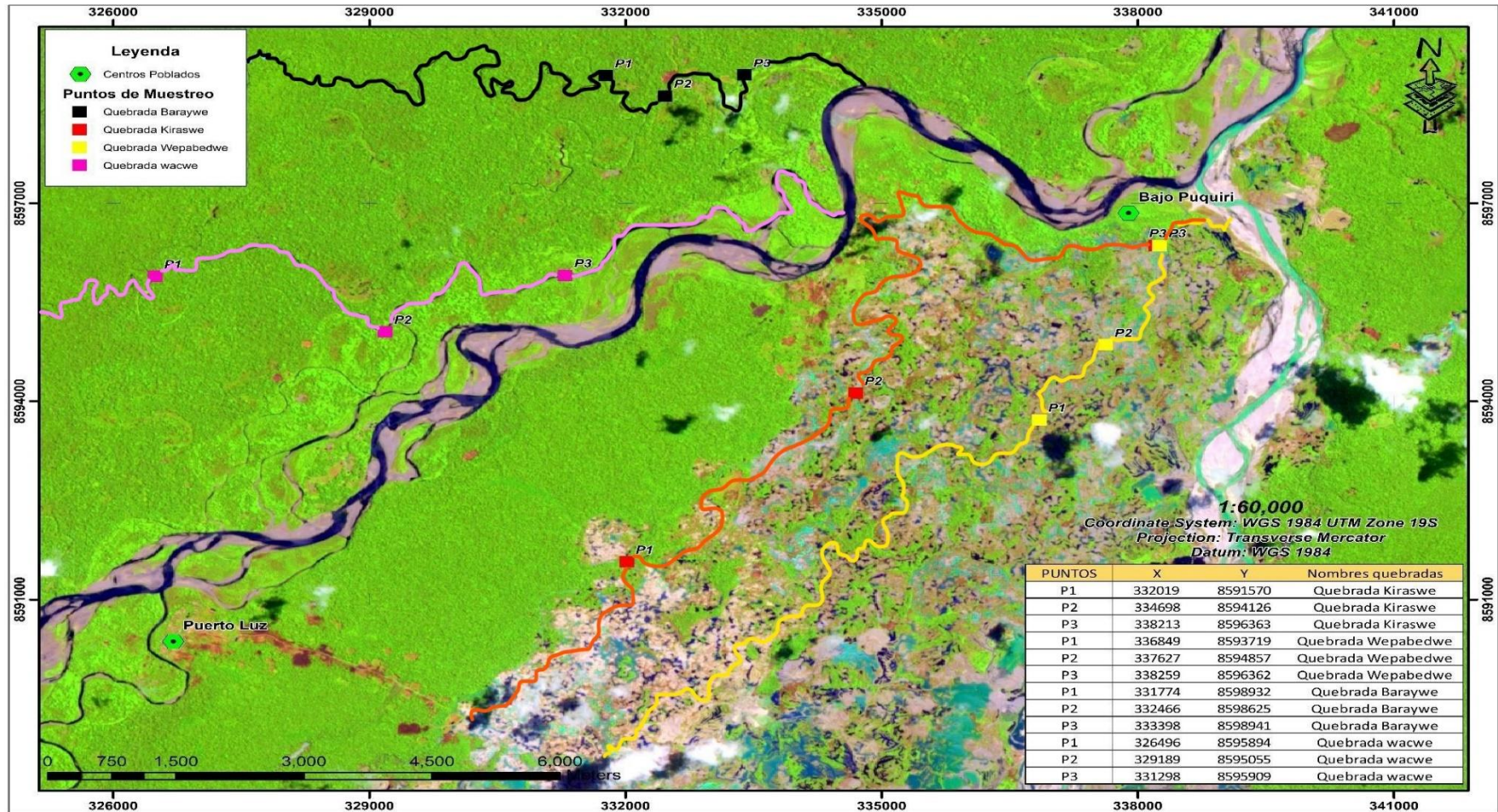


**Anexo 03.** Ubicación de la zona de estudio dentro del territorio de la Comunidad Nativa San Jose de Karene en la provincia Manudepartamento de Madre de Dios.



