

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA**



**CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO EN LA PROVINCIA  
DE TAMBOPATA – MADRE DE DIOS**

**Tesis para optar al Título Profesional de Biólogo  
presentada por:**

**Bach. RICARDO MANUEL VIVANCO MEDRANO**

**Bach. JOSE CARLOS GALDOS PANTANI**

**Asesor:**

**Blgo. Percy Yanque Yucra**

**CUSCO – PERU**

**2019**

## CONTENIDO

RESUMEN.....	I
INTRODUCCIÓN.....	II
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	IV
JUSTIFICACIÓN .....	V
OBJETIVOS .....	VI

### CAPITULO I

#### MARCO TEORICO

1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 GENERALIDADES .....	6
1.2.1 CALIDAD ECOLÓGICA.....	6
1.2.2 CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS .....	6
1.2.3 ACTIVIDAD MINERA EN MADRE DE DIOS .....	11

### CAPITULO II

#### AREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN.....	13
2.2 ACCESIBILIDAD.....	13
2.3 GEOLOGÍA.....	15
2.4 HIDROGRAFÍA .....	15
2.5 CLIMA.....	16
2.6 ZONAS DE VIDA.....	18
2.7 FLORA.....	19
2.8 FAUNA.....	19
2.9 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL RIACHUELO OVIEDO.....	21

### CAPITULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES.....	22
3.2 METODOLOGIA .....	23
3.2.1 UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE MUESTREO .....	23
3.2.2 CARTOGRAFÍA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LAS AGUAS.....	23
3.2.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) Y EL ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA (QBR).....	25

3.2.4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y EL ÍNDICE BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP) .....	35
3.2.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) .....	38
3.2.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS.....	43
3.2.7 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA.....	44

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) E ÍNDICE DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)	45
4.2 COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS E ÍNDICE BMWP .....	84
4.2.1 COMPOSICIÓN DE MACROINVERTEBRADOS .....	84
4.2.2 ÍNDICE DE SHANNON.....	90
4.2.3 ÍNDICE DE JACCARD.....	91
4.2.4 ÍNDICE BMWP (BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY).....	93
4.3 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA .....	95
4.4 CARACTERÍSTICAS HIDRAULICAS DEL RIACHUELO OVIEDO .....	99
4.5 CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO .....	100
4.7 DISCUSIONES.....	103

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## RESUMEN

En el presente trabajo se determinó la variación de la calidad ecológica en el riachuelo Oviedo, afluente del río Madre de Dios, en el distrito de Las Piedras, provincia de Tambopata, Región Madre de Dios y fue realizado entre enero y julio del 2017. La longitud del riachuelo es de 3.78 km y está directamente afectado por actividades antrópicas. Se establecieron 5 tramos de muestreo de 100 metros, en los cuales se determinaron las características: hidromorfológicas (Índice de Hábitat Fluvial e Índice de Bosque de Ribera), biológicas (composición y diversidad de macroinvertebrados e Índice Biological Monitoring Working Party BMWP). Para determinar las características hidromorfológicas se utilizaron los protocolos establecidos por cada índice con ayuda del GPS para la geolocalización de los distintos puntos en la delimitación de las zonas de ribera y orilla. Se realizaron colectas de macroinvertebrados bentónicos a lo largo de un transecto de 20 metros utilizando una red Surber de 30cm por 40cm, con una porosidad de 250 micras. Los resultados de las evaluaciones determinaron: Índice de Hábitat Fluvial, IHF “alta” en los tramos 02 y 04, IHF “media” en los tramos 01, 03 y 05. Según el índice de Bosque de Ribera la calidad del bosque ripario en los tramos 04 y 05 es “buena. En los tramos 03, 02 y 01 la calidad es “intermedia. Se registraron 29 familias de macroinvertebrados, agrupados en 13 órdenes, siendo Chironomidae la familia más abundante con el 31%. La calidad ecológica en el tramo 01 es “mala” en enero y julio, “moderada” en abril. En el tramo 02 “moderada” en enero, “mala” en abril y “moderada” en julio. En el tramo 03, “mala” en los tres meses de evaluación siendo este el tramo más afectado por la minería aurífera. El tramo 04 mostró calidad “buena” en los tres meses de evaluación. Para el tramo 05, “buena” en enero y abril y “moderada” en julio.

## INTRODUCCIÓN

A nivel mundial existe un creciente interés en conservar los ecosistemas fluviales. Pese a ello, en Latinoamérica se presenta una constante degradación de estos ecosistemas por el aumento de la explotación del recurso y la contaminación de las aguas (Pringle et al., 2000).

La calidad ambiental de un ecosistema es un conjunto de propiedades inherentes del mismo que permite compararlo con otros, en función de su estado de conservación. Desde la perspectiva ecológica, la calidad ecológica vendría dada por el mantenimiento del estado de su integridad. Karr (1996) define la integridad ecológica como la capacidad del ecosistema para mantener su estructura y funcionamiento, así como para absorber el estrés generado por las perturbaciones de origen animal o humano.

Para evaluar la calidad e integridad de los ecosistemas, se deben estudiar de forma combinada los componentes ambientales que determinan las características funcionales y estructurales de los ecosistemas, es decir los factores climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, hidroquímicos y bióticos. Por otra parte la presión que ejercen los distintos usos de suelo y las actividades humanas sobre este ecosistema generan impactos de cambios hidrológicos, alteraciones físicas, pérdida de calidad de agua y cambios bióticos.

La calidad ecológica de las aguas del riachuelo Oviedo, ha sido poco estudiada y no se conocen estudios preliminares de sus aspectos biológicos, específicamente aquellos relacionados con las especies presentes de la entomofauna acuática. La bioindicación es una de las herramientas más utilizadas para conocer el estado de un ecosistema, en este caso el de un sistema acuático. Si bien existen muchos trabajos de calidad de agua en la cuenca Madre de Dios, existen pocos trabajos enfocados en la calidad ecológica propiamente dicha.

El principal aporte de esta investigación es que constituye el primer estudio de calidad ecológica en el riachuelo Oviedo, esto nos permitirá un diagnóstico de sus

componentes para su mejoramiento y recuperación, ya que este riachuelo es utilizado para distintas actividades antrópicas y es hábitat de numerosas especies. Así mismo aportará información importante a la Municipalidad Provincial de Tambopata, para posteriores proyectos en la zona.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente la minería aurífera y otras actividades antrópicas vienen alterando la calidad ecológica del riachuelo Oviedo en sus distintos componentes como la pérdida del bosque de ribera, alteración del hábitat fluvial y calidad de agua afectando así a la biota acuática; principalmente por el uso de mercurio, dragas, tala y cambio de uso del suelo.

La minería aurífera formal como ilegal en el corredor minero y zonas de exclusión en la Región de Madre de Dios, sus provincias y distritos; es una actividad perjudicial que vierte mercurio a las fuentes de agua lo que afecta el ecosistema y los poblados adyacentes (Osoreo et al., 2012).

La degradación generada en el riachuelo Oviedo por la minería aurífera, el movimiento de suelos y tala, alteran la calidad ecológica de dicho afluente e incluso podría incidir sobre la biota del río Madre de Dios del cual es tributario y eventualmente estaría influyendo en su calidad ambiental. Por lo anterior la pregunta general de investigación sería ¿Cómo varía la calidad ecológica del riachuelo Oviedo afectado por explotación aurífera en la provincia de Tambopata, Región Madre de Dios?

## JUSTIFICACIÓN

Las aguas del riachuelo Oviedo están destinadas al riego de cultivos, acuicultura, actividades domésticas y recreacionales como también son utilizadas como fuente de agua para los animales domésticos y silvestres, siendo la agricultura y ganadería las principales actividades económicas de las familias ubicadas en la zona. Es necesario realizar distintos monitoreos que permitan conocer la calidad del agua.

Actualmente, no se tiene información sobre la calidad ecológica del riachuelo Oviedo; esta información es importante obtenerla en base a la definición de indicadores ecológicos como son el Índice de Hábitat Fluvial (IHF), Índice de Bosque de Ribera (QBR), la composición y diversidad de macroinvertebrados, el Índice Biological Monitoring Working Party (BMWP), el Índice de Calidad de Agua (ICA), los cuáles completan las variables hidromorfológicas, biológicas y fisicoquímicas necesarias para definir el nivel de su calidad ambiental.

Determinar la calidad ecológica del riachuelo Oviedo afectado por la minería aurífera y otras actividades antrópicas en sus distintos componentes aportará información útil para diagnosticar la situación de su calidad para así poder remediar, recuperar y mejorar su estado natural de conservación como son el bosque de ribera, calidad del agua y bosques adyacentes a este riachuelo, en vista de que es el hábitat de numerosas especies neotropicales.

Los resultados que se obtengan de este estudio permitirán a las autoridades tomar decisiones respecto a reducir la contaminación o tomar medidas preventivas para salvaguardar la salud poblacional; así mismo, aportar recomendaciones en cuanto al manejo de posibles peligros a los pobladores y al medio ambiente, asociados a la calidad ecológica del riachuelo Oviedo.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la calidad ecológica del riachuelo Oviedo, en la provincia de Tambopata, Región Madre de Dios.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el índice de hábitat fluvial (IHF) y el índice de calidad de bosque de ribera (QBR).
- Determinar la composición y diversidad de los macroinvertebrados y el índice BMWP (Biological Monitoring Working Party).

# CAPITULO I

## MARCO TEORICO

### 1.1 ANTECEDENTES

#### 1.1.1 ANTECEDENTES LOCALES

- **Auccahuasi. 2015.-** Determinó la calidad de agua del Río Madre de Dios, tomando como referencia cinco estaciones de muestreo, teniendo como resultado que la diferencia significativa en el pH para algunas estaciones podría estar asociada al vertimiento de aguas residuales de las poblaciones asentadas en las riberas, como a la minería aurífera aluvial en otros casos, además de la agricultura y otras actividades antropogénicas. La diferencia significativa en la temperatura, para algunas estaciones podría estar asociada a la alta transitabilidad de las embarcaciones que utilizan los cuerpos de agua como medios de transporte, como también por las descargas de aguas residuales y residuos sólidos de las poblaciones que habitan en las riberas del río. La diferencia significativa en la turbidez, para algunas estaciones podría estar asociada a la turbulencia del curso de agua. La diferencia significativa en el oxígeno disuelto, para algunas estaciones, estaría asociada a la turbidez que dificulta el paso de luz y consecuentemente reduce la fotosíntesis en la vegetación sumergida, como a la menor turbulencia.
- **Araujo J., et al., 2014.-** En el trabajo sobre biodiversidad de masas de agua sometidas a diferente presión antrópica en el entorno de un área urbana de la Amazonía Peruana (Puerto Maldonado), se estudiaron siete parámetros físico-químicos del agua y la estructura de sus principales comunidades acuáticas: fitoplancton, zooplancton, macroinvertebrados y peces, con el objetivo general de verificar en qué medida cada uno de estos factores es sensible a los impactos humanos. Los muestreos se realizaron en dos épocas del año (lluviosa: diciembre 2011 y transición a época seca: mayo 2012). Los resultados obtenidos ponen de manifiesto que solo las coliformes totales, así como la riqueza específica y diversidad de Shannon (H') para la comunidad de peces fueron sensibles al impacto derivado del vertido de aguas residuales urbanas. En el primer caso se produjo un aumento de los coliformes en las localidades urbanas en periodo de lluvias, mientras que S y H' sufrieron una reducción significativa en estas localidades, con una menor importancia relativa del periodo del año.
- **Autoridad Nacional del Agua (ANA). 2010.-** Realizó un Estudio Diagnóstico Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Río Las Piedras, obteniendo como datos relevantes que su sinuoso recorrido sigue hasta su desembocadura en el río Madre

de Dios. En este punto el río tiene un ancho de 150 m. y un ancho promedio de 120 m. En la parte baja, el río presenta material de fondo con características arcillosas y pedregosas. La velocidad de la corriente es muy alta, con niveles de velocidad media de 1.536 m/s y velocidad máxima de 1.731 m/s, durante Abril y Mayo de 1999 (IIAP 2000). En junio del 2010, a la altura del CCNN Puerto Nuevo se registró un ancho de 105 m, una profundidad promedio de 0.9 m y una máxima de 1.5 m. La velocidad promedio fue de 1 m/s, siendo el caudal de 94 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo, existen estudios de caudales de hasta 1200 m<sup>3</sup>/s.

- **Barra P. 2015.-** Evaluó la calidad de 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 obteniendo los siguientes resultados: se colectaron un total de 10053 individuos, distribuidos en 51 familias, 13 órdenes y 7 clases. Siendo la familia Chironomidae la más abundante con 4521 individuos, representando un 44.97%, seguidos por la clase Hirudinea y Oligochaeta con un total de 1214 (12.08%) y 1021 (10.16%) individuos respectivamente, estos son macroinvertebrados que toleran la contaminación. El índice de diversidad de Shannon-Weaver mostró que la mayor diversidad de macroinvertebrados corresponden a las quebradas West Santa Rosa (WSR) seguido de la quebrada Santo Rosario (SRO)  $H'=2.248$  y  $H'=2.218$  respectivamente; la cual ratifica a los resultados obtenidos con los índices EPT y BMWP; así mismo las quebradas de "La Joya" y "Mazuko" mostraron ser las más degradadas al registrar menores valores de Índice de Shannon-Weaver  $H'=1.16$  y  $H'=1.08$  respectivamente, la cual también ratifica a los resultados obtenidos con los índices EPT y BMWP.

- **Guevara H. 2013.-** Realizó un estudio de evaluación de la comunidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera, en la cuenca del río Madre de Dios, en las zonas de Quebrada Puente Grande, perteneciente a la Reserva Nacional de Tambopata y Quebrada Fundo Concepción perteneciente al refugio INKATERRA, donde identificó un total de 20078 individuos agrupadas en 156 taxa demostrando así la alta capacidad e importancia de los bancos vegetados para albergar una gran diversidad de macroinvertebrados acuáticos inclusive en áreas medianamente perturbadas. Así mismo afirmó que algunas quebradas ubicadas en zonas conocidas por su minería demostraron estar sometidas a otros impactos como urbano, demostrando así que la actividad minera va ligada generalmente a otros impactos. Resaltó la importancia de los coleópteros, especialmente de los élmidos como organismos predominantes en sustratos de bancos vegetados, disminuyendo conforme la integridad de la quebrada es alterada. Así mismo, de acuerdo al análisis SIMPER, después de los quironómidos (las cuales aparecieron en todas las estaciones), ciertos géneros como *Macrelmis*, *Xenelmis*, *Stegoelmis*, *Phanocerus* y un género élmido no

identificado (Género X) serían representativos de áreas conservadas, mientras que *Hexacylloepus* sería representativo de áreas degradadas.

- **Osores, et al., 2012.-** Realizaron un muestreo sobre las especies de peces más consumidas en la ciudad de Puerto Maldonado, tomado como un único punto de muestreo el Mercado Central de Puerto Maldonado, con una muestra de músculo dorsal limitada a cinco especímenes por especie cuyo origen de pesca es de difícil determinación salvo los provenientes de piscigranjas.

Para esto utiliza espectrometría por absorción atómica para mercurio. En el estudio encuentra tres especies de doce que sobrepasan los niveles permisibles de mercurio en el pescado crudo, siendo las especies con concentraciones más altas de Hg las de naturaleza carnívora (de posición alta en la cadena alimenticia).

- **Ortega H, et al., 2009.-** En este trabajo se aplicaron índices biológicos de calidad ambiental y conservación, basados en el monitoreo biológico realizado entre los años 2003 y 2009, en cinco localidades del río Bajo Urubamba. Fueron estudiadas las comunidades del plancton, bentos y peces. La diversidad del plancton comprendió 170 especies, basadas principalmente en Chlorophyta y Bacillariophyta. El bentos incluyó 112 especies, principalmente larvas y adultos de Arthropoda (Insecta). La diversidad de peces, incluye 176 especies, representadas por 26 familias y seis órdenes. El Índice Ephemeroptera + Plecoptera + Trichoptera (%EPT), califico el área de estudio entre normal a muy buena calidad. El índice de Integridad Biológica (IBI) que determina el estado de conservación de los ambientes acuáticos, dio los mayores valores en Miraría y Sepahua. La elevada diversidad de las comunidades estudiados estaría relacionada a la heterogeneidad de hábitats y mayores recursos observados en la parte baja del área de estudio.

- **Patilla B. 2014.-** Realizó una evaluación de la calidad de agua y sedimentos del Río Tambopata, describiendo lo siguiente:

De la evaluación preliminar de los parámetros físicos del agua se comparó solo con los parámetros establecidos por ECA, así como el pH y OD. Los cuales en el pH solo la estación uno (E1) muestra por debajo del límite permisible que tiende a acidez con un promedio de 6.4 de pH en relación a los demás estaciones dos y tres (E2 y E3) que no muestran acidez, en OD se tiene el nivel esperado manteniéndose por encima del límite máximo permisible por ECA, con un promedio total de 7.63 mg/L. Al efectuar la comparación de los resultados obtenidos en el río Tambopata, obtenemos diferencias significativas en parámetros físicos en pH, T° y Conductividad en relación a la turbidez y oxígeno disuelto, indicando que hubo mayor acidez en la estación uno (E1) con menor T° en la estación uno (E1) y menor conductividad en la estación uno (E1).

- **Vargas, Gabriel (2014).** Realizó una evaluación para determinar la calidad de agua del río Marisco, Santiago-Cusco. Donde identificó 13 órdenes y 25 familias de invertebrados acuáticos siendo la familia Chironomidae la más

abundante. Según el índice IBF la calidad del agua en la zona 1 es muy buena con un IBF de 4, en la zona 2, 3, 5 relativamente malo con IBF de 6 y para la zona 4 malo con IBF de 7.

### 1.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Rodríguez, 2016.-** Determinó que la actividad minera a cielo abierto muestra menos cantidad de microorganismos, particularmente de bacterias y nematodos, independientemente del material de extracción.

- **Salcedo S. 2013.-** Realizó un estudio de Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua. Teniendo los siguientes resultados:

Se registraron un total de 123 taxones de 47 familias (101 taxones en la cuenca alta, 77 en la cuenca media y 55 en la cuenca baja). La mayor abundancia de macroinvertebrados se presentó en la cuenca media. El IBA resultó ser de “muy buena” calidad para la cuenca alta, media y baja, pero al combinarse este índice con el QBR-And, para elaborar el Índice ECOSTRIAND, se observó que el estado ecológico de las cuencas alta y media fueron de “muy buena” calidad y de la cuenca baja fue “regular”. El método de muestreo de limpieza de piedras fue el que permitió coleccionar la mayor cantidad de taxones. Las mejores condiciones de hábitat fluvial, de vegetación ribereña y de estado ecológico, tras la aplicación de los índices IHF, QBR-And y ECOSTRIAND, se encuentran en la cuenca alta. Conclusiones: Los resultados indican que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la calidad del agua, y ésta, sobre la comunidad de macroinvertebrados.

- **Villamarín et al. 2014.** Su estudio demostró que los parámetros relacionados con el hábitat y la ribera son muy importantes en la diferenciación de los ríos independientemente de su latitud y altitud y por lo tanto la tercera hipótesis que aseguraba que los factores locales podían cambiar los patrones a mayor escala es cierta. Este resultado, es relevante ya que no había sido reportado en estudios anteriores, incluyendo la revisión de Jacobsen (2008). De esta forma, nuevos estudios que se realicen de los ríos altoandinos deberían considerar la influencia del hábitat y el bosque de ribera como un factor clave. Así, el QBR-And (Acosta et al., 2009) aplicado en la zona de estudio muestra grandes cambios en la calidad del bosque de ribera, tanto en los ecosistemas de altura (páramos y punas) como en los de zonas bajas. Las localidades de la zona alta (páramos y punas) muestran una mayor proporción de lugares con valores altos de calidad del bosque de ribera.

- **Acosta R. et al. 2008:** Presentaron un protocolo rápido de evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA), situados sobre los 2000 m.s.n.m, desde los Andes del Norte (Venezuela) hasta el Altiplano de los Andes Centrales (Bolivia). Establecieron 42 estaciones de muestreo en la cuenca del río Cañete en Perú. Además del estudio de los macroinvertebrados bentónicos (ABI), se evaluó el índice biótico fluvial (IHF), la comunidad vegetal de ribera a través de la aplicación

del índice QBR-And respectivamente. Estos índices han sido adecuadamente adaptados a las condiciones y características propias de los ríos altoandinos. Obteniendo los siguiente resultados en Perú: QBR-And: 75 (Bosque ligeramente perturbado, calidad buena) IHF: 60 (con limitaciones) Y ABI 74 (muy buena calidad).

### 1.1.3 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **Castellanos, P. M. & C. Serrato (2006)** Determinaron la diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander, Colombia. Reportaron un total de 4845 individuos de macroinvertebrados acuáticos que fueron colectados, pertenecientes a 63 taxones de 30 familias y 12 órdenes. El orden más diverso fue Díptera con 32 especies, alcanzando una representatividad del 50.8% de los taxones.
- **Rios B. et al. (2008):** Presentaron un protocolo rápido de evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (CERA), situados sobre los 2000 m.s.n.m, desde los Andes del Norte (Venezuela) hasta el Altiplano de los Andes Centrales (Bolivia). Establecieron 42 estaciones de muestreo en la cuenca del río Cañete en Perú. Además del estudio de los macroinvertebrados bentónicos (ABI), se evaluó el índice biótico fluvial (IHF), la comunidad vegetal de ribera a través de la aplicación del índice QBR-And respectivamente. Estos índices han sido adecuadamente adaptados a las condiciones y características propias de los ríos altoandinos. Obteniendo los siguiente resultados en Perú: QBR-And: 75 (Bosque ligeramente perturbado, calidad buena) IHF: 60 (con limitaciones) Y ABI 74 (muy buena calidad).
- **Medianero & Samaniego (2004).** Realizaron un monitoreo de las aguas del río Curundú en Panamá, donde colectan un total de 57 taxones, 51 géneros y 7100 individuos durante 13 meses de muestreo. Los géneros *Chironomus*, *Dalypedium*, de la familia Chironomidae. (díptera), representa el 73% del total de insectos encontrados en el río.
- **Rodríguez, G. et al. (2003).** La diversidad del zoobentos en el Río del Valle (Catamarca) En el análisis preliminar de la biodiversidad del macrobentos para determinar la calidad de las aguas en la cuenca del río Valle en Argentina, encontró 38 taxones de macroinvertebrados que corresponden a 6 Phylum, de la cadena trófica.

## **1.2 GENERALIDADES**

### **1.2.1 CALIDAD ECOLÓGICA**

Los estudios de calidad ecológica tienen como objetivo la caracterización tipificación y clasificación de los componentes de un ecosistema, estableciendo condiciones de referencia para la protección de estos.

Estos estudios se realizarán mediante la aplicación de diferentes protocolos de evaluación en función tanto de indicadores biológicos (peces, diatomeas, macrófitos macroinvertebrados, etc) como de elementos hidromorfológicos y fisicoquímicos (CAASA, 2000).

### **1.2.2 CALIDAD ECOLÓGICA DE LOS RÍOS**

Hablar de calidad ecológica de los ríos es hablar de su salud o su funcionamiento como ecosistemas. La calidad ecológica es una medida integral del estado en el que se encuentra el ecosistema e incluye la evaluación tanto de los alrededores del río como del ambiente acuático. En otras palabras, es un diagnóstico que integra información sobre el bosque de ribera y las áreas adyacentes, el canal y el lecho del río (características hidromorfológicas), y los organismos que los habitan (peces, macroinvertebrados, algas, o bacterias) (CERAS, 2011).

Se miden una serie de características que pueden ser origen de la degradación de las comunidades acuáticas. Para la caracterización ecológica del tramo se evalúan tres tipos de variables: biológicas, hidromorfológicas y físico-químicas (Rivas, 2010).

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

Es importante, conocer la calidad ecológica de los ríos, ya que muchas personas utilizan agua de ríos que reciben gran cantidad de contaminación a su paso por tierras agrícolas o ganaderas, poblados y ciudades (Yanque P. 2014).

#### **1.2.2.1 ECOSISTEMA FLUVIAL**

Un río es mucho más que un curso de agua. Así, el cauce de un río está formado por el lecho, el agua con sus características físico-químicas e hidráulicas y los sedimentos. Los sedimentos juegan un papel muy importante ya que en su zona superficial se encuentran los macroinvertebrados que son la base de la cadena trófica del río. Existen además una serie de factores que intervienen en el cauce,

como el perfil longitudinal, además de las secciones, que son fundamentales para entender la dinámica fluvial. Debe también tenerse en cuenta que el río es un sistema con dimensión longitudinal, quizás la más aparente, pero también con dimensión transversal y profundidad, cuando el río se conecta con el acuífero. La base del ecosistema fluvial son las relaciones entre todos sus elementos siendo también muy importante la variabilidad anual y entre años en las condiciones hidráulicas.

En definitiva, un río hay que entenderlo como un corredor de agua y sedimentos en el que se produce, en un marco espacial muy amplio, una interacción dinámica y permanente de elementos abióticos y bióticos. (Fernández J. 2014).

#### **1.2.2.2 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)**

El Índice de Hábitat Fluvial (IHF) valora aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente, como son la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión del sustrato, sedimentación en pozas, así como la diversidad y representación de sustratos. Este índice de fácil replicabilidad, combina adecuadamente las variables abióticas que más pueden incidir en las comunidades fluviales (Pardo et al., 2002).

#### **1.2.2.3 ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)**

El QBR es pues una medida de las diferencias existentes entre el estado real de las riberas y su estado potencial, de modo que el nivel de calidad es máximo sólo cuando las riberas evaluadas no presentan alteraciones debidas a la actividad humana (Munné et al. 1998).

#### **1.2.2.4 LOS MACROINVERTEBRADOS COMO BIOINDICADORES**

Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua fueron introducidos como medio de reflexión para el ciudadano (y las escuelas) a principios de la década de los 80, a través de diversos materiales de los cuales han sido autores dos de los firmantes de este trabajo, como el juego de rol que editó la Diputación de Barcelona titulado “Joc de l’Aigua” o los materiales creados para los inicios del “Projecte Rius”, o más recientemente una adaptación para los ríos altoandinos. Todos estos materiales provienen de los trabajos de investigación sobre este tema que el grupo de investigación F.E.M. (Freshwater Ecology and Management) de la Universidad de Barcelona lleva realizando desde el año 1978 (Ríos, 2004).

Los macroinvertebrados son los de más amplia aceptación, dadas las siguientes ventajas: a) son abundantes, de amplia distribución y fáciles de recolectar, b) relativamente fáciles de identificar, si se comparan con los otros grupos menores,

c) son sedentarios en su mayoría y reflejan las condiciones locales, d) poseen ciclos de vida largos, d) son apreciables a simple vista, e) se pueden cultivar en laboratorio, f) varían poco genéticamente, g) responden rápidamente a los tensores ambientales (Prat, 1998).

#### **1.2.2.5 INDICE DE SHANNON**

El índice de Shannon o Shannon-Wiener o simplemente índice de Shannon ha sido utilizado en ecología y otras ciencias como indicador de biodiversidad. Este índice fue creado originalmente para ser usado como medida de entropía en cadenas de caracteres, en el contexto de la teoría de la información (Laura P. 2006).

#### **1.2.2.6 INDICE DE JACCARD**

El coeficiente de Jaccard / Tanimoto es una de las métricas utilizadas para comparar la similaridad y diversidad de conjuntos de pruebas. Relaciona el número de especies compartidas con el número total de especies exclusivas. Utiliza la razón del conjunto interceptante al conjunto de unión como la medida de similaridad. Es decir, es igual a cero si no hay elementos que intercepten e igual a uno si todos los elementos interceptan (Laura P. 2006).

#### **1.2.2.7 INDICES BIÓTICOS**

La aplicación de índices bióticos a través de la utilización de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores, se ha desarrollado a nivel mundial. Dentro de los índices más ampliamente aplicados se puede mencionar el siguiente:

#### **INDICE BIOLÓGICO BMWP (Biological Monitoring Working Party)**

El Biological Monitoring Working Party fue determinado en 1970 en Inglaterra, como un método sencillo y rápido para evaluar la calidad del agua usando macroinvertebrados como bioindicadores. El método solo requiere llegar hasta el nivel de familia y los datos son cualitativos. La bioindicación se remonta a los años setenta, cuando por primera vez se realizó un estudio de la fauna de macroinvertebrados como indicadores del grado de contaminación del río donde se realizaron estudios fisicoquímicos y biológicos utilizando los macroinvertebrados como indicadores de la calidad de agua. Con base en el conocimiento que actualmente se tiene sobre los diferentes grupos de macroinvertebrados hasta el nivel de familia, se propone utilizar el método BMWP, como una primera aproximación para evaluar los ecosistemas acuáticos de la zona de estudio (Alba-Tercedor & Sanchez Ortega, 1988).

#### **1.2.2.8 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)**

El índice de calidad de agua consiste en la evaluación de la naturaleza química, física y biológica, en relación con la calidad natural, acción antrópica y posibles

usos. Son herramientas prácticas que reducen un gran número de parámetros a una expresión sencilla en un marco de análisis permitiendo el entendimiento de la calidad de un cuerpo de agua. El “ICA”, define la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos prioritarios que este pueda tener. Estos Índices son llamados de “Usos Específicos” (ANA, 2010).

El uso de los índices, como expresiones matemáticas y las pruebas estadísticas es simple, pero su valor como indicadores ecológicos depende del grado de conocimiento que se tenga de las especies que hacen parte de las comunidades acuáticas y el criterio con el que se usen.

El Índice de calidad de agua propuesto por Brown es una versión modificada del “WQI” que fue desarrollada por La Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU. (NSF), que en un esfuerzo por idear un sistema para comparar ríos en varios lugares del país, creó y diseñó un índice estándar llamado WQI (Water Quality Index) que en español se conoce como: INDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) (ANA, 2010).

Este índice es ampliamente utilizado entre todos los índices de calidad de agua existentes siendo diseñado en 1970, y puede ser utilizado para medir los cambios en la calidad del agua en tramos particulares de los ríos a través del tiempo, comparando la calidad del agua de diferentes tramos del mismo río además de comparar lo con la calidad de agua de diferentes ríos alrededor del mundo. Los resultados pueden ser utilizados para determinar si un tramo particular de dicho río es saludable o no (ANA, 2010).

Para la determinación del “ICA” interviene 9 parámetros, los cuales son:

A) **OXIGENO DISUELTO (OD):** Es un parámetro indicativo de la calidad de agua. Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, algunos peces y otros organismos no pueden sobrevivir. Los niveles bajos de OD pueden encontrarse en áreas donde el material orgánico (vertidos de depuradoras, granjas, plantas muertas y materia animal) está en descomposición. Las bacterias requieren oxígeno para descomponer desechos orgánicos y, por lo tanto, disminuyen el oxígeno del agua (Roider, 1998).

B) **TEMPERATURA:** La temperatura del agua tiene una gran importancia en el desarrollo de los diversos procesos que en ella se realizan, de tal forma que un aumento de la temperatura modifica la solubilidad de las sustancias, aumentando la de los sólidos disueltos y disminuyendo la de los gases. La actividad biológica aproximadamente se duplica cada diez grados (ley del Q10), aunque superando un cierto valor característico de cada especie viva, tiene efectos letales para los

organismos. Un aumento anormal (por causas no climáticas) de la temperatura del agua, suele tener su origen en el vertido de aguas utilizadas en procesos industriales de intercambio de calor (Roider, 1998).

C) **pH:** Es una medida de acidez o alcalinidad de una disolución. El pH indica la concentración de iones hidronio  $[H_3O]^+$  presentes en determinadas disoluciones. Las aguas con valores de pH menores de 7 son aguas ácidas y favorecen la corrosión de las piezas metálicas en contacto con ella, y las que poseen valores superiores a 7 se denominan básicas y producen la precipitación de sales insolubles (incrustaciones). En las medidas de Ph hay que tener presente que estas sufren variaciones con la temperatura y que los valores indicados son para 20°C (SENAMHI, 2007).

D) **TURBIDEZ:** La turbidez de un cuerpo de agua se debe a la presencia de materiales en suspensión finamente divididos i/o disueltos como: arcillas, limos, sílice, materias orgánicas etc., la apreciación de la abundancia de estas materias se da por el grado de turbidez aunque no es un parámetro con valor indicador absoluto, es uno de los que habitualmente se emplean para caracterizar la calidad del agua, ya que una alta turbidez suele estar asociada a una baja calidad para ciertos usos. Esta será tanto más débil es más apta para el consumo humano (Pinilla, 1998).

E) **DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO):** El ensayo supone la medida de la cantidad de oxígeno consumido por organismos vivos en la utilización de la materia orgánica presente en un residuo; por tanto, es necesario garantizar que durante todo el periodo de ensayo exista suficiente oxígeno disuelto para ser utilizado por los organismos (Navarro, 2007).

F) **SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES:** Los TDS (Total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H<sub>2</sub>O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión. Sólidos en suspensión son partículas / sustancias que ni se disuelven ni se asientan en el agua, tales como pulpa de madera. En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua (Navarro, 2007).

G) **NITRATOS:** Los nitratos son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa (NO<sub>3</sub>-), no tienen color ni sabor y se encuentran en la naturaleza disueltos en el agua. Su presencia natural en las aguas superficiales o subterráneas es consecuencia del ciclo natural del nitrógeno, sin embargo, en determinadas zonas ha habido una alteración de este ciclo en el

sentido de que se ha producido un aumento en la concentración de nitratos, debido fundamentalmente a un excesivo uso de abonos nitrogenados y a su posterior arrastre por las aguas de lluvia o riegos (Palomares, 2015).

H) **FOSFATOS:** Los compuestos del fósforo son nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización. Tan sólo 1 g de fosfato-fósforo (PO<sub>4</sub>-P) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas. Cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno de alrededor de 150 g. (Putz, 2000).

I) **COLIFORMES TERMOTOLERANTES:** Las bacterias del grupo de los coliformes totales que son capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C se conocen como coliformes termotolerantes. En la mayoría de las aguas, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* también son termotolerantes. *Escherichia coli* se puede distinguir de los demás coliformes termotolerantes por su capacidad para producir indol a partir de triptófano o por la producción de la enzima β-glucuronidasa. *E. coli* está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal, aunque hay indicios de que puede crecer en suelos tropicales. Entre las especies de coliformes termotolerantes, además de *E. coli*, puede haber microorganismos ambientales (Ashbolt, et al., 2001)

#### **1.2.2.9 LOS MICROORGANISMOS COMO BIOINDICADORES**

El control de la calidad microbiológica del agua de consumo y de desecho, requiere de análisis dirigidos a determinar la presencia de microorganismos patógenos; los agentes involucrados en la transmisión hídrica son las bacterias, virus y protozoos, que pueden causar enfermedades con diferentes niveles de gravedad, desde gastroenteritis simple hasta casos fatales de diarrea, disentería, hepatitis o fiebre tifoidea. El diagnóstico y posterior recuperación de las fuentes de agua naturales contaminadas, debe hacerse además, teniendo en cuenta las implicaciones que en términos ecológicos y sanitarios representa la degradación del recurso (Arcos, et al., 2005).

#### **1.2.3 ACTIVIDAD MINERA EN MADRE DE DIOS**

Desde la década de 1970 la fiebre del oro ha atraído a centenares de miles de mineros a la Amazonía y provocado serios impactos en los ecosistemas, los más complejos y biodiversos del planeta. La minería aurífera en suelos aluviales de la Amazonía se está expandiendo en los últimos años más rápidamente que en cualquier época histórica, debido a los altos precios del oro, con enormes costos

para la salud humana y para el ambiente. Se calcula que hay entre 300 000 y 400 000 mineros en toda la cuenca amazónica, y desde 1980 han vertido a los ríos amazónicos unas 3 000 toneladas de mercurio (Webb, 2004).

La zona aurífera de Madre de Dios comprende las cuencas y las subcuencas de los ríos Madre de Dios, Inambari, Colorado, Tambopata y Malinowski. Los mineros inicialmente explotaban los yacimientos auríferos en suelos aluviales con métodos manuales artesanales, como lampas, canaletas y bateas. Con el transcurrir del tiempo los métodos de extracción del oro se han ido sofisticando, lo que ha permitido incrementar los volúmenes extraídos pero que también ha contribuido a la rápida degradación del medio ambiente debido a la contaminación con mercurio, hidrocarburos y otros desechos, la deforestación masiva, la compactación del suelo, etc. Hoy utilizan equipos pesados como dragas, arrastre y carancheras; en las terrazas aluviales, luego de talar el bosque, utilizan el método de la “chupadera”, con ayuda en ocasiones de camiones y cargadores frontales o “shute”, de los que se calcula que operan más de 500 (Pautrat, 2001).

### **1.2.3.1 ACTIVIDAD MINERA Y ECOSISTEMAS FLUVIALES**

Las dragas que operan en los cauces de los ríos ejercen un gran impacto sobre los ecosistemas, tanto de corto como de largo plazo, por varias causas: contaminan seriamente el agua al remover enormes cantidades de sedimentos; alteran gravemente el lecho y las riberas de los ríos (incluyendo la vegetación ribereña), provocando mayores inundaciones; al remover y acumular grava y fango de forma irregular, alteran las características limnológicas del agua y destruyen los hábitats de muchos organismos acuáticos. También producen una alteración del cauce de los ríos que tiene impactos dramáticos tanto en la dinámica e hidrología de los ríos como en las comunidades bióticas asociadas (CERAS, 2011).

En zonas donde existe dragado constante el crecimiento de los peces es seriamente afectado, porque la excesiva turbidez disminuye la disponibilidad de oxígeno y alimento, y también la resistencia a enfermedades, porque los peces reaccionan a la excesiva carga de sólidos en suspensión produciendo mucus, y éste atrae hongos y bacterias. La excesiva carga de sedimentos también puede dañar las branquias de los peces por abrasión (hiperplasia) y pueden morir por asfixia (Clark, 1995).

La alteración, y con frecuencia destrucción total de la vegetación de las orillas de los ríos por el dragado elimina la cobertura y sombra para los peces, haciendo a los peces más susceptibles a predadores, e incrementa la temperatura del agua, lo que reduce la cantidad de oxígeno disuelto disponible para la fauna y la flora acuáticas. (Clark, 1995).

## **CAPITULO II**

### **ÁREA DE ESTUDIO**

El riachuelo Oviedo se encuentra ubicado en la parte noreste de la ciudad de Puerto Maldonado con una longitud de 3.78 km y una anchura promedio de 5.6 m. Hidrológicamente corresponde a la cuenca del río Madre de Dios.