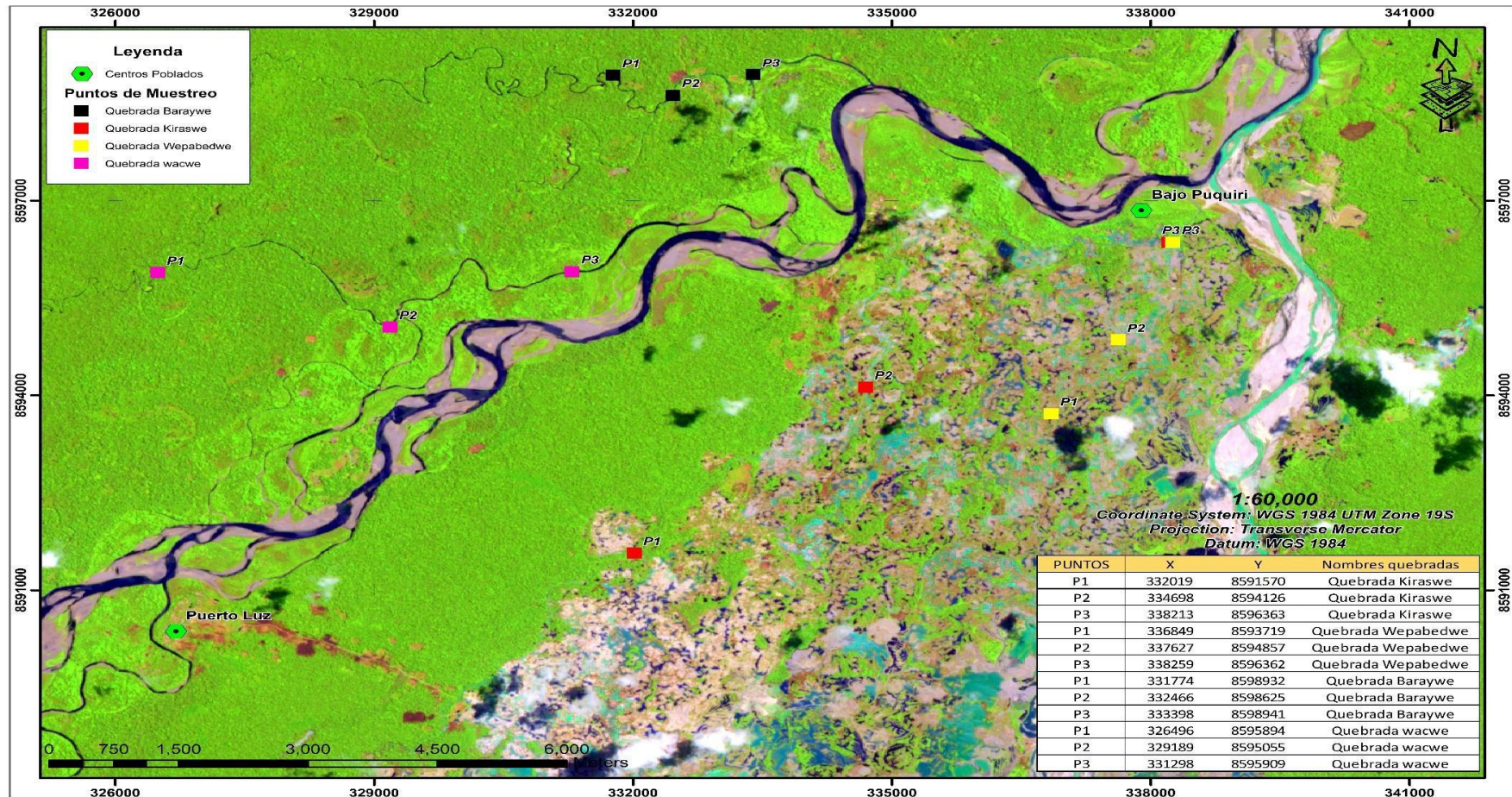


Anexo 04. Quebradas monitoreadas: Quebrada Baraywe, quebrada Wacwe, Quebrada Kiraswe y Quebrada Wepabendwe.



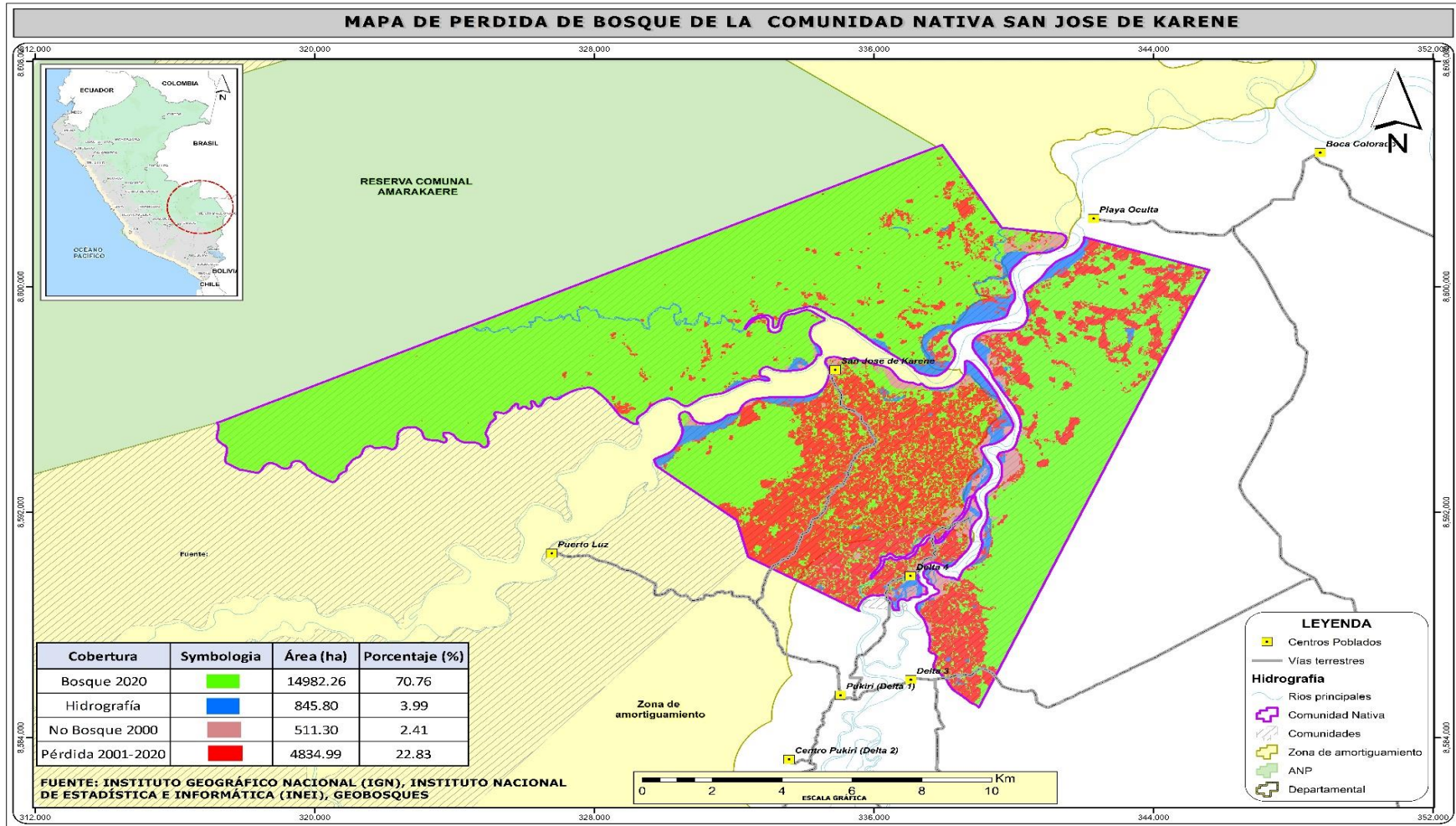


**Anexo 04.1** Ubicación de los puntos de muestreo por quebradas: Quebrada Baraywe, Quebrada Wacwe, Quebrada Wepabedwe y Quebrada Kiraswe.





**Anexo 04.2** Mapa de la pérdida de bosque en el territorio de la comunidad Nativa San Jose de Karene.



**Anexo 05.** Resultados de la evaluación de la descarga del caudal de las 4 quebradas monitoreadas Quebrada Baraywe, Wacwe, Kiraswe y Wepabendwe.

N°	Nombre de quebrada	Condicion	X_Lon	Y_Lat	Fecha	Ancho (m)	P1	P2	P3	Profundidad (m)	Distancia (m)	T1	T2	T3	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)	Coefficiente de aspereza*	Descarga (m³/s)
1	Kiraswe	Intervenida	334698	8594126	Mayo	16.6	0.26	0.38	0.19	0.28	10	10.2	10.51	10.45	10.39	0.96	0.9	3.98
2	Kiraswe	Intervenida	334698	8594126	Junio	10.2	0.17	0.22	0.15	0.18	10	14.59	14.61	14.42	14.54	0.69	0.9	1.14
3	Kiraswe	Intervenida	334698	8594126	Julio	13.4	0.14	0.29	0.18	0.20	10	14.06	14.82	14.41	14.43	0.69	0.9	1.70
4	Wepadenwe	Intervenida	337627	8594857	Mayo	7.3	0.14	0.38	0.20	0.24	10	9.82	9.98	9.79	9.86	1.01	0.9	1.60
5	Wepadenwe	Intervenida	337627	8594857	Junio	6.3	0.15	0.30	0.18	0.21	10	16.29	16.58	16.24	16.37	0.61	0.9	0.73
6	Wepadenwe	Intervenida	337627	8594857	Julio	6.4	0.12	0.22	0.12	0.15	10	17.84	17.98	17.89	17.90	0.56	0.9	0.49
7	Wacwe	No intervenida	329189	8595055	Mayo	13.2	0.26	0.31	0.29	0.29	10	9.2	9.74	9.82	9.59	1.04	0.9	3.55
8	Wacwe	No intervenida	329189	8595055	Junio	10.3	0.23	0.32	0.29	0.28	10	8.32	8.75	8.67	8.58	1.17	0.9	3.03
9	Wacwe	No intervenida	329189	8595055	Julio	12	0.31	0.66	0.31	0.43	10	13.4	13.5	13.85	13.58	0.74	0.9	3.39
10	Baraywe	No intervenida	332466	8598625	Mayo	18	0.33	0.61	0.35	0.43	10	13.12	13.22	13.06	13.13	0.76	0.9	13.18
11	Baraywe	No intervenida	332466	8598625	Junio	28	0.52	0.37	0.58	0.49	10	8.75	9.04	10.31	9.37	1.07	0.9	5.30
12	Baraywe	No intervenida	332466	8598625	Julio	17.4	0.23	0.45	0.28	0.32	10	15.33	15.82	15.98	15.71	0.64	0.9	3.19

**Anexo 06.** Resultados de evaluación del caudal en las quebradas monitoreadas.

N°	Nombre de quebrada	Código	Ancho(m)	Velocidad (m/s)	Coefficiente de aspereza*	Descarga (m3/s)	Descarga (l/s)
1	Kiraswe	KIR-P2	16.6	0.963	0.9	3.980	3,980
	Kiraswe	KIR-P2	10.2	0.688	0.9	1.136	1,136
	Kiraswe	KIR-P2	13.4	0.693	0.9	1.699	1,699
2	Wepabendwe	WEP-P2	7.3	1.014	0.9	1.599	1,599
	Wepabendwe	WEP-P2	6.3	0.611	0.9	0.727	727
	Wepabendwe	WEP-P2	6.4	0.559	0.9	0.493	493
3	Wacwe	WAC-P2	13.2	1.043	0.9	3.552	3,552
	Wacwe	WAC-P2	10.3	1.166	0.9	3.025	3,025
	Wacwe	WAC-P2	12	0.736	0.9	3.392	3,392
4	Baraywe	BAR-P2	28	1.068	0.9	13.183	13,180
	Baraywe	BAR-P2	18	0.761	0.9	5.304	5,304
	Baraywe	BAR-P2	17.4	0.637	0.9	3.190	3,190

**\*Longitud 10 metros para todas las quebradas**

**Anexo 07.** Tabla de datos de los parámetros físico-químicos de las quebradas monitoreadas.

QUEBRADA	CONDICION	Puntos y fecha de muestreo	Oxígeno Disuelto (ppm)	Nitrato(ppm)	Fosfato(ppm)	PH	Turbidez	T° H2O(C)	T°Amb( C)
Baraywe	No Intervenido	P2-24/05	4	5	1	6	0	18	20
	No Intervenido	P2-24/06	4	5	2	6	0	25	30
	No Intervenido	P2-24/07	8	5	1	7	0	23	31
Wacwe	No Intervenido	P2-23/05	8	5	1	6	0	26	22
	No Intervenido	P2-23/06	4	5	2	6	0	23.5	31
	No Intervenido	P2-23/07	4	5	1	6.5	0	21.4	31
Wepabendwe	Intervenido	P2-25/05	4	5	4	6	100	30	30.5
	Intervenido	P2-26/06	4	5	4	6	100	24.9	26.5
	Intervenido	P2-26/07	4	5	4	6	100	25	34
Kiraswe	Intervenido	P2-25/05	4	5	4	6	100	27	27.5
	Intervenido	P2-26/06	4	5	2	6	100	24	25
	Intervenido	P2-26/07	4	5	4	6	100	24.5	31











Anexo 11 . Fichas de campo con toma de datos utilizadas en la evaluación.