#### **2.1 UBICACIÓN**

##### **UBICACIÓN POLÍTICA**

- Región: Madre de Dios
- Provincia: Tambopata
- Distrito: Las Piedras

##### **UBICACIÓN GEOGRÁFICA**

##### **LÍMITES**

El afluente Oviedo presenta los siguientes límites:

- Por el Norte, con el centro poblado La Victoria
- Por el Sur, con el centro poblado El Triunfo
- Por el Este, con el centro poblado La Victoria
- Por el Oeste, con el distrito Las Piedras

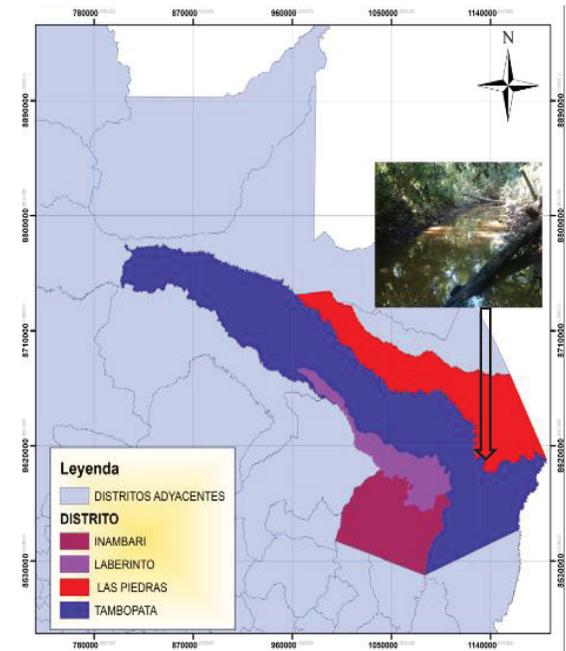
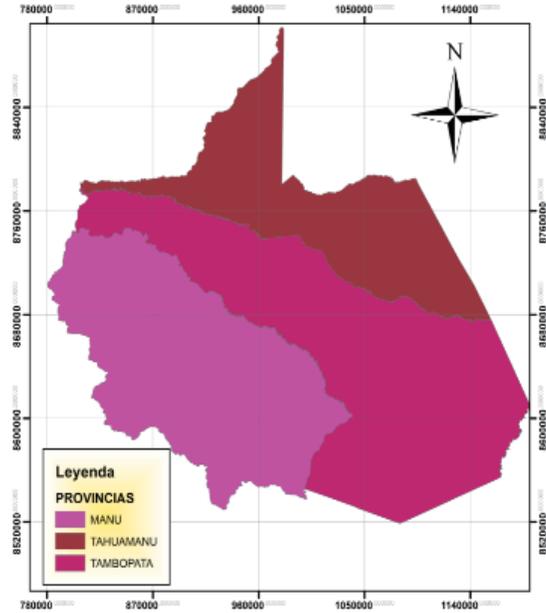
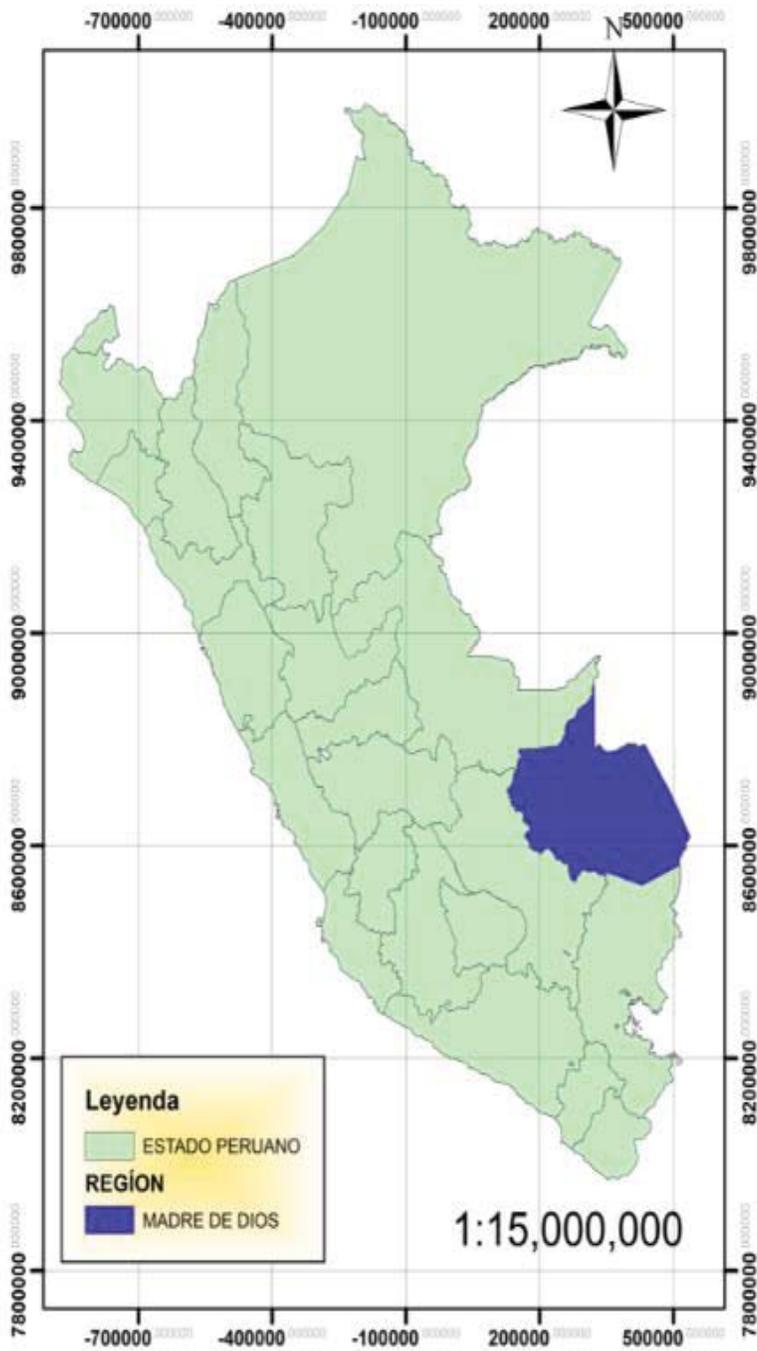
##### **ALTITUD**

El riachuelo Oviedo varía altitudinalmente desde los 203m. en el distrito La Victoria, hasta 180m. en su desembocadura en el Río Madre de Dios (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana., 2006).

#### **2.2 ACCESIBILIDAD.**

La zona de estudio está ubicada en la región de Madre de Dios, Provincia de Tambopata, distrito Las Piedras, en la localidad de la Cachuela-Oviedo ubicado al Nor-Este de la ciudad de Puerto Maldonado. Tiene acceso directo desde la ciudad del Cusco a través de la Ruta Interoceánica Sur hasta la ciudad de Puerto Maldonado (10 horas de viaje).

IMAGEN 01: Mapa de ubicación del área de estudio.



## **2.3 GEOLOGÍA**

El Distrito Las Piedras en su conjunto se caracteriza por estar conformada de una monótona sucesión de areniscas rojizas de grano grueso a medio en capas gruesas principalmente de lodolitas rojizas que se intercalan con limoarcilitas también del mismo color. Las areniscas se caracterizan por ser de litofacies arcósicas y grauváquicas, de conspicuo color rojo brunáceo, que aparecen en capas generalmente gruesas a medianas. Por su parte las limoarcilitas y limolitas se caracterizan por ser de facies grauváquicas de estructuras tanto maciza como laminar. El color puede, en algunos casos variar a gris verdoso. Generalmente son de poca consistencia. En la parte inferior, reporta algunas intercalaciones de pelitas calcáreas ocasionalmente. Se intercalan algunas areniscas de grano fino, de color brunáceo, en capas medianas a gruesas; puede presentar estratificación sesgada. Esta unidad que representa gran parte del paleógeno y del Neógeno, es una secuencia de rocas sedimentarias que tiene como característica su carácter clástico y su coloración rojiza, siendo de origen continental, depositadas en un medio fluvial y con llanuras inundables. Las formas de sus afloramientos son de colinas redondeadas con pendientes suaves, en las que se forma un drenaje dendrítico (Monge et al., 1997).

## **2.4 HIDROGRAFÍA**

En la unidad hidrográfica del río Madre de Dios y sus 08 Unidades que la conforman (entre estas el sector La Cachuela-Oviedo) y en la Unidad Hidrográfica del río Acre, se presume un gran potencial de reservas explotables de agua subterránea; sin embargo, la insuficiencia de estudios hidrogeológicos dificulta la identificación de las nuevas áreas favorables para la explotación de aguas subterráneas a nivel de cuencas hidrográficas (Ordoñez., 2011).

Las reservas de aguas subterráneas representan el volumen de agua almacenada en el reservorio acuífero. Las aguas subterráneas son parte del ciclo hidrológico. Parte del agua que cae por la precipitación se incorpora a los lagos, ríos, arroyos y océanos y otra parte es absorbida por la vegetación, la cual transpira el agua de nuevo hacia la atmósfera. El agua que no se evapora directamente de los lagos y ríos o es transpirada por las plantas, se filtra a través del subsuelo y pasa a formar los acuíferos subterráneos, los cuales posteriormente se incorporan en algunos casos a los cauces existentes (Ordoñez., 2011).

Cabe precisar que el riachuelo Oviedo tiene su origen en aguas subterráneas y su desembocadura en el río Madre de Dios.

## 2.5 CLIMA

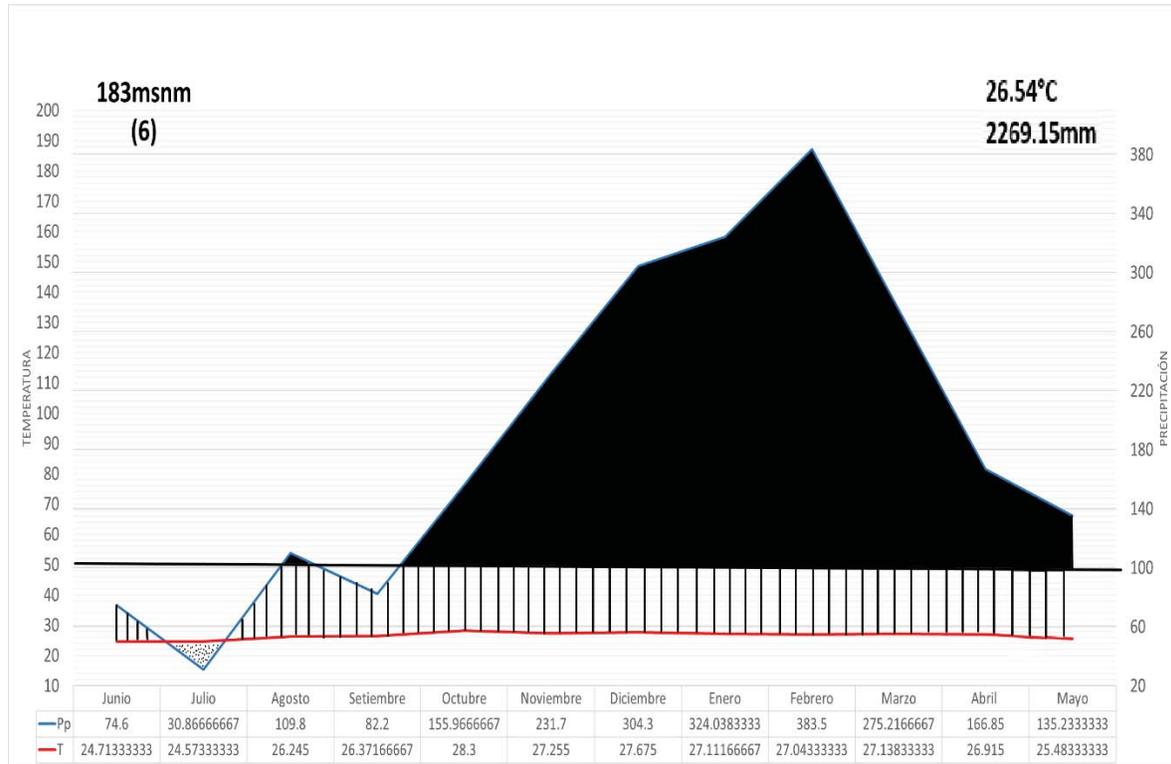
Se utilizaron datos que fueron proporcionados en la Estación Meteorológica de Puerto Maldonado para la elaboración del respectivo climatodiagrama correspondientes a 6 años de evaluación, desde el 2012 al 2017.

**TABLA 01: DATOS CLIMÁTICOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA DE PUERTO MALDONADO PERIODO 2012 – 2017**

<b>MESES</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Enero	324.74	27.15
Febrero	383.52	27.03
Marzo	275.1	27.23
Abril	166.85	26.91
Mayo	135.88	25.36
Junio	74.32	24.78
Julio	30.94	24.49
Agosto	109.7	26.16
Septiembre	82.36	26.12
Octubre	156.62	28.3
Noviembre	231.55	27.3
Diciembre	304.37	27.7
PROMEDIO MENSUAL		26.54
SUMATORIA ANUAL	2269.15	

Fuente: SENAMHI 2017

## GRAFICO 01: CLIMATODIAGRAMA ESTACION METEOROLOGICA DE PUERTO MALDONADO (6 AÑOS)



Fuente propia, elaborado en base a la tabla 01 (2017).

Se observa que la temporada de lluvias inicia a fines de setiembre hasta mediados de mayo con una sumatoria anual de 2269.15mm.

Mientras que entre los meses de junio hasta mediados de setiembre se da la temporada de bajas precipitaciones con una precipitación mínima de 30.9mm en julio.

Desde inicios de noviembre hasta mediados de marzo se observa una temporada de alta precipitación superior a 180mm. con un pico máximo de 383.5mm. en el mes de febrero.

## **2.6 ZONAS DE VIDA.**

La Región Madre de Dios, presenta 13 zonas de vida perfectamente definidas y 3 zonas de transición (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana., 2006):

**En caso de la zona de estudio (Riachuelo Oviedo) específicamente la zona de vida definida es el Bosque húmedo – Tropical, bh-T.**

El promedio anual de precipitaciones esta entre 2000 y 4000 mm, es propio de las zonas tropicales/ecuatoriales en las que no existe una verdadera estación seca, pues se presentan lluvias casi todo el año. No hay frentes, el calor origina tormentas convectivas todas las tardes y hay un ambiente siempre saturado de humedad. Las temperaturas son altas con oscilaciones diarias mayores que las oscilaciones anuales y la radiación solar es muy intensa, aunque solo un 2% llega al suelo.

Las selvas tropicales, prácticamente se autoabastecen de agua. Las plantas liberan agua a la atmósfera a través de un proceso llamado transpiración. Esta humedad ayuda a que se forme la espesa nube que cubre la mayoría de las selvas tropicales. Incluso cuando no llueve, estas nubes mantienen la selva cálida y húmeda. La temperatura promedio de esta zona de vida varía entre los 26°C a más. (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana., 2006).

**2.7 FLORA.-** En la cuenca del riachuelo Oviedo se observa la presencia de diferentes formaciones vegetales y asociaciones representativas de especies arbóreas, arbustivas, sub arbustivas y herbáceas. Es importante mencionar también que los bosques observados son secundarios, es decir que presentan algún disturbio o perturbación de su ecosistema, causado u originado naturalmente por fenómenos atmosféricos, geológicos, fauna silvestre, entre otros, o bien por el hombre. También porque poseen especies pioneras como *Cecropia sp*, *Inga sp.*, etc (Stockdale et al. 2008).

**TABLA 02:** Ejemplos de especies arbóreas, arbustivas y liana encontradas en la zona

<b>Especies arbóreas</b>	<b>Especies arbustivas</b>	<b>Reporte de una especie de liana</b>
<i>Cecropia sp.</i>	<i>Bixia sp.</i>	<i>Bauhinia sp.</i>
<i>Brossimun sp.</i>	<i>Sapium glandulosum</i>	
<i>Ficus sp.</i>	<i>Cestrum sp</i>	
<i>Inga sp.</i>	<i>Eugenia sp.</i>	
<i>Protium sp.</i>	<i>Miconia sp</i>	
<i>Tachigali sp.</i>	<i>Siparuna sp.</i>	
<i>Attalea phalerata</i>	<i>Acalipha sp.</i>	
<i>Jacaranda copaia</i>	<i>Cordia nodosa</i>	
<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Schefflera sp.</i>	
<i>Bactris gasipaes</i>	<i>Teobroma sp.</i>	
<i>Parkia sp.</i>	<i>Palicourea sp.</i>	
<i>Triplaris sp.</i>		
<i>Erythrina sp.</i>		

**2.8 FAUNA.-** Debido a sus particulares condiciones climáticas y geográficas, en esta zona se desarrolla una alta diversidad reconocida mundialmente, tanto por la cantidad de especies registradas, como por su alto número de endemismos. Hasta el momento, se tiene noticia de un estimado de 218 especies de mamíferos, 123 de reptiles, 124 de anfibios, 260 de peces y 852 de aves (Figuroa & Stucchi. 2010) de los cuales se citan algunos ejemplos:

**TABLA 03:** Ejemplos de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos encontrados en la zona

<b>Especies de anfibios</b>	<b>Especies de reptiles</b>
<i>Hyla Rhodopepla</i> (Rana arborícola)	<i>Plica umbra</i> (Plica plica)
<i>Hyla Schubarti</i> (Rana arborícola)	<i>Stenocercus fimbriatus</i> (Lagartija)
<i>Phyllomedusa palliata</i> (Rana)	<i>Enyaloides laticeps</i> (Lagartija)
<i>Ameeraga Trivittata</i> (Rana venenosa)	<i>Ameiva ameiva</i> (Ameiva verde)
<i>Allobates trilineatus</i>	<i>Gonatodes humeralis</i> (Gecko)
<i>Rhaebo glaberrimus</i>	<i>Boa constrictor</i> (Boa constrictora)
<i>Rhinella marina</i>	<i>Caiman crocodylus</i> (Caimán)
<i>Rhinella margaritifera</i>	<i>Geochelone denticulata</i> (Tortuga)
<i>Dendropsophus bokermanni</i>	<i>Bachia trisanale</i> (Lagarto)
<i>Dendropsophus leali</i>	<i>Platemys platicephala</i> (Charapita)
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	<i>Dipsas indica</i> (Serpiente caracol)

<b>Especies de aves</b>	<b>Especies de mamíferos</b>
<i>Pandion haliaetus</i> (Águila pescadora)	<i>Alouatta seniculus</i> (Mono aullador rojo)
<i>Harpia harpyja</i> (Águila arpía)	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Capibara)
<i>Ara macao</i> (Guacamayo)	<i>Pteronura brasiliensis</i> (Nutria gigante)
<i>Cyanocorax yncas</i> (Chara verde)	<i>Panthera onca</i> (Jaguar)
<i>Rupicola peruviana</i> (Gallito de las rocas)	<i>Priodontes maximus</i> (Armadillo gigante)
<i>Anodorhynchus Hyacinthinus</i> (Guacamayo jacinto)	<i>Myrmecophaga tridactyla</i> (Oso hormiguero gigante)
<i>Psarocolius bifasciatus</i> (Oropéndola)	<i>Dinomys branickii</i> (Machetero)
<i>Pulsatrix perspicillata</i> (Lechuzón de anteojos)	<i>Mazama americana</i> (Venado colorado)
<i>Topaza pella</i> (Colibrí topacio)	<i>Choloepus hoffmanni</i> (Perezoso)
<i>Sarcoramphus papa</i> (Zopilote rey)	<i>Leopardus pardalis</i> (Tigrillo)
<i>Dendrocolaptes picumnus</i> (Trepador colorado)	<i>Tapirus terrestris</i> (Tapir)

## **2.9 ACTIVIDADES ANTRÓPICAS EN EL RIACHUELO OVIEDO**

La principal actividad es la acuicultura que se encarga de desarrollar el cultivo y producción de peces tropicales y moluscos de consumo humano y ornamental autóctonos de la región. Adicionalmente también se desarrollan la agricultura, minería, pesca, ganadería y actividades recreativas (FONDEPES. 2017)

## **CAPITULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **MATERIAL BIOLÓGICO**

- Macroinvertebrados bentónicos del riachuelo Oviedo.

##### **MATERIALES DE CAMPO.**

- Frascos de boca ancha
- Botas
- Bandeja transparente
- Cámara fotográfica
- Malla de fondo de colección de macroinvertebrados
- Metro lineal
- Libreta de campo
- Alcohol al 96%.
- GPS GARMIN
- Cintas métricas
- Boya
- Cronometro
- Multiparámetro HANNA HI9828

##### **MATERIALES DE LABORATORIO**

- Pipetas
- Pinzas
- Estereoscopio
- Bibliografía especializada
- Claves de identificación de macroinvertebrados
- Cámara fotográfica
- Estiletes
- Placas Petri
- Alcohol al 78%

## MATERIALES DE GABINETE

- Computadora
- Software ARCGIS

### 3.2 METODOLOGIA

#### 3.2.1 UBICACIÓN DE LOS TRAMOS DE MUESTREO

Se establecieron cinco tramos de muestreo utilizando el método cartográfico y como instrumento el GPS, que van desde una altitud de 195 m. a 181 m. (Ver imagen 02). El presente trabajo se realizó en los meses de enero, abril y julio.

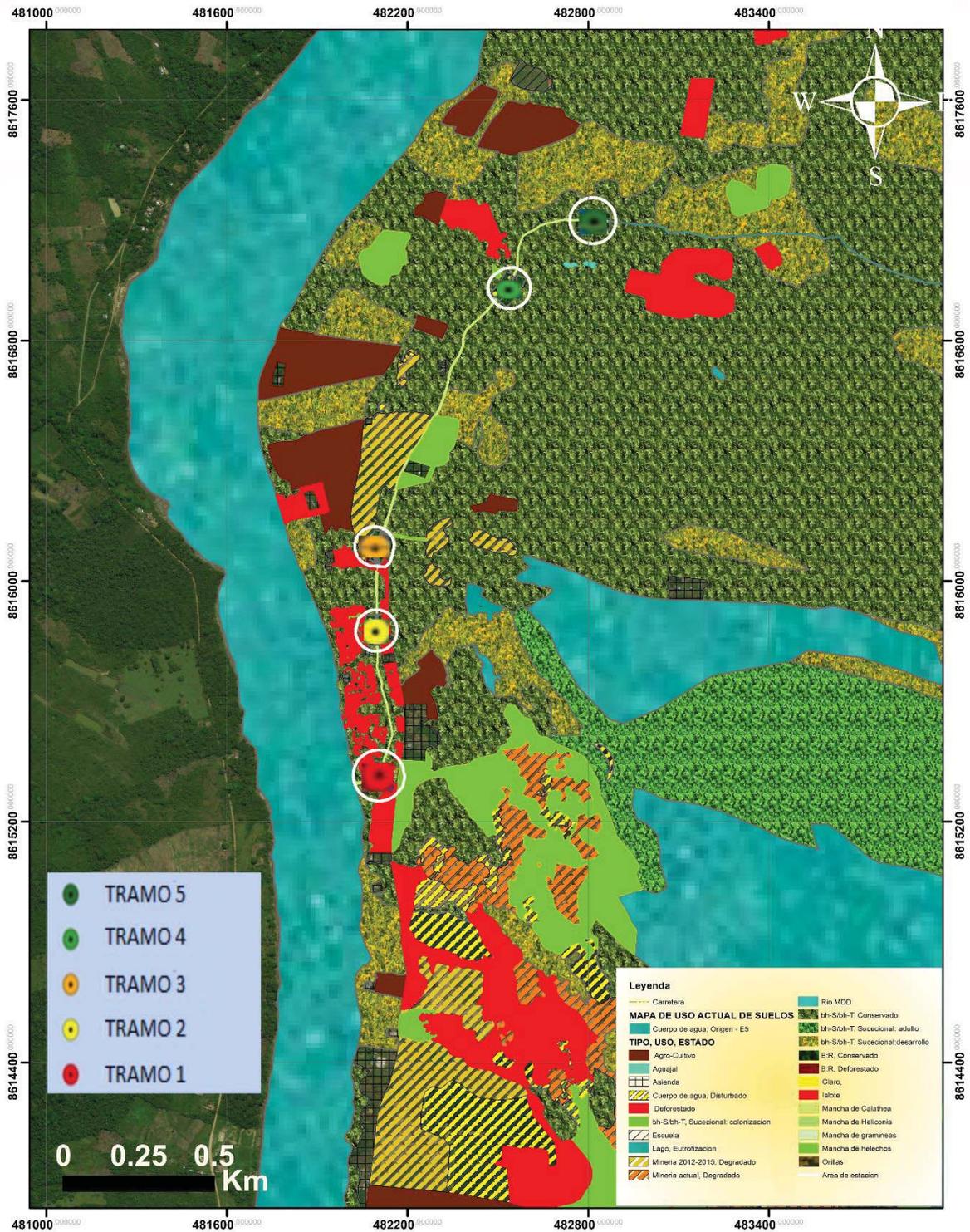
**Tabla 04:** Ubicación de los tramos de muestreo

COORDENADAS UTM				
TRAMO	HUSO/ZONA	EASTING	NORTHING	ALTITUD
01	19 L	482108	8615352	181 msnm
02	19 L	482093	8615803	184 msnm
03	19 L	482107	8616093	186 msnm
04	19 L	482540	8616982	187 msnm
05	19 L	482817	8617182	195 msnm

#### 3.2.2 CARTOGRAFÍA DE LA CALIDAD ECOLÓGICA DE LAS AGUAS

Tiene su importancia en los índices aplicados en los diferentes tramos de estudio y su representación cartográfica. Para la elaboración de la cartografía en los tramos de estudio fue necesario de la geolocalización insitu de los distintos puntos en la delimitación de las zonas de ribera y orilla para su posterior metrado, una vez obtenidos los puntos geolocalizados se procede al uso de sistemas de información geográfica para la obtención de los datos necesarios en la elaboración de los distintos índices de calidad ecológica.

**IMAGEN 02:** Ubicación del Riachuelo Oviedo y los tramos de muestreo en la zona de estudio.



### 3.2.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) Y EL ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)

#### 3.2.3.1 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF)

Consta de siete bloques o apartados en los que se valora de manera independiente la presencia de distintos componentes en el cauce fluvial, entre ellos aspectos físicos del cauce relacionados con la heterogeneidad de hábitats y que dependen en gran medida de la hidrología y del sustrato existente. Entre ellos, la frecuencia de rápidos, la existencia de distintos regímenes de velocidad y profundidad, el grado de inclusión y sedimentación en pozas, y la diversidad y representación de sustratos (Pardo., 2002).

También se evalúa la presencia y dominancia de distintos elementos de heterogeneidad, que contribuyen a incrementar la diversidad de hábitat físico y de las fuentes alimenticias, entre ellos materiales de origen alóctono (hojas, madera) y de origen autóctono, como la presencia de diversos grupos morfológicos de productores primarios. La puntuación final del índice es el resultado de la suma de la puntuación obtenida en cada uno de los bloques y nunca puede ser mayor que 100 (Pardo., 2002).

**Tabla 05:** Parámetros para la determinación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF).

Nº	PARÁMETRO	PUNTAJE
1	Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	Máximo 10 puntos
2	Frecuencia de rápidos	Máximo 10 puntos
3	Composición del sustrato	Máximo 20 puntos
4	Regímenes de velocidad/profundidad	Máximo 10 puntos
5	Porcentaje de sombra en el cauce	Máximo 10 puntos
6	Elementos de heterogeneidad	Máximo 10 puntos
7	Cobertura de la vegetación acuática	Máximo 30 puntos

Fuente: Pardo et al., 2002

**Tabla 06:** Variables de evaluación del Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Evaluación del Hábitat Fluvial para Ríos Mediterráneos. Índice IHF			
		<b>Estación</b> <b>Fecha</b> <b>Operador</b>	
Bloques	Puntuación		
<b>1. Inclusión rápidos-sedimentación pozas</b>			
<b>Rápidos</b>	Piedras, cantos y gravas no fijadas por sedimentos finos. Inclusión 0 - 30%.	10	
	Piedras, cantos y gravas poco fijadas por sedimentos finos. Inclusión 30 - 60%.	5	
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0	
<b>Sólo pozas</b>	Sedimentación 0 - 30%	10	
	Sedimentación 30 - 60%	5	
	Sedimentación > 60%	0	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			
<b>2. Frecuencia de rápidos</b>			
Alta frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río < 7		10	
Escasa frecuencia de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 7 - 15		8	
Ocurrencia ocasional de rápidos. Relación distancia entre rápidos / anchura del río 15 - 25		6	
Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25		4	
Sólo pozas		2	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			
<b>3. Composición del sustrato</b>			
% Bloques y piedras	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Cantos y gravas	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Arena	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
% Limo y arcilla	1 - 10%	2	
	> 10%	5	
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>			
<i>somero: &lt; 0.5 m</i>	4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10	
<i>lento: &lt; 0.3 m/s</i>	Sólo 3 de las 4 categorías	8	
	Sólo 2 de las 4	6	
	Sólo 1 de las cuatro	4	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>			
Sombreado con ventanas		10	
Totalmente en sombra		7	
Grandes claros		5	
Expuesto		3	
<b>TOTAL (una categoría)</b>			
<b>6. Elementos heterogeneidad</b>			
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4	
	< 10% ó > 75%	2	
Presencia de troncos y ramas		2	
Raíces expuestas		2	
Diques naturales		2	
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			
<b>7. Cobertura de vegetación acuática</b>			
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Pecton	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
% Fanerógamas + Charales	10 - 50%	10	
	< 10% ó > 50%	5	
<b>TOTAL (sumar categorías)</b>			
<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>			



HID98-0323-C05 ; REN2001-3438-C07

La descripción de este índice se realiza en Pardo *et al.*, Limnética, *in press*

Fuente: Pardo et al., 2002

## PROTOCOLO

Consideraciones a tener en cuenta en la aplicación del índice:

**1. Seleccionar el área de observación:** El tramo de río evaluado deberá tener una longitud suficiente (unos 100 m) para proporcionar al observador la información necesaria que se requiere para cubrir los siete bloques de los que consta el índice.

**2. Independencia de los bloques a analizar:** Los siete bloques en los que está basado el Índice de Hábitat Fluvial son independientes y la puntuación de cada uno de ellos no puede ser superior a la que se indica en el final de la hoja de campo. En cada bloque se valorará únicamente la presencia de cada uno de los parámetros indicados, no su ausencia.

**3. Cálculo de parámetros:** Se realiza la puntuación de cada parámetro según lo mostrado en la tabla 06.

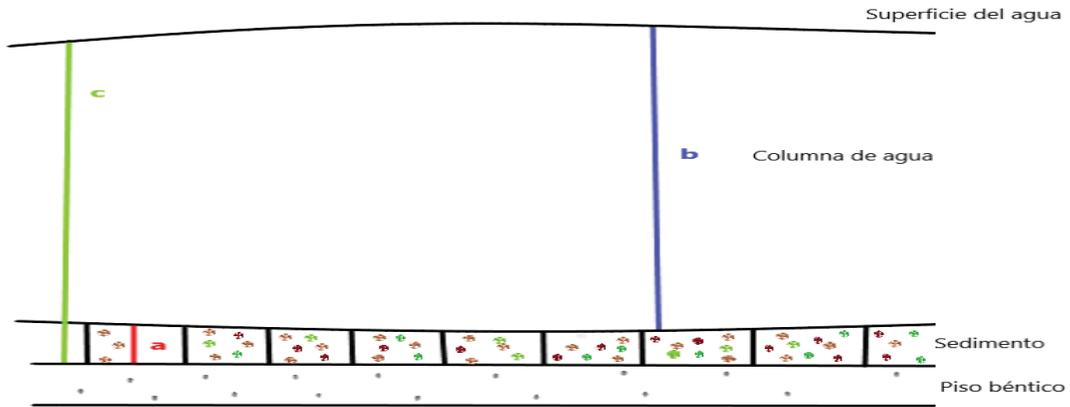
## PARÁMETROS

### **Inclusión en rápidos - sedimentación en remansos:**

Como inclusión se entiende el grado en que las partículas del substrato están fijadas (hundidas) en el lecho del río. La inclusión debe medirse aguas arriba y en la parte central de rápidos y zonas de piedras, donde no exista una deposición de sedimentos y la distribución de las partículas del substrato pueda apreciarse con más claridad.

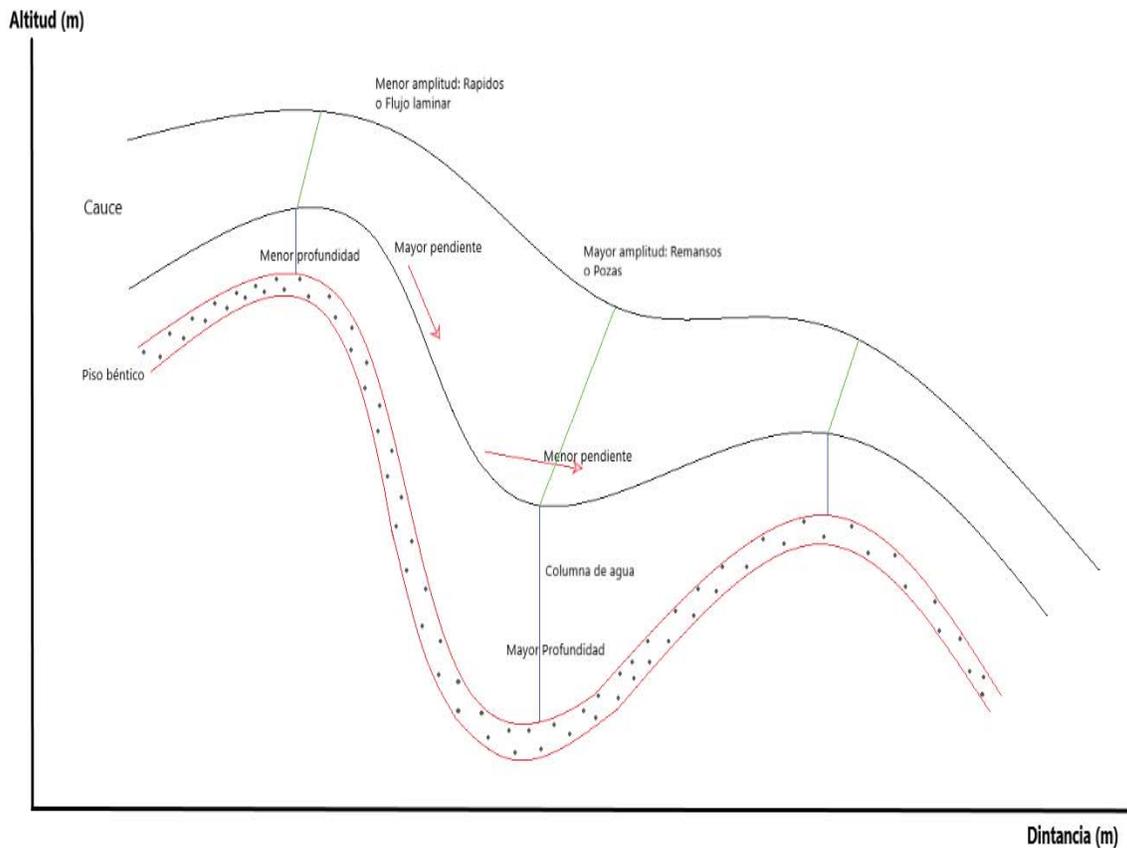
Por otro lado la sedimentación es la deposición de material fino precipitado al piso del canal bajo en zonas lénticas del cauce. El grado de sedimentación se obtiene en función a la medidas que existen entre la columna de agua, el sedimento y el piso béntico. Para ello se tomara medidas del espesor del sedimento y la distancia entre el piso béntico y la capa superficial del agua. Se recomienda tomar medidas cada 25m.

Donde:  $C = a + b$



Donde:  $C = a + b$

**Frecuencia de rápidos:** En esta variable se pretende evaluar la heterogeneidad del curso del río. El hecho de que se produzca de forma frecuente la alternancia de rápidos, flujo laminar y remansos a escala del tramo fluvial, asegura la existencia de una mayor diversidad de hábitats para la comunidad de organismos acuáticos. Se estima el promedio de la aparición de rápidos o de flujo laminar en relación a la presencia de zonas más remansadas.



**Composición del sustrato:** Mediante la clasificación granulométrica se obtendrá el porcentaje de las diferentes composiciones del sustrato.

El diámetro de partícula considerado es el siguiente:

- Bloques y piedras: > 64 mm.
- Cantos y gravas: 2 – 64 mm.
- Arena: 0,6 – 2 mm.
- Limo y arcilla: < 0,6 mm

**Regímenes de velocidad/profundidad:** La presencia de una mayor variedad de regímenes de velocidad y profundidad proporciona una mayor diversidad de hábitats disponibles para los organismos. Como norma general se considera una profundidad de 0,5 m para distinguir entre profundo y somero y una velocidad de 0,3 m/s para separar rápido de lento.

**Porcentaje de sombra en el cauce:** Estima, de forma visual, la sombra proyectada por la cubierta vegetal adyacente, que determina la cantidad de luz que llega al canal del río e influencia el desarrollo de los productores primarios.

**Elementos de heterogeneidad:** Mide la presencia de elementos tales como hojas, ramas, troncos o raíces dentro del lecho del río. Estos elementos proporcionan el hábitat físico que puede ser colonizado por los organismos acuáticos, a la vez que constituyen una fuente de alimento para los mismos.

**Cobertura de la vegetación acuática:** Mide la cobertura de la vegetación acuática en el cauce fluvial. La mayor diversidad de morfologías en los productores primarios incrementa la disponibilidad de hábitats y de fuentes de alimento para muchos organismos. En la misma medida, la dominancia de un grupo sobre el total de la cobertura no debería superar el 50% como son el Plocon, Pecton, Fanerógamas, Criptógamas y Briófitos.

**4. Puntuación final:** La puntuación final será el resultado de la suma de los siete bloques con un puntaje máximo de 100.

**Tabla 07:** Valores referenciales de Índice de Hábitat Fluvial (IHF)

Nivel de calidad	IHF
Muy alta diversidad de hábitat.	> 90
Alta diversidad de hábitat.	71-90
Diversidad de hábitat media.	50-70
Baja diversidad de hábitat.	31-49
Muy baja diversidad de hábitat.	< 30

Fuente: Pardo et al., 2002

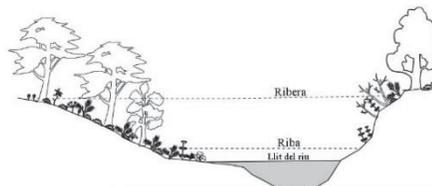
### 3.2.3.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)

El QBR es un índice de aplicación rápida y sencilla, que integra aspectos biológicos y morfológicos del lecho del río y su zona inundable y los utiliza para evaluar la calidad ambiental de las riberas. Se estructura en cuatro bloques independientes, cada uno de los cuales valora diferentes componentes y atributos del sistema: 1) el grado de cubierta vegetal de las riberas; 2) la estructura vertical de la vegetación; 3) la calidad y la diversidad de la cubierta vegetal y 4) el grado de naturalidad del canal fluvial. Cada bloque recibe una puntuación entre 0 y 25, y la suma de los cuatro bloques da la puntuación final del índice, que expresa el nivel de calidad de la zona de estudio. En la puntuación del QBR suman todos los elementos que aportan cierta calidad al ecosistema de ribera, y resta todo aquello que supone un distanciamiento respecto a las condiciones naturales (Munné et al., 1998).