Dios" quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene-Madre de

Nombre de la quebrada:	QUEBRADA KIRIMANG		
Numero de Muestreo: N° 1-2			
Punto de Muestreo: P <sub>2</sub> Q <sub>K1</sub>	COORDENADAS		OBSERVACIONES: Actividad minera en cañales, vegetación pobre, presencia de barro
Datos de los Parametros Físico - Químico	X: 0334698	Y: 8594126	
Temperatura:	T <sub>amb.</sub> 29.6	T <sub>10</sub> 27 °C	
Oxígeno Disuelto	0 ppm	4 ppm	8 ppm
Nitrato	5 ppm	20 ppm	40 ppm
Fosfato	1 ppm	2 ppm	4 ppm
pH	1	2	3 4 5 6 7 8 9 10
Turbidez	0 ITU	40 ITU	100 ITU 1000

\* Ancho: Quebrada = 18 m

\* Altura

h<sub>1</sub> = 30 cm  
h<sub>2</sub> = 36 cm  
h<sub>3</sub> = 19

$$A_1 = \frac{h_1 + h_2}{2} \times E$$

$$= \frac{0.30 + 0.36}{2} \times 1.3 \text{ m}$$

Dios" Proyecto titulado " Efecto de la actividad minera en la calidad de agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene-Madre de

Nombre de la quebrada:	WEPANENGWE Punto 2		
Numero de Muestreo: N° 2			
Punto de Muestreo:	COORDENADAS		OBSERVACIONES: Presencia de fauna abundante Vegetación ribereña
Datos de los Parametros Físico - Químico	X:	Y:	
Temperatura:	T <sub>amb.</sub> 30.5		
Oxígeno Disuelto	0 ppm	4 ppm X	8 ppm
Nitrato	5 ppm	20 ppm X	40 ppm
Fosfato	1 ppm X	2 ppm	4 ppm
pH	1	2	3 X 4 5 X 7 8 9 10
Turbidez	0 ITU	40 ITU	100 ITU X

25/04/21

Ancho : 7.30 m.

1 17.63  
 2 19.59  
 3 19.66  
 4 15.33  
 5 19.84  
 P<sub>1</sub> 1 0.32  
 P<sub>2</sub> 3 0.47 m  
 medio 2 0.25

Anexo 12. Reconocimiento de los macroinvertebrados.



RECONOCIMIENTO DE MACROINVERTEBRADOS

\* BARAYWE P1 23/05/21 #

\* BAR-P1-2

- TRICHOPTERA - Hydropsychidae "Frigoneas" 44
- TRICHOPTERA - Philopotamidae 24
- PLECOPTERA - Perlidae 12
- EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 19
- EPHEMEROPTERA - Euthyplociidae 5
- DIPTERA - Chironomidae 7
- HEMIPTERA - Naucoridae 2



BAR-P1-6

- Philopotamidae 1
- Hydropsychidae 3
- Leptoceridae 1+1
- Libellulidae 1
- Elmidae 1
- Chironomidae 4

PLECOPTERA - Perlidae 2

HEMIPTERA - Naucoridae 2+3+

EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 3+1

BAR-P3-6 (Hongos ojo)

\* BAR-P1-4 23/05/21

- TRICHOPTERA - Philopotamidae 10
- TRICHOPTERA - Hydropsychidae "Frigoneas" 14
- MEGALOPTERA - Corydalidae "perro de agua" 1
- PLECOPTERA - Perlidae / 26
- ODONATA - Libellulidae 1
- EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 19
- DIPTERA - Chironomidae 2
- HEMIPTERA - Naucoridae 1

\* BAR-P1-6

- ODONATA - Libellulidae 3
- MEGALOPTERA - Corydalidae "perro de agua" 2
- PLECOPTERA - Perlidae 41
- TRICHOPTERA - Hydropsychidae "Frigoneas" 31
- TRICHOPTERA - Philopotamidae 14

PLECOPTERA - Perlidae 5+1

MEGALOPTERA - Corydalidae 1

COLEOPTERA - Ptilodactylidae 1

TRICHOPTERA - Elmidae 1

EPHEMEROPTERA - Hydropsychidae 1

HEMIPTERA - Leptophlebiidae 2

HEMIPTERA - Naucoridae 1

---

BAR-P3-4

PLECOPTERA - Perlidae 5

DECAPODA - Palaemonidae 1

EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 1

TRICHOPTERA - Philopotamidae 1

EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 3  
 COLEOPTERA - Elmidae (adulto) 1  
 \* WAC-P3-3 23/05/21  
 TRICHOPTERA - Hydropsychidae 25  
 - Philopotamidae 5+1  
 PLECOPTERA - Perlidae 13+1  
 MEGALOPTERA - Corydalidae 4  
 COLEOPTERA - Elmidae (larva) 3  
 DIPTERA - Chironomidae 23+4  
 - Ceratopogonidae 2  
 EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 12  
 WAC-P3-4 23/05/21  
 MEGALOPTERA - Corydalidae 1  
 EMIPTERA - Naucoridae 4+2  
 TRICHOPTERA - Hydropsychidae 21+5  
 - Philopotamidae 25  
 COLEOPTERA - Perlidae 15+2  
 DIPTERA - Chironomidae 74  
 - Ceratopogonidae 1  
 EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 22  
 WAC-P3-5  
 PLECOPTERA - Perlidae 10+1  
 COLEOPTERA - Elmidae (Adulto) 1  
 TRICHOPTERA - Hydropsychidae "Cameronii" 1  
 MEGALOPTERA - Palaeomonidae 2  
 EPHEMEROPTERA - Leptophlebiidae 10