**Tabla 08: Bloques a analizar en el Índice de Bosque de Ribera (QBR)**

**Cualificación de la zona riparia de los ecosistemas fluviales. Índice QBR**

- Esta cualificación debe ser aplicada en la zona de ribera de los ríos (orilla y ribera). Zonas inundadas periódicamente por las avenidas ordinarias y las máximas.
- Los cálculos se realizarán sobre el área que presenta una potencialidad de soportar una masa vegetal riparia. No se cuentan las zonas con sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente.
- En tramos de alta montaña sin vegetación riparia natural o en zonas áridas, consultar la nota de la parte posterior de esta hoja de campo



**La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25**

Estación	
Observador	
Fecha	

**Tramo observado a partir del punto de acceso al río**

Agua arriba	
Otros	

**Grado de cubierta de la zona de ribera (solo consideraremos la ribera)**

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	> 80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera (las plantas anuales no se contabilizan)
10	50-80 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
5	10-50 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
0	< 10 % de cubierta vegetal de la zona de ribera
+ 10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es total
+ 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es superior al 50%
- 5	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es entre el 25 y 50%
-10	si la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente es inferior al 25%

**Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)**

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	recubrimiento de árboles superior al 75 %
10	recubrimiento de árboles entre el 50 y 75 % o recubrimiento de árboles entre el 25 y 50 % y en el resto de la cubierta los arbustos superan el 25 %
5	recubrimiento de árboles inferior al 50 % y el resto de la cubierta con arbustos entre 10 y 25 %
0	sin árboles y arbustos por debajo del 10 %
+ 10	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es superior al 50 %
+ 5	si en la orilla la concentración de helófitos o arbustos es entre 25 y 50 %
+ 5	si existe una buena conexión entre la zona de arbustos y árboles con un sotobosque
- 5	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es > 50 %
- 5	si los árboles y arbustos se distribuyen en manchas, sin una continuidad
- 10	si existe una distribución regular (linealidad) en los pies de los árboles y el sotobosque es < 50 %

**Calidad de la cubierta (depende del tipo geomorfológico de la zona de ribera\*)**

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación		<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>
25	número de especies diferentes de árboles autóctonos	> 1	> 2	> 3
10	número de especies diferentes de árboles autóctonos	1	2	3
5	número de especies diferentes de árboles autóctonos	-	1	1 - 2
0	sin árboles autóctonos			
+ 10	si existe una continuidad de la comunidad a lo largo del río, uniforme y ocupando > 75 % de la ribera (en toda su anchura)			
+ 5	si existe una continuidad en la comunidad a lo largo del río (entre 50 - 75 % de la ribera)			
+ 5	si existe una disposición en galería de diferentes comunidades			
+ 5	si el número diferente de especies de arbustos es:	> 2	> 3	> 4
- 5	si existen estructura construidas por el hombre			
- 5	si existe alguna sp. de árbol introducida (alóctona)** aislada			
- 10	si existen sp. de árboles alóctonas** formando comunidades			
- 10	si existen vertidos de basuras			

**Grado de naturalidad del canal fluvial**

Puntuación entre 0 y 25

Puntuación	
25	el canal del río no ha estado modificado
10	modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal
5	signos de alteración y estructuras rígidas intermitentes que modifican el canal del río
0	río canalizado en la totalidad del tramo
- 10	si existe alguna estructura sólida dentro del lecho del río
- 10	si existe alguna presa o otra infraestructura transversal en el lecho del río

**Puntuación final (suma de los anteriores puntuaciones)**

--	--

## PROTOCOLO

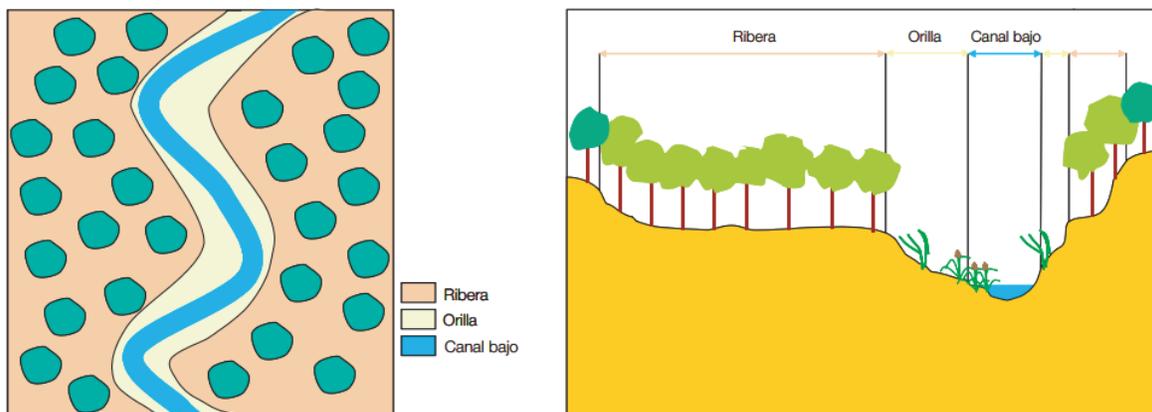
**1. Selección del área de observación:** Seleccionar un tramo longitudinal de 100 m. procurando que albergue unas riberas representativas de la masa de agua. En ella diferenciaremos y delimitaremos visualmente el canal bajo del río, la orilla y la ribera.

Para determinar el límite externo de riberas con cobertura vegetal natural, el mejor indicador es el cambio de comunidades dominadas por especies de ribera a comunidades dominadas por especies propias del ecosistema forestal adyacente.

Canal bajo. Zona del cauce inundada durante la mayoría de días del año.

Orilla. Zona del cauce inundable en crecidas ordinarias en un periodo aproximado de dos años.

Ribera. Zona inundable en crecidas de gran magnitud (periodos de hasta 100 años). Pueden estar incluidas diversas terrazas aluviales.



Zona de aplicación del QBR: Canal bajo; Orilla; Ribera

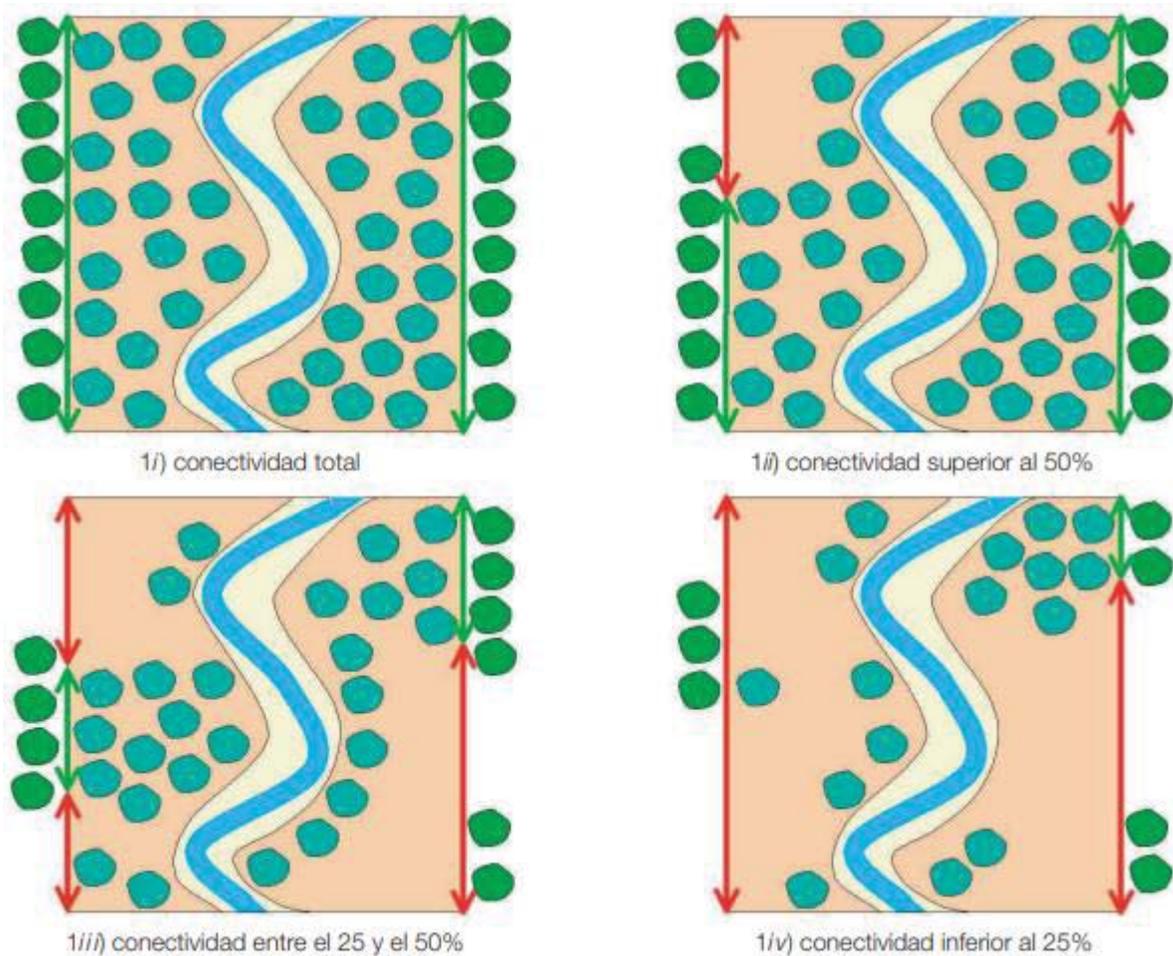
**2. Independencia de los bloques a analizar:** Los cuatro bloques en que se basa el QBR para su cálculo son independientes y la puntuación de cada bloque no puede exceder 25 ni estar por debajo de 0.

**3. Cálculo bloque por bloque:** En cada bloque se eligen una de las cuatro opciones principales, puntuando 25, 10, 5 o 0. (Ver tabla 08).

La puntuación final de cada bloque será modificada por las condiciones expuestas en la parte baja de cada bloque, tantas veces como se cumpla la condición (sumando o restando). De las cuatro opciones principales se ha de escoger sólo una. La puntuación final de cada bloque se redondeará a 25 si excede de esta cifra o a 0 si es negativa. Las condiciones se analizarán considerando ambos márgenes del río como una sola unidad.

**Bloque 1: Grado de cobertura riparia:** Se mide el porcentaje de cobertura de toda la vegetación, exceptuando las plantas de crecimiento anual. Se tienen en cuenta, pues, árboles, arbustos (tanto pequeñas matas como grandes arbustos), lianas, cañas y herbáceas no anuales. Se consideran ambos lados del río conjuntamente. Se evalúa el grado de cobertura tan sólo de las riberas, excluyendo las orillas y el canal bajo (ver Gráfico 04).

Hay que tener en cuenta, además, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente a la hora de sumar o restar puntos (1i, 1ii, 1iii, 1iv).



**Bloque 2: Estructura de la cobertura:** La puntuación se realiza según el porcentaje de recubrimiento de árboles y, en ausencia de estos, arbustos sobre la totalidad de la zona a estudiar. Se consideran las riberas ambos márgenes del río. En este apartado lo que se pretende es medir la complejidad de la vegetación que puede ser causa de una mayor biodiversidad animal y vegetal en la zona (ver Gráfico 03).

**Bloque 3: Calidad de la cobertura:** Para rellenar este apartado hay que determinar primero el tipo geomorfológico de la ribera. Una vez seleccionado el tipo geomorfológico contaremos el número de especies arbóreas y arbustivas nativas presentes en la orilla y la ribera.

**\* Determinación del tipo geomorfológico de la zona de ribera (apartado 3, calidad de la cubierta)**

Sumar el tipo de desnivel de la derecha y la izquierda de la orilla, y sumar o restar según los otros dos apartados.

<b>Tipos de desnivel de la zona riparia</b>	<b>Puntuación</b>			
	Izquierda	Derecha		
Vertical/cóncavo (pendiente > 75°), con una altura no superable por las máximas avenidas			<b>6</b>	<b>6</b>
Igual pero con un pequeño talud o orilla inundable periódicamente (avenidas ordinarias)			<b>5</b>	<b>5</b>
Pendiente entre el 45 y 75 °, escalado o no. La pendiente se cuenta con el ángulo entre la horizontal y la recta entre la orilla y el último punto de la ribera. $\Sigma a > \Sigma b$			<b>3</b>	<b>3</b>
Pendiente entre el 20 y 45 °, escalonado o no. $\Sigma a < \Sigma b$			<b>2</b>	<b>2</b>
Pendiente < 20 °, ribera uniforme y llana.			<b>1</b>	<b>1</b>

<b>Existencia de una isla o islas en el medio del lecho del río</b>		
Anchura conjunta "a" > 5 m..		- 2
Anchura conjunta "a" entre 1 y 5 m.		- 1

<b>Potencialidad de soportar una masa vegetal de ribera. Porcentaje de sustrato duro con incapacidad para enraizar una masa vegetal permanente</b>		
> 80 %	No se puede medir	
60 - 80 %	+ 6	
30 - 60 %	+ 4	
20 - 30 %	+ 2	

<b>Puntuación total</b>	
-------------------------	--

**Tipo geomorfológico según la puntuación**

> 8	<b>Tipo 1</b>	Riberas cerradas, normalmente de cabecera, con baja potencialidad de un extenso bosque de ribera
entre 5 y 8	<b>Tipo 2</b>	Riberas con una potencialidad intermedia para soportar una zona vegetada, tramos medios de los ríos
< 5	<b>Tipo 3</b>	Riberas extensas, tramos bajos de los ríos, con elevada potencialidad para poseer un bosque extenso

**\*\* Especies frecuentes y consideradas alóctonas**

1- ARBRES	2- ARBUSTS
<i>Ailanthus altissima</i> (Ailanto)	<i>Nicotina sp.</i>
<i>Platanus x hispanica</i> (Plátano)	<i>Ricinus communis</i> (Ricino)
<i>Robinia pseudo-acacia</i> (Robinia)	<i>Arundo donax</i> (Caña)
<i>Salix babylonica</i> (Sauze Llorón)	<i>Acacia farnesiana</i> (Espinillo blanco)
<i>Eleagnus angustifolia</i> (Árbol del paraíso)	
<i>Morus sp</i> (Moreras)	

<b>Observaciones:</b>
-----------------------

**Bloque 4: Grado de naturalidad del canal fluvial:** La modificación de las terrazas adyacentes al río implica que el canal de éste se reduzca, los márgenes se hagan más derechos y el río más recto. Los campos de cultivo cercanos al río y las actividades extractivas producen este efecto.

**4. Puntuación final:** La puntuación final se extraerá de la suma de los cuatro bloques y, por lo tanto, variará entre 0 y 100.

Niveles de calidad del índice QBR:

**Tabla 09:** Valores referenciales para la determinación de la Calidad de Bosque de Ribera (QBR).

Nivel de calidad		Valor índice QBR	Coloración DMA 2000/60/CE
Muy bueno	<i>Bosque de ribera sin alteraciones, estado natural</i>	$\geq 95$	Azul
Bueno	<i>Bosque ligeramente perturbado</i>	75-90	Verde
Moderado	<i>Inicio de alteración importante</i>	55-70	Amarillo
Deficiente	<i>Alteración fuerte</i>	30-50	Naranja
Malo	<i>Degradación extrema</i>	$\leq 25$	Rojo

*Fuente: Munné et al. 1998*

### 3.2.4 DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS Y EL ÍNDICE BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP)

#### 3.2.4.1 COMPOSICIÓN DE LAS PRINCIPALES FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS

Las colectas se realizaron a lo largo de un transecto de 20 metros en cada tramo de muestreo usando una red Surber de 30cm por 40cm con una porosidad de 250 micras. Se realizó la colecta en los distintos sustratos a lo largo del transecto como en la riba, ramas, troncos y paquetes de hojas. El muestreo se ejecutó removiendo los sustratos y sedimentos con la mano o el pie para que queden suspendidos en la columna de agua; para posteriormente recorrer el transecto con un movimiento zigzagueante y con la red colocada a contracorriente. Las muestras obtenidas fueron limpiadas de piedras y cuerpos extraños y puestas en recipientes de fondo blanco para facilitar su identificación. Se preservaron en alcohol al 96% para su posterior traslado, limpieza y reconocimiento en los laboratorios utilizando un estereoscopio de 1-5X de aumento, empleando claves taxonómicas (Roldán, 1996).

### 3.2.4.2 DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS

#### A) INDICE DE SHANNON

En general para una colección de objetos de distintas categorías (i.e., individuos de distintas especies), el índice de Shannon se calcula con la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde:

**H:** Índice de Shannon – Wiener

**Pi:** Abundancia relativa

**Log<sub>2</sub>:** Logaritmo base 2

#### B) INDICE DE JACCARD

Para la determinación del índice de Jaccard la ecuación general es:

$$T = \frac{N_c}{N_a + N_b - N_c}$$

Donde

**Na** - cantidad de elementos en el conjunto A

**Nb** - cantidad de elementos en el conjunto B

**Nc** - cantidad de elementos en el conjunto que intercepta

### 3.2.4.3 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD BIOLÓGICA DE LAS AGUAS

**ÍNDICE BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY (BMWP):** Este índice da puntuación a 131 familias de macroinvertebrados que son utilizados como indicadores, de acuerdo con la correspondiente sensibilidad a la contaminación. La suma de los valores de todas las familias identificadas da un valor final del índice que nos permite clasificar los puntos de control en 5 clases, cada una de las cuales corresponde a un nivel diferente de calidad ecológica de las aguas (Alba Tercedor., 1988).

Este índice de calidad consiste principalmente en la asignación a las familias de macroinvertebrados acuáticos de valores de tolerancia a la contaminación que se clasifican entre 1 y 10 de la siguiente manera:

- 1: Familias muy tolerantes
- 10: Familias intolerantes

**Tabla 10:** Valores de las familias de macroinvertebrados según su tolerancia a la contaminación para la determinación del índice Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Ordenes	Familias	Puntaje
Plecoptera Ephemeroptera Trichoptera  Coleoptera Odonata Diptera Unionida Acari Hidroida	Perlidae Oligoneuridae, Euthyplociidae, Polymtarciidae. Odontoceridae, Glossosomatidae, Rhyacophilidae, Calamoceratidae, Hydroptilidae, Anomalopsychidae, Atriplectididae.. Psephenidae, Ptilodactylidae, Lampyridae. Polythoridae. Blepharoceridae. Unionidae. (Cl: Bivalvia o Pelecypoda) Lymnessiidae. (Cl: Arachnoidea o Hidracarina). Hidridae. (Cl: Hydrozoa)	10
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Diptera Gordiiidae Lepidoptera Mesogastropoda Hirudiniformes	Leptophlebiidae, Efemeridae. Hydrobiosidae, Philopotamidae, Xiphocentronidae. Gyrinidae, Scirtidae. Gomphidae, Megapodagrionidae, Coenagrionidae.. Simuliidae. Gordiiidae, Chordodidae. (Cl: Nematomorpha) Pyraliidae Ampullariidae. (Cl: Gastrópoda). Hirudinae. (Cl: Hirudinea)	9
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Decápoda Basommatophora	Baetidae, Caenidae, Hidropsychidae, Leptoceridae, Helicopsychidae. Dytiscidae, Dryopidae. Lestidae, Calopterygidae. Pleidae, Saldidae, Guerridae, Veliidae, Hebridae Dixidae. Palaemonidae, Pseudothelphusidae. (Cl Crustácea) Chilinnidae. (Cl: Gastrópoda)	8
Ephemeroptera Trichoptera Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Basommatophora Mesogastropoda Archeogastrópoda	Tricorythidae, Leptohyphidae. Polycentropodidae. Elmidae, Staphylinidae Aeshnidae. Naucoridae, Notonectidae, Mesoveliiidae, Corixidae. Psychodidae Ancyliidae, Planorbidae. (Cl: Gastrópoda) Melaniidae, Hydrobiidae, (Cl: Gastrópoda) Neritidae. .. (Cl: Gastrópoda)+	7

Continuación tabla 1.....

Ordenes	Familias	Puntaje
Coleoptera Odonata Hemiptera Diptera Megalóptera Decapoda Anphipoda Tricladida	Limnichidae, Lutrochidae. Libellulidae, Belostomatidae, Hydrometridae, Gelastocoridae, Nepidae, Dolichopodidae. Corydalidae, Sialidae.. Atyidae. . (Cl Crustácea) Hyalellidae. . (Cl Crustácea) Planariidae, Dugesiidae..	6
Coleóptera Diptera Basommatophora	Chrysomelidae, Haliplidae, Curculiónidae. Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae. Thiaridae. (Cl: Gastrópoda)	5
Coleoptera Diptera Basommatophora	Hidrophilidae, Noteridae, Hydraenidae, Noteridae. Tipulidae, Ceratopogonidae. Limnaeidae, Sphaeriidae.. (Cl: Gastrópoda).	4
Diptera Basommatophora Glossiphoniiformes	Culícidae, Muscidae, Sciomizidae. Physidae. (Cl: Gastrópoda). Glossiphoniidae, Cyclobdellidae, Cylicobdellidae	3
Diptera Heplotaxida	Chironomidae, Ephydriidae, Syrphidae. Todas las familias (Excepto tubifex)	2
Haplotoxida	Tubificidae (Tubifex)	1

Fuente: Alba-Tercedor

La suma de los valores obtenidos para cada familia encontrada en un punto de muestreo indica el grado de contaminación en el área de estudio.

**Tabla 11:** Interpretación del Índice BMWP.

CLASE	CALIDAD	BMWP	SIGNIFICADO	COLOR
I	Buena	101- 120, > 150	Aguas muy limpias	
II	Aceptable	61 – 100	Aguas ligeramente contaminadas	
III	Dudosa	36 – 60	Aguas moderadamente contaminadas	
IV	Crítica	16 – 35	Aguas muy contaminadas	
V	Muy Crítica	< 15	Aguas fuertemente contaminadas	

Fuente: Alba-Tercedor

### 3.2.5 CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA)

#### 3.2.5.1 OBTENCIÓN DE PARÁMETROS

Se realizaron los muestreos considerando la época de altas precipitaciones (enero) y bajas precipitaciones (julio) en tres tramos (5, 3 y 1) que corresponden a las partes alta, media y baja del riachuelo respectivamente.

#### Toma de muestras

Procedimiento de toma de muestras para los parámetros: oxígeno disuelto, pH, turbidez, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos disueltos totales, nitratos, fosfatos.

- Llenar el recipiente de muestreo (botella plástica de 3 litros) hasta el tope con agua del cuerpo hídrico evitando la inclusión de aire.
- Rotulado de la botella con el número del tramo muestreado.
- Traslado de las muestras al laboratorio MC QUÍMICA LAB para su análisis, en un aproximado de 9 horas de viaje.

Procedimiento de muestreo para el parámetro temperatura

- Se utilizó el multiparámetro HANNA HI9828 para la medición de la temperatura insitu.

Procedimiento de muestreo para el parámetro coliformes termotolerantes

- Llenar 2/3 del frasco de vidrio de 300ml. proporcionado por el laboratorio.
- Rotular con el número del tramo muestreado.
- Traslado de las muestras al laboratorio del GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS: DIRESA para su análisis.

### **Análisis**

Se analizaron las muestras utilizando los procesos estandarizados por cada laboratorio en caso de todos los parámetros, con excepción de la temperatura que fue tomada insitu con el uso del multiparámetro.

### **3.2.5.2 INTERPRETACIÓN DE PARÁMETROS**

Para la interpretación del índice de calidad de agua se empleó el método propuesto por la Fundación Nacional de Sanidad (NSF) (Ott, 1981) en base a nueve parámetros (Oxígeno Disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Temperatura, pH, Fosfatos, Nitratos, Solidos totales, Turbidez y Coliformes termotolerantes), cuyos resultados son transferidos a graficas que constituyen funciones de transformación a un valor determinado "Q", el cual fluctuara entre 0 y 100%, este valor se multiplica por el factor de revisión establecido para cada parámetro. El índice de calidad de agua, es calculado efectuando una sumatoria de los valores totales de cada prueba.

$$NSF = \sum_{i=1}^9 Qi * Wi$$

Donde:

Qi: Calidad del iésimo parámetro, un número entre 0 y 100, obtenido del respectivo gráfico de calidad, en función de su concentración o medida.

Wi: Valor ponderado correspondiente al iésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1. La sumatoria de valores wi es igual a 1, siendo i el número de parámetros que entran en el cálculo (Quispe, et al., 2017).

#### **DETERMINACION DEL “Wi” PARA CADA PARAMETRO**

**Tabla 12: Pesos relativos para cada parámetro del ICA.**

<b>PARAMETRO</b>	<b>Wi</b>
Temperatura (°C)	0.10
Turbidez ( NTU)	0.08
Solidos Totales (mg/L.)	0.08
OD (% de saturación)	0.17
DBO (mg/L.)	0.10
pH	0.11
Nitratos (mg/L)	0.10
Fosfatos (mg/L.)	0.10
Coliformes termotolerantes(UFC/100 ml.)	0.16

Fuente: Datos de la NSF 1970-1981.

#### **DETERMINACION DEL “Qi” PARA CADA PARAMETRO, CURVAS DE FUNCION**

- **TEMPERATURA:**

**Método Gráfico:**

Para obtener el Qi de este parámetro, primero se debe calcular la diferencia entre la T° ambiente y la T° muestra. Una vez que se obtiene el valor del diferencial de temperatura y este es mayor de 15°C el Qi es igual a 5. Si el valor obtenido es menor

de 15°C, se busca el valor en el eje X y se procede a interceptar al valor en el eje de Y. El valor encontrado es el Qi de la temperatura. (Anexo 1)

- **TURBIEDAD:**

**Método Gráfico:**

Si la turbidez es mayor de 100 (NTU) Unidades Nefelométrica, el Qi es igual 5. Si la turbidez es menor de 100 NTU, buscar el valor en el eje de X e interceptar en el eje Y el valor, lo obtenido es el Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **SÓLIDOS TOTALES:**

**Método Gráfico:**

Si los sólidos totales son mayores de 500 mg/L el Qi es igual a 20, si es menor, se busca el valor en el eje x e intercepta en el eje Y el valor de Qi, y este será el Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **OXIGENO DISUELTO - OD:**

**Método Gráfico:**

Si el % de saturación de OD es mayor de 140 % el Qi es igual a 50. Si el valor obtenido es menor de 140 % de saturación, buscar el valor en el eje de las X y se procede a interceptar al valor en el Y. El valor encontrado es el Qi para este parámetro y se procede (conforme a la formula), a multiplicarlo por su peso relativo asignado (wi). (Anexo 1)

- **DEMANDA BIOQUIMICA DE OXÍGENO - DBO5:**

**Método Gráfico:**

Para la DBO5 si el valor es mayor de 30 mg/L el Qi es igual a 2, si es menor se busca en el eje X e interceptar al valor en el eje Y. El valor encontrado es el Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **pH:**

**Método Gráfico:**

Si el valor de pH es menor o igual a 2, el Qi es igual a 2, si el valor es mayor o igual a 10 el Qi es igual a 3. Si el valor está entre 2 y 10 buscar el valor en el eje de X y proceder a interceptar el valor en el eje Y. El valor encontrado es el Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **NITRATOS:**

**Método Gráfico:**

Si los nitratos son mayores de 100 mg/L el Qi es igual a 1. Si este no es el caso encontrar el valor en eje de X e interceptar en el eje Y el valor de Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **FOSFATOS:**

**Método Gráfico:**

Si los fosfatos son mayores de 10 mg/L el Qi es igual a 2. Si son menores de 10 mg/L buscar en el eje X e interceptar al valor en el eje Y. El valor encontrado es el Qi para este parámetro. (Anexo 1)

- **COLIFORMES TERMOTOLERANTES:**

**Método Gráfico:**

Si los coliformes termotolerantes son mayores de 100,000 UFC/L el Qi es igual a 3. Si el valor es menor de 100,000 UFC/L, buscar el valor en el eje X e interceptar al valor del eje Y. El valor obtenido es el Qi para este parámetro, se continúa con multiplicarlo con su valor asignado de Wi. (Anexo 1)

**Tabla 13: Rangos de la calidad del agua.**

Calidad del agua	Rango ICA	Color
Muy malo	0 – 25	Rojo
Malo	26 – 50	Naranja
Medio	51 – 70	Amarillo
Bueno	71 – 90	Verde
Excelente	91 – 100	Azul

Fuente: Ott WR. 1981.

### 3.2.6 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

**A) VELOCIDAD:** La velocidad de los afluentes se mide utilizando un objeto flotante (pelota de ping pong, o de tecnopor), el cual se deja caer desde el punto inicial hasta el final de la sección elegida. Es decir una distancia de 20 metros. En forma complementaria se toma el tiempo que el flotador tarda en llegar al final de la sección elegida (Huaman, 2009).

$$V = e/t$$

Dónde:

V= velocidad (m/s)

e= espacio (m)

t= tiempo (seg)

Fuente: Huaman 2009.

**B) CAUDAL (MÉTODO DEL FLOTADOR):** El caudal es el resultado del producto entre la sección o la medida de varias secciones del río (expresado en m<sup>2</sup> o cm<sup>2</sup> y la velocidad media del agua (que se expresa en m/s o cm/s). Las unidades más utilizadas son los lts/s o m<sup>3</sup>/s. en primer lugar se calcula la sección elegida, seguidamente se mide la profundidad media que se determina utilizando una varilla metrada a intervalos regulares dentro de la sección elegida. La velocidad promedio del río se hallara repitiendo las veces convenientes utilizando el procedimiento antes mencionado (Leiva, 2004).

Finalmente el caudal aproximado se obtendrá aplicando la siguiente formula.

$$Q = (Wd) (a) (v)$$

Q= tasa en Lt/s o m<sup>3</sup>/s

W= Ancho promedio del segmento elegido

d= Profundidad promedio del segmento elegido

v= Velocidad

a= Fondo de río llano fondo de río llano y arenoso = 0.9

Fondo rocoso (mayor índice de fricción)= 0.8

Fuente: Leiva 2004.

### 3.2.7 DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ECOLÓGICA

Para la caracterización ecológica del tramo se evalúan tres tipos de variables: hidromorfológicas, biológicas y fisicoquímicas.

Las variables hidromorfológicas incluyen las riberas y la diversidad del hábitat fluvial. Para ello se determina el índice QBR como indicador del estado de conservación del bosque de ribera, y el índice IHF como evaluador el hábitat en el ecosistema fluvial (Semarnat, 2007) (Rivas, 2010).

En cuanto a las variables biológicas, se determinan la siguiente métrica:

- BMWP, como variable indicadora del funcionamiento del ecosistema.

Las variables físicas y químicas, específicamente el Índice de Calidad de Agua (ICA).

Para determinar la calidad ecológica del agua se utiliza el protocolo del índice ECOSTRIMED utilizando los resultados de los índices BMWP y QBR asignando las puntuaciones ecológicas respectivas a cada familia, de tal manera que la suma de la puntuación de cada familia construyó el puntaje final de cada estación, el cual se relacionó con cinco grados de calidad (muy buena, buena, moderada, mala y pésima). Por último, los resultados de los macroinvertebrados son contrastados con los obtenidos en la valoración de los índices de calidad de entorno (bosque de ribera y hábitat fluvial). Paralelamente, los datos fisicoquímicos del agua fueron evaluados según el Índice de Calidad de Agua (ICA) (Gamarra, 2016).

**Tabla 14:** Valores referenciales del Índice ECOSTRIMED

		<b>QBR</b>	
<b>BMWP</b>	> 75	45-75	<45
> 100	High	Good	Fair
61-100	Good	Fair	Poor
36-60	Fair	Poor	Poor
< 36	Poor	Bad	Bad

Fuente: Prat et al. 2000

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL (IHF) E ÍNDICE DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)

##### 4.1.1 ÍNDICE DE HÁBITAT FLUVIAL

**TABLA 15:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 1

VARIABLES	PUNTAJE
1.Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	10
2.Frecuencia de rápidos	2
3.Composición del sustrato	14
4.Regímenes de velocidad/profundidad	4
5.Porcentaje de sombra en el cauce	10
6.Elementos de heterogeneidad	8
7. Cobertura de la vegetación acuática	20
<b>TOTAL</b>	<b>68</b>
<b>CATEGORÍA DE DIVERSIDAD DE HÁBITAT</b>	<b>Media</b>

Se consideró solo la sedimentación debido a la carencia de rápidos. La sedimentación fue menor al 15.52%, por lo que se otorgó un puntaje máximo de 10.

La frecuencia de rápidos fue muy escasa debido a la predominancia de remansos a lo largo del cuerpo de agua, por lo que se le otorgó un puntaje mínimo de 2.

La concentración de arena, limo y arcilla fue mayor al 10%, los bloques, piedras, cantos y gravas menores al 10% lo que conformó un sustrato compuesto principalmente por arcilla y arena lo que resultó en un puntaje de 14.

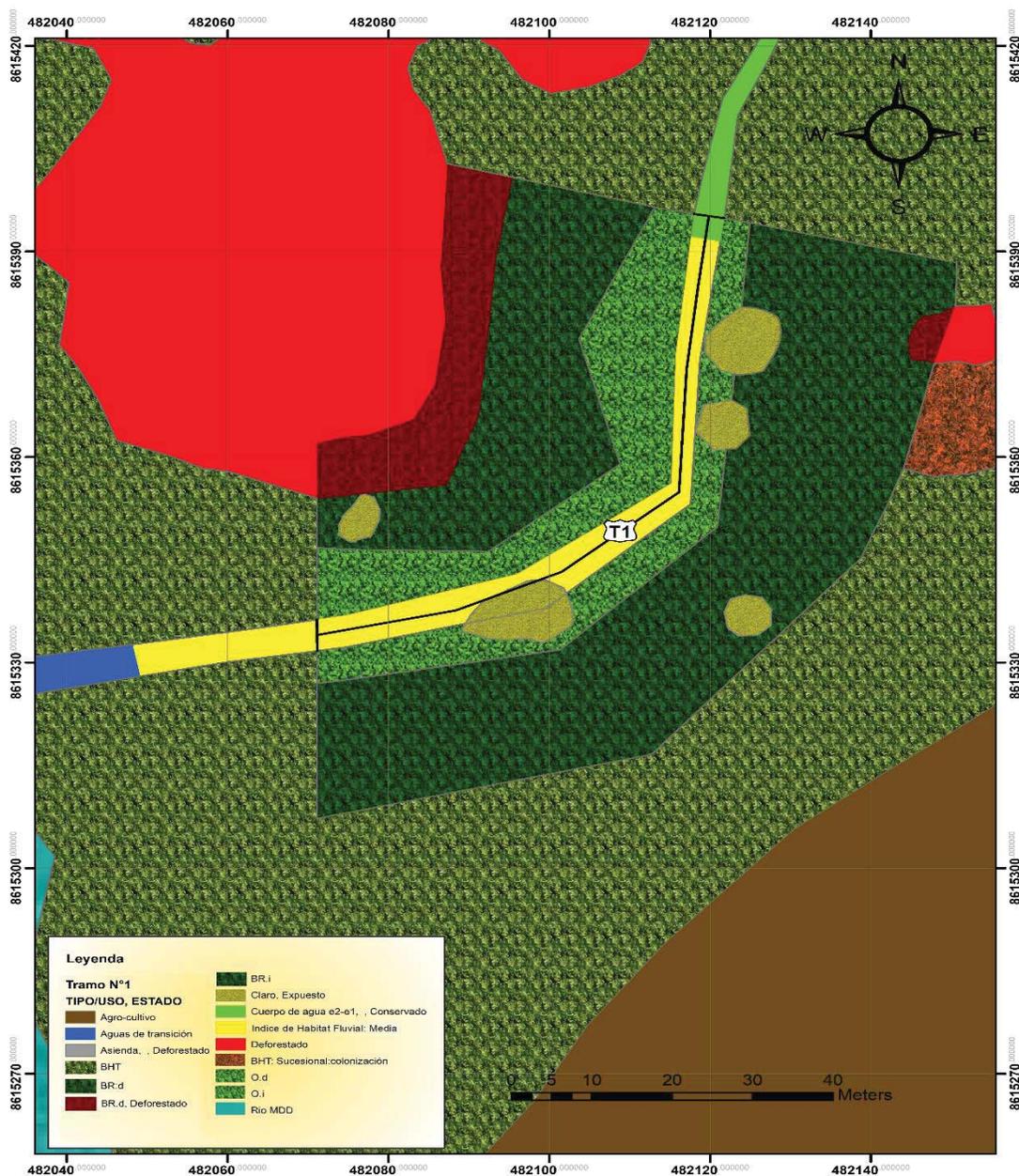
Se determinó que el régimen de velocidad fue lento ( $<0.3$  m/s) y profundo ( $>5$ m/s) produciéndose remansos en la mayor parte del tramo otorgándose un puntaje de 4.

El mayor porcentaje del tramo estuvo conformado por un dominante bosque de galería en el área de orilla lo que proporciono un sombreado con ventanas al cauce, por tanto se le otorgo un puntaje máximo de 10.

La composición del sustrato estuvo constituido principalmente por hojarasca entre el 10% y 75%, el resto conformado por troncos, ramas y raíces expuestas otorgándose un puntaje de 8.

La cobertura en la mayor parte del tramo de estudio estuvo conformada por vegetación fanerógama mayor al 50%, y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica menor al 10% otorgándose un puntaje de 20.

**IMAGEN 03:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 1



**TABLA 16:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 2

VARIABLES	PUNTAJE
1.Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	5
2.Frecuencia de rápidos	4
3.Composición del sustrato	14
4.Regímenes de velocidad/profundidad	6
5.Porcentaje de sombra en el cauce	10
6.Elementos de heterogeneidad	10
7. Cobertura de la vegetación acuática	30
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>
<b>CATEGORÍA DE DIVERSIDAD DE HÁBITAT</b>	<b>Alta</b>

Se observó carencia de rápidos por lo que se consideró solo la sedimentación que fue de 32.98% en función a la columna de agua y el piso béntico, por lo que se otorgó un puntaje de 5.

Predominancia de flujo laminar mayor a 25m a lo largo del cuerpo de agua, por lo que se le otorgó un puntaje mínimo de 4.

Arena, limo y arcilla mayor al 10% en su concentración. Bloques, piedras cantos y gravas menores al 10% lo que conformo un sustrato compuesto principalmente por arcilla y arena por lo que se le dio un puntaje de 14.

Régimen de velocidad fue de lento – profundo y lento – somero en la mayor parte del tramo produciéndose remansos y flujo laminar por lo que se le otorgo un puntaje de 6.

Dominante bosque de galería en el área de orilla lo que proporcionó un sombreado con ventanas al cauce en la mayor parte del tramo, por tanto se le otorgó un puntaje máximo de 10.

Hojarasca entre el 10% y 75% como composición principal del sustrato y el resto conformado por troncos, ramas, raíces expuestas y diques naturales otorgándose un puntaje máximo de 10.

Vegetación fanerógama mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica fue mayor al 10% otorgándose un puntaje máximo de 30.

**IMAGEN 04:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 2



**TABLA 17:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 3

VARIABLES	PUNTAJE
1.Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	10
2.Frecuencia de rápidos	2
3.Composición del sustrato	12
4.Regímenes de velocidad/profundidad	4
5.Porcentaje de sombra en el cauce	10
6.Elementos de heterogeneidad	10
7. Cobertura de la vegetación acuática	20
TOTAL	<b>68</b>
CATEGORÍA DE DIVERSIDAD DE HÁBITAT	<b>Media</b>

Carencia de rápidos, por lo cual se consideró una sedimentación de 22.15% en función a la columna de agua y al piso béntico, por lo cual se le otorgó un puntaje de 10.

Hubo predominancia de remansos a lo largo del cuerpo de agua, por lo que se le obtuvo un puntaje mínimo de 2.

La arena, limo y arcilla fue mayor al 10% y bloques, piedras cantos y gravas menores al 10% lo que conformo un sustrato compuesto principalmente por arcilla y arena, por lo que obtuvo un puntaje de 14.