QUEBRADA  
 WCPHIBENDWE  
 WEPABENDWE - P1 24/05/21  
 \* WEP-P1-1 24/05/21  
 - TRICHOPTERA - Hydropsychidae / Leptoceridae 53/1  
 - DIPTERA - Ceratopogonidae 1  
 WEP-P1-2 24/05/21  
 TRICHOPTERA - Leptoceridae 2  
 - Hydropsychidae 19  
 - OODONATA - Coenagrionidae 1  
 WEP-P1-3 - 24/05/21  
 TRICHOPTERA - Hydropsychidae 30  
 - Philopotamidae 1  
 - DIPTERA - Chironomidae 1  
 - OLIGOCHAETA - Lombridae/glyco 3  
 WEP-P1-6 24/05/21  
 - TRICHOPTERA - Hydropsychidae 10  
 - OODONATA - Coenagrionidae 1  
 EPABENDWE - P2 24/05/21  
 WAC-P2-1 24/05/21  
 - TRICHOPTERA - Hydropsychidae 4  
 - OODONATA - Coenagrionidae 1

## Anexo 13. Certificación de identificación de macroinvertebrados acuáticos



**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN  
MARCOS**  
(Universidad del Perú, DECANA DE AMÉRICA)  
**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**CERTIFICACIÓN**

**IDENTIFICACIÓN DE MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS**

Quien suscribe, Dra. Blga. **ANA ASUNCIÓN HUAMANTINCO ARAUJO**, investigadora especialista en identificación taxonómica de especímenes de invertebrados acuáticos en el Laboratorio de Invertebrados Acuáticos de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos – UNMSM.

**CERTIFICA QUE**, han sido depositados especímenes de macroinvertebrados acuáticos en el laboratorio de la Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM para su identificación y/o determinación, por las Señoritas Bachilleres en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente **JERICA KATYUSCA OMMIA MORIMO y JULIA ESPERANZA TINCO SALCEDO**, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios - UNAMAD. El material depositado corresponde a diversos Órdenes y Familias de macroinvertebrados, los cuales serán utilizados para la sustentación de la tesis titulada: **"Efecto de la actividad minera en la calidad del agua en cuatro quebradas de la Comunidad Nativa San José de Karene - Madre de Dios"**.

La identificación fue hecha de acuerdo con la descripción de las características morfológicas de los organismos, que están registradas en las siguientes claves de identificación taxonómica:

Domínguez, E. & H. Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y Biología. Fundación Miguel Lillo Tucumán Argentina. 654p.

Hamada N, J.H. Thorp & D.C. Rogers (Eds). 2018. Keys to Neotropical Hexapoda. Thorp and Covich's Freshwater Invertebrates Volume III. Academic Press. London. 838p.

Manzo, Verónica 2005. Key to the South America genera of Elmidae (Insecta: Coleoptera) with distributional data Studies on Neotropical Fauna and Environment, 40(3): 201 – 208.

Se expide el presente certificado a solicitud de las interesadas para los fines que consideren convenientes. Se anexa al presente Certificado de Identificación, la lista de los organismos identificados.

Lima, 10 diciembre de 2021


Dra. Ana Huamantínco Araujo  
Profesor Principal  
Facultad de Ciencias Biológicas  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos




**Anexo 14.** Guías de Identificación para el reconocimiento de macro invertebrados acuáticos.

**Orden Ephemeroptera (Moscas de Mayo, Efímeras)**


- Tiene branquias plumosas o en forma de placas en los lados del abdomen
- Dos o tres colas largas y delgada (filamentos terminales)
- Seis patas segmentadas en la sección media del cuerpo (torax)
- Cada pata termina en una garra
- El cuerpo puede ser delgado hasta de 3 cm de largo




Familia Euthyplocidae  
- foto género *Campylocia*




Familia Leptohypidae



Familia Leptophlebiidae  
- foto género *Eucaphlebia*



Familia Baetidae



**Fuente:** ACEER Foundation

## Orden Plecoptera (Moscas de las Piedras, Plecópteros)

- Dos antenas largas
- Dos colas delgadas (filamentos terminales)
- **Branquias** frecuentemente ubicada sobre o debajo de cada pata
- Seis patas segmentadas sobre la sección media del cuerpo (torax)
- Cada pata termina en dos ganchos



Familia Perlidae  
- fotos género *Anacronetia*

## Orden Hemiptera (Chinches acuáticas)

- Aparato bucal en forma de pico o "chupador"
- Alas delanteras con la parte basal dura, la parte apical membranosa
- Seis patas segmentadas sobre la sección media del cuerpo
- Patas traseras generalmente modificadas para nadar; patas delanteras modificadas para capturar presa en algunas familias comunes



Familia Naucoridae  
- foto género *Cryphocricos*



Familia Nepidae

## Orden Lepidoptera

## (Orugas acuáticas)

- Larvas son gusanos y tienen propatas en los segmentos abdominales medios.
- Propatas tienen círculos o filas de "crochetes" (ganchos especializados)
- La mayoría de gusanos de Lepidoptera tiene branquias filamentosas en los lados del abdomen



Familia Pyralidae

## Orden Tricópteras

## (Tricópteros, Friganeas)

- Miden hasta 1 pulgada (3.5 cm) de largo
- Tiene pequeñas antenas o ninguna
- Seis patas segmentadas sobre la sección media del cuerpo (torax)
- Agallas filamentosas pueden estar al final del cuerpo o en el lado inferior
- Dos extensiones pequeñas y delgadas al final del cuerpo y cada una tiene un gancho en la punta
- En varias familias las larvas hacen casitas de pedritos, grava, o pedazos de ramas o hojas.



Familia Hydrophycidae  
- foto género *Leptonema*



Familia Philopotamidae  
- foto género *Chimarra*



Familia Leptoceridae  
- foto género *Triplectides*



Familia Calamoceratidae  
- foto género *Phylloicus*



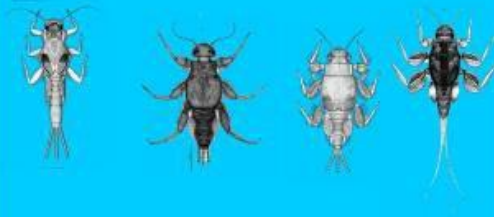
## Ephemeroptera



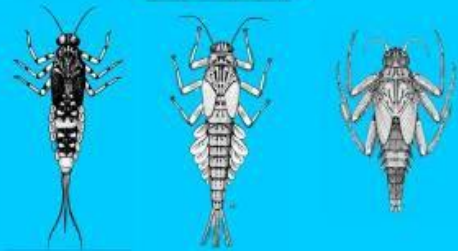
Una conferencia del Dr. Wills Flowers  
Universidad de la Florida A y M



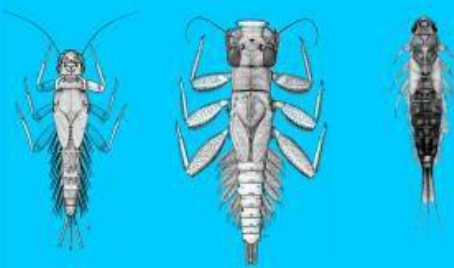
## Leptohephidae



## Baetidae



## Leptophlebiidae



## Euthyplociidae

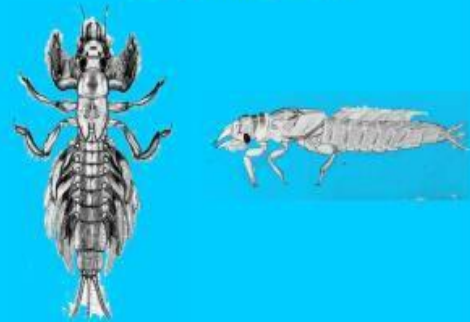


## Trichoptera



*Macrosternum* sp. Photo D. H. Fain

## Polymitarcyidae



## Hydropsychidae

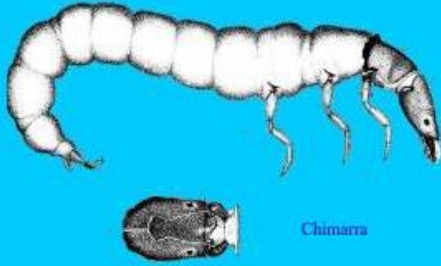


*Ceratopsyche brantsi* (Rocks) Photo D. H. F.

Fuente: ACEER Foundation.