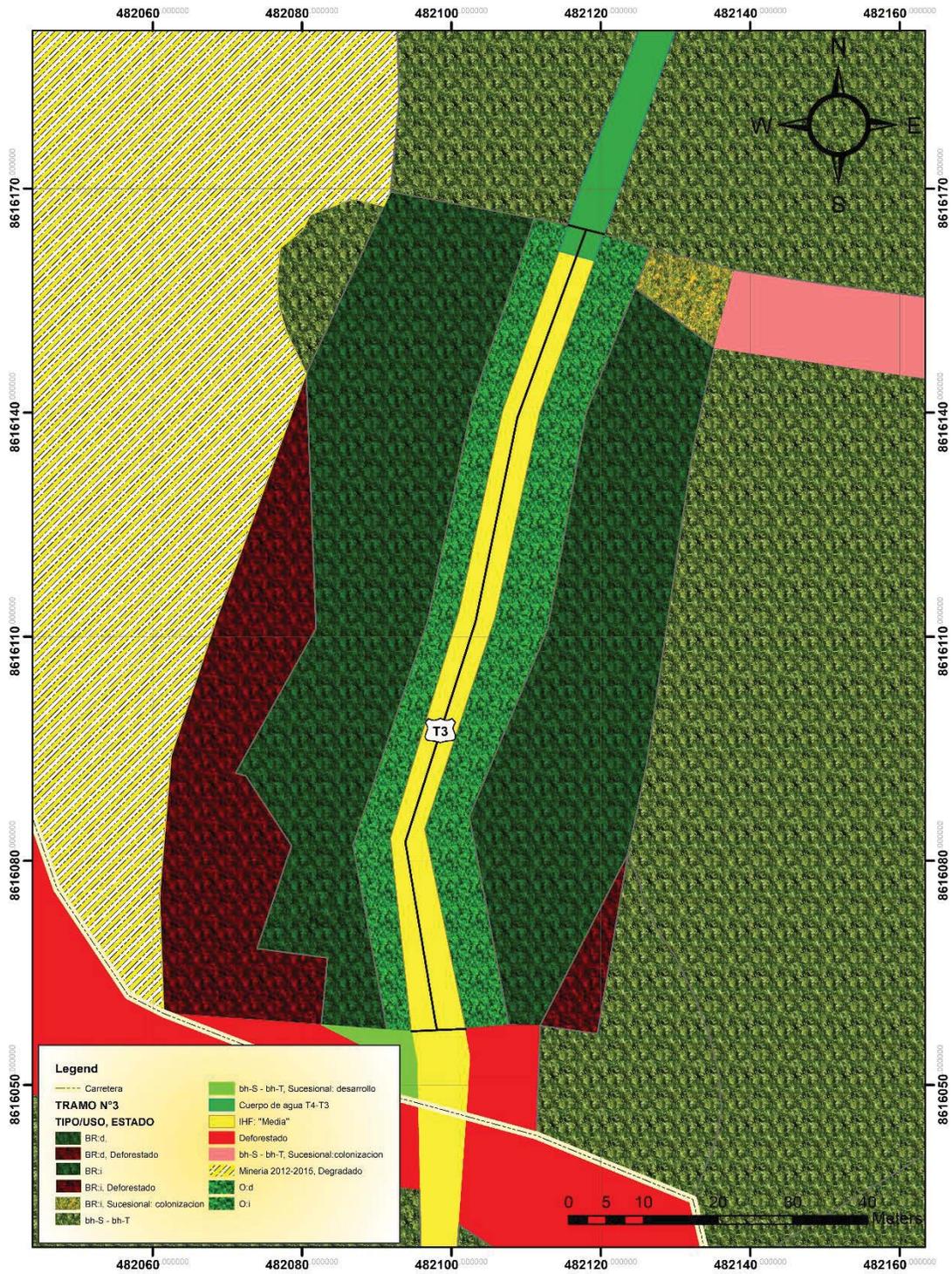
En la mayor parte del tramo el régimen de velocidad fue de lento – profundo, produciéndose solo remansos por lo que se le otorgó un puntaje de 4.

La mayor parte del tramo estuvo expuesto a grandes claros debido al amplio ancho del afluente lo que proporcionó mayor exposición a la radiación solar del cauce, por lo tanto el puntaje fue de 5.

La composición de la hojarasca fue menor al 10%. El resto conformado por troncos, ramas, raíces expuestas y diques naturales otorgándose un puntaje de 8.

Cobertura conformada por vegetación fanerógama mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica menor al 10% otorgándose un puntaje de 20.

**IMAGEN 05: Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 3**



**TABLA 18:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 4

VARIABLES	PUNTAJE
1.Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	5
2.Frecuencia de rápidos	4
3.Composición del sustrato	12
4.Regímenes de velocidad/profundidad	4
5.Porcentaje de sombra en el cauce	10
6.Elementos de heterogeneidad	10
7. Cobertura de la vegetación acuática	30
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>
<b>CATEGORÍA DE DIVERSIDAD DE HÁBITAT</b>	<b>Alta</b>

Carencia de rápidos. La sedimentación fue de 44.78% en función a la columna de agua y al piso béntico, por lo que se otorgó un puntaje de 5.

Flujo laminar mayor a 25m. a lo largo del cuerpo de agua, por lo que obtuvo un puntaje mínimo de 4.

Ausencia casi total de bloques y piedras lo que conformo un sustrato compuesto principalmente por sedimento, arcilla y arena por lo que se le dio un puntaje de 12.

Se determinó que el régimen de velocidad fue de lento – somero en la mayor parte del tramo produciéndose solo flujo laminar por lo cual se asignó un puntaje de 4.

El mayor porcentaje del tramo estuvo conformado por un dominante bosque de galería en el área de orilla lo que proporcionó un sombreado con ventanas al cauce por lo que se le otorgo un puntaje máximo de 10.

La composición de la hojarasca estuvo entre el 10 y 75% y el resto conformado por troncos, ramas, raíces expuestas y diques naturales por lo que se otorgó un puntaje de 10.

La cobertura conformada por vegetación fanerógama mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica entre el 10% y 50% otorgándose un puntaje máximo de 30.

**IMAGEN 06:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 4



**TABLA 19:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 5

VARIABLES	PUNTAJE
1.Inclusión de rápidos/sedimentación en remansos	5
2.Frecuencia de rápidos	4
3.Composición del sustrato	12
4.Regímenes de velocidad/profundidad	4
5.Porcentaje de sombra en el cauce	10
6.Elementos de heterogeneidad	10
7. Cobertura de la vegetación acuática	20
<b>TOTAL</b>	<b>65</b>
<b>CATEGORÍA DE DIVERSIDAD DE HÁBITAT</b>	<b>Media</b>

Se consideró solo la sedimentación debido a la carencia de rápidos. La sedimentación fue de 55.96%, por lo que se otorgó un puntaje de 5.

Flujo laminar predominante mayor a 25m a lo largo del cuerpo de agua, por lo que se le otorgó un puntaje mínimo de 4.

La concentración de arena, limo y arcilla fue mayor al 10%, cantos y gravas menores al 10% y verificándose la ausencia casi total de bloques y piedras lo que conformó un sustrato compuesto principalmente por sedimento, arcilla y arena por lo obtuvo un puntaje de 12.

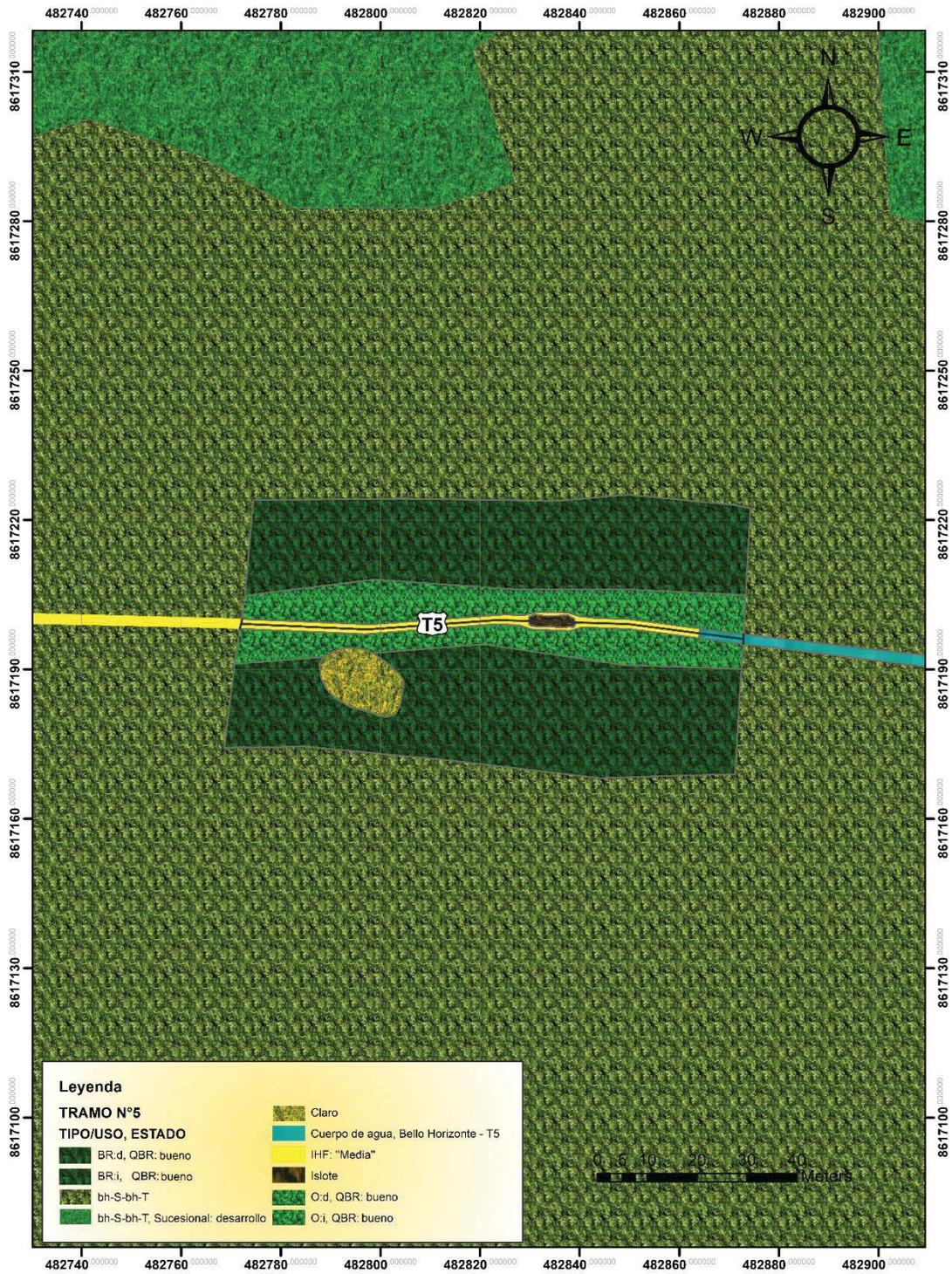
En la mayor parte del tramo el régimen de velocidad fue de lento – somero produciéndose solo flujo laminar por lo que se le otorgo un puntaje de 4.

El mayor porcentaje del tramo estuvo conformado por un dominante bosque de galería en el área de orilla lo que proporciono un sombreado con ventanas al cauce .Por lo que se le asignó un puntaje máximo de 10.

Entre el 10% y 75% de composición por hojarasca y el resto conformado por troncos, ramas, raíces expuestas y diques naturales, obteniendo un puntaje de 10.

La cobertura en la mayor parte del tramo estuvo conformada por vegetación fanerógama mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica menor al 10% otorgándose un puntaje de 20.

**IMAGEN 07: Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en el tramo 5**



Teniendo como resultado general el siguiente gráfico:

**TABLA 20:** Índice de Hábitat Fluvial (IHF) por tramos.

TRAMO	PUNTAJE TOTAL	NIVEL DE CALIDAD
T1	68	Media
T2	79	Alta
T3	68	Media
T4	75	Alta
T5	65	Media

**GRÁFICO 02:** Comparación del índice de hábitat fluvial por tramos



Se observa que los valores de los tramos: 1, 3 y 5 se encuentran en el nivel de calidad de diversidad de hábitat “media”.

El tramo 2 y el tramo 4 muestran el mejor nivel de hábitat al obtenerse un puntaje de 79 y 75 respectivamente que corresponde a “alta” diversidad de hábitat.

Parte alta del riachuelo: Se determinó que la diversidad de hábitat en el tramo 5 es de “media” debido al bajo puntaje que se otorgaron a las variables como “Inclusión de rápidos/sedimentación”, donde se determinó la alta sedimentación que supera el 30%, en función a la relación entre la columna de agua y el piso béntico, así mismo la variable de “Frecuencia de rápidos” donde la predominancia fue de flujo laminar

mayor a 25m a lo largo del tramo y a la variable de “Regímenes de velocidad/profundidad” donde solo se determinó que fue lento-somero.

Parte alta-media del riachuelo: La diversidad de hábitat en el tramo 4 fue “alta” diferenciándose con el tramo 5 únicamente en la variable “Cobertura de la vegetación acuática” donde se determinó que la vegetación fanerógama fue mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica fue menor al 10%.

Parte media del riachuelo: En el tramo 3 la diversidad de hábitat fue de “media”, debido al bajo puntaje en la variable de “Frecuencia de rápidos” donde se determinó la predominancia de remansos a lo largo del tramo de estudio; y en la variable de “Porcentaje de sombra en el cauce”, la mayor parte del tramo estuvo expuesto a grandes claros debido al ancho del afluente lo que proporcionó una exposición a la radiación solar destacable.

Parte media-baja del riachuelo: En el caso del tramo 2, la diversidad de hábitat fue “alta” debido principalmente a la variable de “Cobertura de la vegetación acuática” donde la mayor parte del tramo de estudio estuvo conformado por vegetación fanerógama mayor al 50% y a su vez la cobertura de vegetación criptogámica mayor al 10%, otorgándose un puntaje máximo. La variable “Regímenes de velocidad/profundidad” destaca en este tramo ya que se determinaron dos casos, el de lento – profundo y lento – somero en la mayor parte del tramo, produciéndose remansos y flujo laminar otorgando dos tipos de hábitats en diferentes partes del tramo.

Parte baja – desembocadura del riachuelo: Se asignó una diversidad de hábitat “media” en el tramo 1, debido principalmente a la variable de “Frecuencia de rápidos” donde la predominancia de remansos fue mayor en el tramo de estudio, la variable “Regímenes de velocidad/profundidad” determinó un solo régimen: lento-profundo.

#### 4.1.2 ÍNDICE DE CALIDAD DE BOSQUE DE RIBERA (QBR)

Para la determinación de la Estructura de la Cubierta se establecieron las siguientes tablas:

**Tabla 21:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado derecho del riachuelo en el tramo 1

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Hábito
1	Fabaceae	Adenantha sp	Ribera	4	arbol
2	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera	1	arbol
3	Fabaceae	Bauhinia sp	Ribera	11	Liana
4	Malvaceae	Bixia sp1	Ribera	12	arbusto
5	Moraceae	Brossimun sp	Rivera	1	arbol
6	Urticaceae	Cecropia sp	Ribera	3	arbol
10	Fabaceae	Inga sp	Ribera	2	arbol
11	Fabaceae	liana sp	Ribera	1	liana
12	Melastomataceae	Miconia sp	Ribera	5	arbol
13	Piperaceae	Piper sp	Ribera	2	arbusto
14	Burseraceae	Protium sp	Ribera	3	arbol
15	Burseraceae	Protium sp	Ribera	1	arbol
16	Euphorbiaceae	Sapium glandulosum	Ribera	1	arbusto
18	Elaeocarpaceae	sp1	Ribera	5	arbol
19	Fabaceae	sp1	Ribera	1	liana
20	Moraceae	sp1	Ribera	2	arbol
21	Nictaginaceae	sp1	Ribera	1	arbol
22	NN	sp1	Ribera	1	arbol
23	Fabaceae	sp2	Ribera	1	arbusto
24	Fabaceae	Bauhinia sp	Orilla	38	liana
25	Malvaceae	Bixia sp	Orilla	5	arbusto
26	Marantaceae	Calathea sp	Orilla	10	Herbaceae
27	Urticaceae	Cecropia sp	Orilla	2	arbol
28	Moraceae	Ficus sp	Orilla	1	arbol
29	Fabaceae	Inga sp	Orilla	44	arbol
30	Fabaceae	liana sp	Orilla	33	liana
31	Menispermaceae	sp1	Orilla	9	liana
32	Melastomataceae	Miconia sp1	Orilla	3	Herbaceae
33	Piperaceae	Piper sp1	Orilla	4	Herbaceae
34	Burseraceae	Protium sp	Orilla	1	arbol
35	Solanaceae	Solanun sp	Orilla	3	Herbaceae
36	Annonaceae	sp1	Orilla	3	arbol
37	Bignoniaceae	sp1	Orilla	8	liana
38	Elaeocarpaceae	sp1	Orilla	2	liana
39	Fabaceae	sp1	Orilla	1	liana
40	Gesneriaceae	sp1	Orilla	7	Herbaceae
41	Lauraceae	sp1	orilla	8	arbol
42	Rutaceae	sp1	Orilla	1	arbusto
43	Fabaceae	Tachigali sp	Orilla	1	arbol
44	Rubiaceae	Tapirona decarticanas	Orilla	1	arbol

**Tabla 22:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado izquierdo del riachuelo en el tramo 1

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Arecaceae	Attalea phalerata	Ribera	3	Arbol
2	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	10	Arbol
3	Myrtaceae	Eugenia sp1.	Ribera	1	Arbustivo
4	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Ribera	2	Arbol
5	Melastomata	Miconia sp1.	Ribera	1	Arbustivo
6	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Ribera	2	Arbol
7	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera	4	Arbol
8	Elaeocarpace	sp1.	Ribera	3	Arbol
10	Poaceae	Arundo donax	Orilla	15	Herbaceae
11	Fabaceae	Bauhinia sp1.	Orilla	13	Liana
12	Malvaceae	Bixia sp1.	Orilla	6	Arbustivo
13	Urticaceae	Cecropia sp1.	Orilla	22	Arbol
14	Solanaceae	Cestrum sp1.	Orilla	14	Arbustivo
15	Euphorbiacea	Croton sp1.	Orilla	1	Arbol
16	Myrtaceae	Eugenia sp1.	Orilla	1	Arbustivo
17	Malvaceae	Heliocarpus sp1.	Orilla	1	Arbol
18	Fabaceae	Inga sp1.	Orilla	17	Arbol
19	Fabaceae	Inga sp2.	Orilla	1	Arbol
20	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Orilla	1	Arbol
21	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Orilla	1	Arbol
22	Fabaceae	Parkia sp1.	Orilla	1	Arbol
23	siparunaceae	Siparuna sp1.	Orilla	22	Arbustivo
24	sp.	sp.	Orilla	1	Arbol
25	Bignoniaceae	sp1.	Orilla	18	Liana
26	Fabaceae	sp1.	Orilla	1	Liana
27	Moraceae	sp1.	Orilla	5	Arbol
28	Elaeocarpace	sp1.	Orilla	1	Arbol
30	Fabaceae	sp2.	Orilla	3	Arbustivo
31	piperacea	sp2	Orilla	20	Herbaceae
32	Marantaceae	Weppertia sp.	Orilla	1	Herbaceae

**Tabla 23:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado derecho del riachuelo en el tramo 2

N°	Familia	Especie	observaciones	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Urticaceae	Cecropia sp1.	lado derecho	Ribera	6	Arbol
2	Moraceae	sp1.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
3	Fabaceae	Parkia sp1.	lado derecho	Ribera	5	Arbol
4	Moraceae	sp2.	lado derecho	Ribera	2	Arbol
5	Arecaceae	Attalea phalerata	lado derecho	Ribera	3	Arbol
6	Myrtaceae	sp2.	lado derecho	Ribera	10	Arbustivo
7	Malvaceae	Ochroma pyramidale	lado derecho	Ribera	1	Arbol
8	Moraceae	sp3.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
9	Malvaceae	Bixia sp1.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
10	Fabaceae	sp3.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
11	Melastomata	Miconia sp1.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
12	Fabaceae	sp3.	lado derecho	Ribera	1	Arbol
13	Moraceae	sp1.	lado derecho	Orilla	1	Arbol
14	Rubiaceae	sp1.	lado derecho	Orilla	3	Arbustivo
15	Fabaceae	sp2.	lado derecho	Orilla	1	Arbol
16	Moraceae	sp2.	lado derecho	Orilla	3	Arbol
17	Myrtaceae	sp2.	lado derecho	Orilla	3	Arbustivo
18	Urticaceae	Cecropia sp1.	lado derecho	Orilla	3	Arbol
19	Malvaceae	Bixia sp1.	lado derecho	Orilla	4	Arbustivo
20	Lauraceae	Nectandra sp1.	lado derecho	Orilla	2	Arbol
21	Fabaceae	Inga laurifolia	lado derecho	Orilla	4	Arbol
22	Moraceae	sp3.	lado derecho	Orilla	3	Arbol
23	Lauraceae	sp1.	lado derecho	Orilla	3	Arbol
24	Rubiaceae	psychotria	lado derecho	Orilla	1	Herbaceae
25	Helecho	sp1.	lado derecho	Orilla	1	Herbaceae