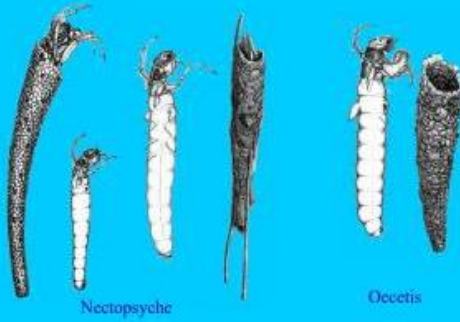
### Philopotamidae



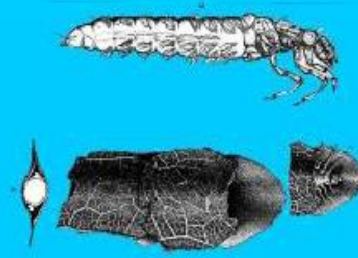
### Glossosomatidae



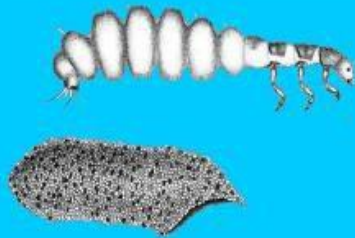
### Leptoceridae



### Calamoceratidae



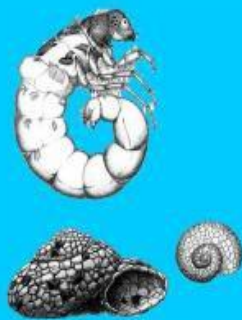
### Hydroptilidae



### PLECOPTERA



### Helicopsychidae

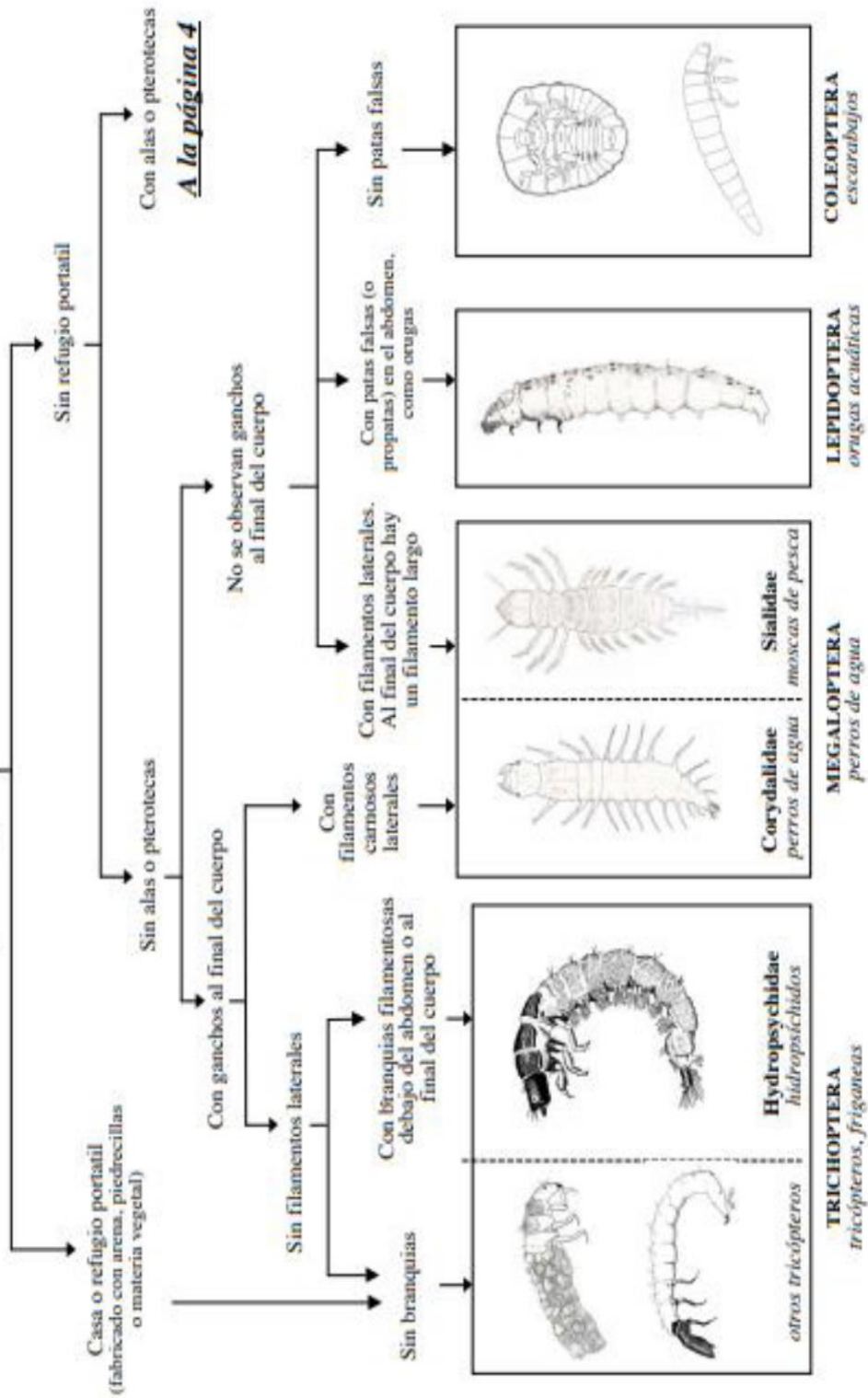


### Anacroneria



Fuente: ACEER Foundation.

**Seis patas segmentadas o articuladas**





**Fuente:** ACEER Foundation.



**Anexo 15.** Bentos colectados en los 12 puntos de muestreo de las 4 quebradas.



Leptohiphidae/EPHEMEROPTERA



Perlidae/PLECOPTERA



Chironomidae/DIPTERA



Leptophlebiidae/EPHEMEROPTERA



Leptophlebiidae/EPHEMEROPTERA



Naucoridae/HEMIPTERA



Philopotamidae/ TRICHOPTERA



Ceratopogonidae/DIPTERA



Leptoceridae/TRICHOPTERA



Baetidae/EPHEMEROPTERA



Elmidae/COLEOPTERA



Elmidae/COLEOPTERA



Hydropsichidae/TRICHOPTERA



Scirtidae/COLEOPTERA



Calopterygidae/ODONATA



Leptophlebiidae/EPHEMEROPTERA



Libellulidae/ODONATA



Hydrophilidae/COLEOPTERA





Calamoceratidae/TRICOPTERA



Calamoceratidae/TRICOPTERA



Leptophlebiidae/EPHEMEROPTERA



Coenagrionidae/ODONATA



Baetidae/EPHEMEROPTERA



Tipulidae/DIPTERA



Naucoridae/HEMIPTERA



Naucoridae/HEMIPTERA



Corydalidae/MEGALOPTERA



MESOGASTROPODA/No insecta



**Anexo 16.** *Panel fotografico de la Comunidad Nativa San Jose de Karene – Manu.*



*Rio Karene o Colorado Comunidad San Jose de Karene.*

**Fuente:** *Therany Gonzales Ojeda- ACEER.*



*Comunidad Nativa de San Jose de Karene.*

**Fuente:** *Therany Gonzales Ojeda-ACEER.*





*Quebrada Baraywe (Qbra. No Impactada).*

***Fuente:*** *Therany Gonzales Ojeda-ACEER.*



*Quebrada Wacwe (Qbra. No Intervenida).*

***Fuente:*** *Therany Gonzales Ojeda-ACEER Foundation.*





*Quebrada Wepabendwe (Qbra. Intervenida)*  
*Fuente: Therany Gonzales Ojeda-ACEER*  
*Foundation.*



*Quebrada Kiraswe (Qbra. Intervenida).*  
*Fuente: Therany Gonzales Ojeda-ACEER*  
*Foundation.*



Preparación de los paquetes de hojas para la instalación.



Colecta de hojas "Inga edullis"

**Fuente:** Propia



Preparación de los paquetes de hojas

**Fuente:** Propia



Peso de paquete de hojas

**Fuente:** Propia



Paquete de hojas codificadas

**Fuente:** propia

**Anexo.** Fotos de campo en los puntos de muestreo de la quebradas Wepabendwe.



Quebrada Wepanbendwe

**Fuente:** propia



Instalacion de paquete de hojas

**Fuente:** propia





*Instalacio de paquetes*  
**Fuente:** propia  
 propia.



*Medicion de Turbidez*  
**Fuente:** propia



*Medicion de OD, fosfato y Nitrato.* **Fuente:**



*Colecta de los paquetes de hojas (Tesistas –Co-asesor) -Quebrada Wepabendwe*  
**Fuente:** Therany Gonzales Ojeda-ACEER Foundation





*Colecta de macroinvertebrados*  
**Fuente:** Therany Gonzales Ojeda-  
 Ojeda-ACEER Foundation



*Medicion de Caudal o descarga*  
**Fuente:** Therany Gonzales  
 ACEER Foundation

Fotos de campo en los puntos de muestreo de la quebradas Kiraswe



*Quebrada Kiraswe.*  
**Fuente:** Therany Gonzales Ojeda-  
 Ojeda-ACEER Foundation



*Colecta de Paquete de hojas.*  
**Fuente:** Therany Gonzales  
 ACEER foundation



*Colecta de macroinvertebrados*  
**Fuente:** Therany Golzales –ACEER.



*Colecta depaquete de hojas*  
**Fuente:** propia.





Medicion de Tempertura

Fuente: propia



Medicion de OD, Fosfato

Nitrato. Fuente: propia



Medicion de Ph

Fuente: propia



Colecta e instalacion de paquete deDe hojas. Fuente: propia



Colecta de macroinvertebrados en alcohol 96° para preservarlos.



Colecta de paquetes. Fuente: propia



Fotos de campo en los puntos de muestreo de la quebradas Baraywe sin impacto por actividad minera.



*Quebrada Baraywe*

**Fuente.** *Therany Gonzales Ojeda-ACEER Foundation*



*Instalacion de paquete de hojas*

**Fuente:** *propia*



*Colecta de paquetes de hoja*

**Fuente:** *propia.*



*Coleta de los macroinvertebrados*

**Fuente:** *Therany Gonzales Ojeda-ACEER Foundation*



*Colecta e instalación de paquetes de Hojas.* **Fuente:** *propia.*



*Colecta de macroinvertebrados*  
**Fuente:** *Propia.*





Medición de Turbidez

**Fuente:** propia



Medición de OD, Nitrato

Fosfato.  
**Fuente:**propia



Medición de Ph

**Fuente:** propia



Medición del caudal o descarga

**Fuente:** Propia

Fotos de campo en los puntos de muestreo de la quebrada Wacwe sin intervención por actividad minera.



*Quebrada Wacwe*

**Fuente:** *Therany Gonzales Ojeda-propiaACEER Foundation*



*Instalacion de paquete de hojas*

**Fuente:**



*Colecta de paquete de hojas*

**Fuente:** *propia*



*Colecta de macroinvertebrados*

**Fuente:** *propia*



*Colecta de macroinvertebrados*

**Fuente:** *propia.*



*Frasco de colecta en alcohol de 96°*

**Fuente:** *propia.*





Preparacion de frascos con alcohol de 96°  
**Fuente:** propia



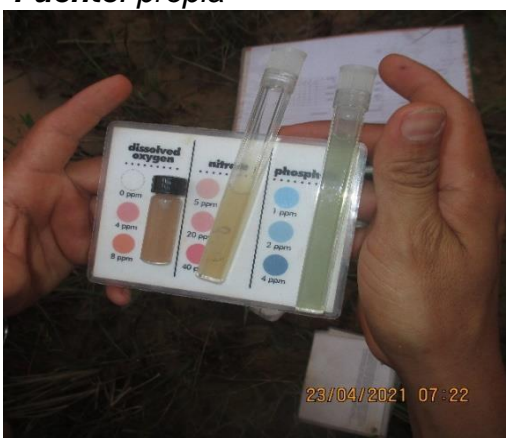
Colecta de macroinvertebrados a los frascos para su preservacion.



Medicion de la turbidez  
**Fuente:** propia



Medicion de Temperatura  
**Fuente:** propia



Medición de Ph  
**Fuente:** propia



Medición de OD, Nitrato, Fosfato  
**Fuente:** propia



*Medición del Caudal y/o descarga*  
**Fuente:** propia



*Medición de alturas*  
**Fuente:** propia.

Fotografías en el laboratorio del Centro Amazónico de Educación Ambiental e Investigación – ACEER Foundation.



*Reconocimiento e identificación de Macroinvertebrados.*



*Codificación de las muestras colectadas.*





*Reconocimiento de los macroinvertebrados.*



*Cofidificacion de las muestras*



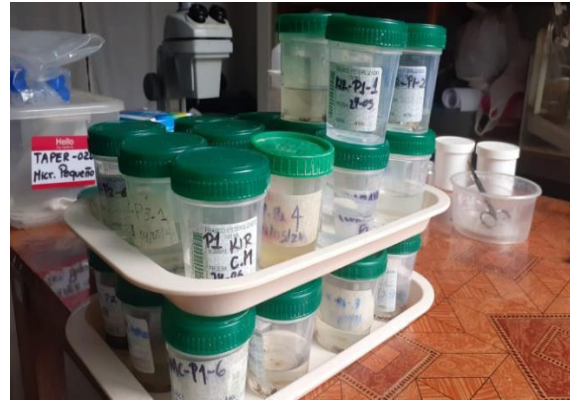
*Muestra de macroinvertebrados colectadas.*



*Reconocimiento de macroinvertebrados en el laboratorio de ACEER foundation.*



*Muestras codificadas en los ciioviales*



*Muestras colectadas de las quebradas en los respectivos frascos.*



*Muestras colectadas para su reconocimiento*



*Muestras codificadas para el Reconocimiento en Laboratorio.*