**Tabla 24:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado izquierdo del riachuelo en el tramo 2

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	12	Arbol
2	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera	1	Arbol
3	Arecaceae	Attalea phalerata	Ribera	1	Arbol
4	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Ribera	1	Arbol
5	Moraceae	Sp2.	Ribera	1	Arbol
6	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera	1	Arbol
7	Lauraceae	Sp1.	Ribera	2	Arbol
8	Fabaceae	Inga sp1.	Orilla	1	Arbol
9	Lauraceae	sp1.	Orilla	1	Arbol
10	Lauraceae	sp2.	Orilla	1	Arbol
11	Fabaceae	Inga laurifolia	Orilla	1	Arbol
12	Poaceae	Arundo donax	Orilla	30	Herbaceae
13	Helecho	sp1	Orilla	30	Herbaceae
14	Gesneraceae	sp1	Orilla	25	Herbaceae

**Tabla 25:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado derecho del riachuelo en el tramo 3

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Euphorbiaceae	Acalipha sp.	Ribera	2	Arbustivo
2	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera	3	Arbol
3	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	11	Arbol
4	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera	2	Arbol
5	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera	1	Arbol
6	Rubiaceae	Palicourea sp1.	Ribera	3	Arbustivo
7	Moraceae	Brossimun sp1.	Ribera	3	Arbol
8	Melastomataceae	Sp1.	Ribera	1	Arbustivo
9	Fabaceae	Inga sp2.	Ribera	6	Arbol
10	Fabaceae	Croton Sp1.	Ribera	1	Arbol
11	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera	3	Arbol
12	Malvaceae	Bixia sp1.	Ribera	3	Arbol
13	Myrtaceae	hojas menudas Sp1.	Ribera	4	Arbol
14	Lauraceae	Nectandra sp1.	Ribera	2	Arbol
15	Myristicaceae	Virola sp1.	Ribera	1	Arbol
16	Arecaceae	Attalea phalerata	Ribera	1	Arbol
17	Fabaceae	Liana cuadrangular	Ribera	1	Liana
18	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera	16	Arbol
19	Menispermaceae	sp1.	Ribera	1	Liana
20	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera	1	Arbol
21	Moraceae	Brossimun sp1.	Orilla	2	Arbol
22	Euphorbiaceae	Acalipha sp.	Orilla	1	Arbustivo
23	Solanaceae	Cestrum sp1.	Orilla	1	Arbustivo
24	Fabaceae	Sp1.	Orilla	1	Liana
25	Sapindaceae	parece inga	Orilla	1	Liana
26	Malvaceae	Bixia sp1.	Orilla	3	Arbustivo
27	Elaeocarpaceae	Sloanea sp	Orilla	1	Arbol
28	Myrtaceae	Eugenia sp1.	Orilla	1	Arbustivo
29	Myrtaceae	hojas menudas Sp1.	Orilla	2	Arbustivo
30	Fabaceae	Inga sp2.	Orilla	1	Arbol
31	Moraceae	Ficus sp1.	Orilla	2	Arbol
32	Urticaceae	Cecropia sp1.	Orilla	1	Arbol
33	Lauraceae	Nectandra sp1.	Orilla	4	Arbol
34	Myristicaceae	Virola sp1.	Orilla	2	Arbol
35	Burseraceae	Protium sp1.	Orilla	1	Arbol
36	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Orilla	1	Arbol

**Tabla 26:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado izquierdo del riachuelo en el tramo 3

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera	1	Arbol
2	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera	13	Arbol
3	Malvaceae	Bixia sp2.	Ribera	2	Arbustivo
4	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera	1	Arbol
5	Moraceae	Brosimum sp1.	Ribera	3	Arbol
6	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera	5	Arbol
7	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	1	Arbol
8	Arecaceae	Astrocaryum sp1.	Ribera	2	Arbol
9	Arecaceae	Attalea phalerata	Ribera	8	Arbol
10	Lauraceae	sp1.	Ribera	1	Arbol
11	Moraceae	Perebea sp1.	Ribera	1	Arbol
12	Lauraceae	sp4.	Ribera	1	Arbol
13	Fabaceae	Inga laurifolia	Ribera	3	Arbol
14	Meliaceae	Cedrela odorata	Ribera	7	Arbol
15	Myrtaceae	sp3.	Ribera	1	Arbustivo
16	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera	2	Arbol
17	Boraginaceae	Boraginaceae	Ribera	1	Arbustivo
18	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera	1	Arbol
19	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera	4	Arbol
20	Myristicaceae	Otova sp1.	Ribera	2	Arbol
21	Elaeocarpaceae	Sloanea sp	Ribera	1	Arbol
22	Rubiaceae	Palicourea sp1.	Ribera	1	Arbustivo
23	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Ribera	1	Arbol
24	Lauraceae	Nectandra sp1.	Ribera	1	Arbol
25	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera	1	Arbol
26	Urticaceae	Cecropia sp1.	Orilla	4	Arbol
27	Lauraceae	sp2.	Orilla	1	Arbol
28	Moraceae	Ficus sp1.	Orilla	1	Arbol
29	Moraceae	Brosimum sp1.	Orilla	1	Arbol
30	Arecaceae	sp1.	Orilla	2	Arbustivo
31	Fabaceae	Inga sp1.	Orilla	1	Arbol
32	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Orilla	1	Arbol
33	Fabaceae	Zygia sp1.	Orilla	1	Arbustivo
34	Lauraceae	sp2.	Orilla	1	Arbol
35	Fabaceae	Inga sp2.	Orilla	1	Arbol
36	Meliaceae	Cedrela odorata	Orilla	4	Arbol
37	Arecaceae	Astrocaryum sp1.	Orilla	1	Arbol
38	Rubiaceae	Palicourea sp1.	Orilla	1	Arbol
39	Moraceae	Sorocea sp1.	Orilla	1	Arbol
40	Fabaceae	Inga laurifolia	Orilla	1	Arbol
41	Lauraceae	Nectandra sp1.	Orilla	6	Arbol
42	Myrtaceae	sp3.	Orilla	1	Arbustivo
43	Melastomataceae	Miconias sp2.	Orilla	1	Arbustivo
44	Malvaceae	Bixia sp1.	Orilla	1	Arbustivo
45	Fabaceae	Inga sp3.	Orilla	2	Arbol
46	Lauraceae	sp1.	Orilla	1	Arbol

**Tabla 27:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado derecho del riachuelo en el tramo 4

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Ribera	1	Arbol
2	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera	6	Arbol
3	Urticaceae	Cecropia sp2.	Ribera	1	Arbol
4	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	3	Arbol
5	Lauraceae	sp1.	Ribera	1	Arbol
6	Piperaceae	Piper sp1.	Ribera	11	Arbustivo
7	Arecaceae	Astrocarium sp1.	Ribera	26	Arbol
8	Moraceae	Brossimun sp1.	Ribera	3	Arbol
9	Boraginaceae	Cordia nodosa	Ribera	2	Arbustivo
10	Fabaceae	Erytrina sp1.	Ribera	1	Arbol
11	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera	1	Arbol
12	Myrtaceae	hojas menudas	Ribera	1	Arbustivo
13	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Ribera	1	Arbol
14	Myrtaceae	Virola sp1	Ribera	1	Arbol
15	Fabaceae	Inga laurifolia	Ribera	1	Arbol
16	Theophrastac	sp1.	Ribera	1	Arbol
17	Burseraceae	Protiu sp1.	Ribera	1	Arbol
18	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera	2	Arbol
19	Burseraceae	sp2.	Orilla	1	Arbol
20	Moraceae	Brossimun sp1.	Orilla	10	Arbol
21	Fabaceae	Ormosia sp1.	Orilla	2	Arbol
22	Lauraceae	sp1.	Orilla	3	Arbol
23	Annonaceae	parcela 1.	Orilla	2	Arbol
24	Meliaceae	Guarea sp1.	Orilla	1	Arbol
25	Elaeocarpace	Sloanea sp	Orilla	2	Arbol
26	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Orilla	2	Arbol
27	Fabaceae	liana sp1.	Orilla	1	Liana
28	Lauraceae	Persea sp1.	Orilla	1	Arbol
29	Malvaceae	Bixia sp1.	Orilla	12	Arbustivo
30	Euphorbiaceae	Coton sp1.	Orilla	1	Arbol
31	Urticaceae	Cecropia sp2.	Orilla	3	Arbol
32	Euphorbiaceae	Acalipha sp1.	Orilla	2	Arbustivo
33	Myrtaceae	Eugenia sp1.	Orilla	2	Arbustivo
34	Fabaceae	Inga sp3.	Orilla	1	Arbol
35	Malvaceae	Ochroma pyramidale	Orilla	1	Arbol
36	Myrtaceae	hojas menudas	Orilla	27	Arbustivo
37	Fabaceae	Inga sp1.	Orilla	1	Arbol
38	Fabaceae	Inga laurifolia	Orilla	1	Arbol
39	Urticaceae	Cecropia sp1.	Orilla	1	Arbol
40	Anacardiaceae	Tapirira sp1.	Orilla	1	Arbol
41	Lauraceae	Aniba sp1.	Orilla	2	Arbol

**Tabla 28:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado izquierdo del riachuelo en el tramo 4

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera/Orilla	20	Arbol
2	Arecaceae	Astrocarium sp1.	Ribera/Orilla	5	Arbol
3	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera/Orilla	2	Arbol
4	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera/Orilla	4	Arbol
5	Meliaceae	Cedrela odorata	Ribera/Orilla	3	Arbol
6	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
7	Myristicaceae	Virola sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
8	Urticaceae	Cecropia sp2.	Ribera/Orilla	4	Arbol
9	Helecho	Parcela 1.	Ribera/Orilla	20	Herbaceae
10	Lauraceae	sp1 lado derecho	Ribera/Orilla	1	Arbol
11	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
12	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
13	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
14	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
15	Arecaceae	Attalea falerata	Ribera/Orilla	1	Arbol
16	Malvaceae	Bixia sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbustivo
17	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Ribera/Orilla	2	Arbol
18	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
19	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
20	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera/Orilla	20	Arbol
21	Arecaceae	Astrocarium sp1.	Ribera/Orilla	5	Arbol
22	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera/Orilla	2	Arbol
23	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera/Orilla	4	Arbol
24	Meliaceae	Cedrela odorata	Ribera/Orilla	3	Arbol
25	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
26	Myristicaceae	Virola sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
27	Urticaceae	Cecropia sp2.	Ribera/Orilla	4	Arbol
28	Helecho	Parcela 1.	Ribera/Orilla	30	Herbaceae
29	Lauraceae	sp1 lado derecho	Ribera/Orilla	1	Arbol
30	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
31	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
32	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
33	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
34	Arecaceae	Attalea falerata	Ribera/Orilla	1	Arbol
35	Malvaceae	Bixia sp1.	Ribera/Orilla	26	Arbustivo
36	Bignoniaceae	Jacaranda copaia	Ribera/Orilla	2	Arbol
37	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
38	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera/Orilla	1	Arbol
39	Heliconiaceae	Heliconia rostrata	orilla	1	Herbaceae
40	Costaceae	Costus scaber	orilla	1	Herbaceae
41	Amarantaceae	Weppertia sp.	orilla	1	Herbaceae
42	Arecaceae	Geonoma sp1.	orilla	1	Herbaceae

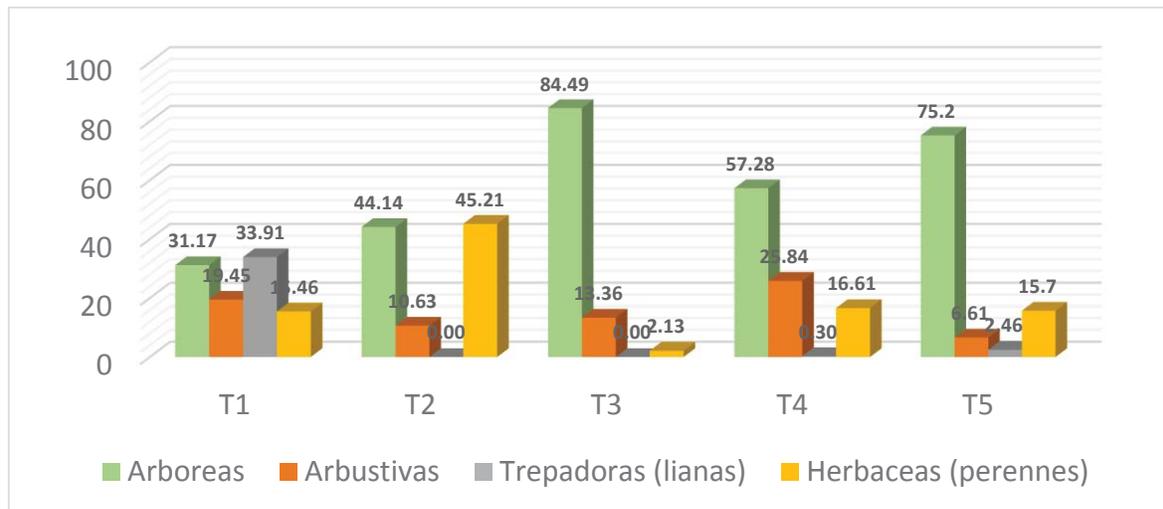
**Tabla 29:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado izquierdo del riachuelo en el tramo 5

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Fabaceae	Parkia sp1.	Ribera	3	Arbol
2	Arecaceae	Oenocarpus bataua	Ribera	5	Arbol
3	Arecaceae	Astrocarium sp1.	Ribera	8	Arbol
4	Annonaceae	Guatteria sp1.	Ribera	2	Arbol
5	Fabaceae	Ormosia sp1.	Ribera	2	Arbol
6	Apocinaceae	sp3.	Ribera	2	Liana
7	Bignoniaceae	sp4.	Ribera	1	Liana
8	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera	1	Arbol
9	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera	4	Arbol
10	Rubiaceae	Capirona decorticans	Ribera	1	Arbol
11	Primulaceae	Clavija sp	Ribera	1	Arbol
12	Fabaceae	sp1.	Ribera	6	arbol
13	Elaeocarpaceae	Slonea sp1.	Ribera	3	Arbol
14	Boraginaceae	Cordia nodosa	Ribera	3	Arbustivo
15	Urticaceae	Pourouma sp1.	Ribera	2	Arbol
16	Moraceae	Brossimun sp1.	Ribera	13	Arbol
17	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera	2	Arbol
18	Lecythydaceae	Couratari sp1.	Ribera	1	Arbol
19	Euphorbiaceae	Croton sp1.	Ribera	1	Arbol
20	Arecaceae	Socratea exorrhiza	Ribera	1	Arbol
21	Arecaceae	Attalea phalerata	Ribera	17	Arbol
22	Moraceae	Perebea sp1.	Ribera	7	Arbol
23	Moraceae	Sorocea sp1.	Ribera	12	Arbol
24	Fabaceae	Tachigalia sp2.	Ribera	1	Arbol
25	Fabaceae	Erythrina sp.	Ribera	1	Arbol
26	Urticaceae	Pourouma sp2.	Ribera	1	Arbol
27	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera	1	Arbol
28	Araliaceae	Schefflera sp1.	Ribera	1	Arbustivo
29	Malvaceae	Teobroma sp1.	Ribera	1	Arbustivo
30	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	1	Arbol
31	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera	1	Arbol
32	Malvaceae	Ceiba sp1.	Ribera	1	Arbol
33	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera	1	Arbol
34	Moraceae	Helicostylis sp1.	Ribera	1	Arbol
35	Malvaceae	Ceiba sp1.	Ribera	1	Arbol
36	Melastomataceae	Miconia sp1.	Ribera	1	Arbol
37	Myrtaceae	sp5.	orilla	1	Arbustivo
38	Burseraceae	Protium sp1.	orilla	1	Arbol
39	Lauraceae	sp1.	orilla	5	Arbol
40	Annonaceae	Guatteria sp1.	orilla	2	Arbol
41	Fabaceae	Inga Laurifolia	orilla	1	Arbol
42	Rubiaceae	sp1.	orilla	1	Arbustivo
43	Lauraceae	sp2.	orilla	1	Arbol
44	Arecaceae	Oenocarpus bataua	orilla	9	Arbol
45	Malvaceae	Ochroma Pyramidale	orilla	1	Arbol
46	Fabaceae	Inga sp2.	orilla	1	Arbol
47	Elaeocarpaceae	Slonea sp1.	orilla	1	Arbol

**Tabla 30:** Especies fanerógamas perennes, criptógamas y sus hábitos en zonas de orilla y de ribera en el lado derecho del riachuelo en el tramo 5

N°	Familia	Especie	Estrato	Numero de individuos	Habito
1	Annonaceae	Guatteria sp1.	Ribera	2	Arbol
2	Fabaceae	Ormosia sp1.	Ribera	2	Arbol
3	Apocinaceae	sp2.	Ribera	2	Liana
4	Bignoniaceae	sp3.	Ribera	1	Liana
5	Arecaceae	Bactris gasipaes	Ribera	1	Arbol
6	Moraceae	Ficus sp1.	Ribera	4	Arbol
7	Rubiaceae	Capirona decorticans	Ribera	1	Arbol
8	Primulaceae	Clavija sp	Ribera	1	Arbol
9	Fabaceae	sp1.	Ribera	1	arbol
10	Elaeocarpace	Slonea sp1.	Ribera	3	Arbol
11	Boraginaceae	Cordia nodosa	Ribera	3	Arbustivo
12	Urticaceae	Pouroma sp1.	Ribera	2	Arbol
13	Moraceae	Brossimun sp1.	Ribera	3	Arbol
14	Fabaceae	Inga sp1.	Ribera	2	Arbol
15	Lecythidaceae	Couratari sp1.	Ribera	1	Arbol
16	Euphorbiaceae	Croton sp1.	Ribera	1	Arbol
17	Arecaceae	Socratea exorrhiza	Ribera	1	Arbol
18	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera	1	Arbol
19	Araliaceae	Schefflera sp1.	Ribera	1	Arbustivo
20	Malvaceae	Teobroma sp1.	Ribera	1	Arbustivo
21	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	1	Arbol
22	Polygonaceae	Triplaris sp1.	Ribera	1	Arbol
23	Malvaceae	Ceiba sp1.	Ribera	1	Arbol
24	Fabaceae	Andira sp1.	Ribera	1	Arbol
25	Moraceae	Helicostylis sp1.	Ribera	1	Arbol
26	Malvaceae	Ceiba sp1.	Ribera	1	Arbol
27	Melastomata	Miconia sp1.	Ribera	1	Arbol
28	Helecho	sp 1.	Ribera/Orilla	30	Herbaceae
29	Lauraceae	sp2.	orilla	1	Arbol
30	Arecaceae	Oenocarpus bataua	orilla	9	Arbol
31	Malvaceae	Ochroma Pyramidale	orilla	1	Arbol
32	Fabaceae	Inga sp2.	orilla	1	Arbol
33	Elaeocarpace	Slonea sp1.	orilla	1	Arbol
34	Myrtaceae	sp3.	orilla	1	Arbustivo
35	Burseraceae	Protium sp1.	orilla	1	Arbol
36	Lauraceae	sp1.	orilla	5	Arbol
37	Annonaceae	Guatteria sp1.	orilla	2	Arbol
38	Fabaceae	Inga Laurifolia	orilla	1	Arbol
39	Rubiaceae	sp1.	orilla	1	Arbustivo
40	Meliaceae	Guarea sp1.	Ribera	1	Arbol
41	Araliaceae	Schefflera sp1.	Ribera	1	Arbustivo
42	Malvaceae	Teobroma sp1.	Ribera	1	Arbustivo
43	Urticaceae	Cecropia sp1.	Ribera	1	Arbol
44	Helecho	Parcela 1.	Ribera/Orilla	8	Herbaceae

**GRÁFICO 03:** Comparación de la estructura de la cubierta vegetal por tramos



De las tablas (21 a 30) y el gráfico 03 para la determinación de la estructura de la cubierta se puede observar según el hábito: para el tramo 1 la zona de ribera y orilla el porcentaje de árboles fue de 31.17%, 19.45% de arbustos, 15.46% de herbáceas perennes y 33.91% de lianas, para el tramo 2 el porcentaje de árboles fue de 44.14%, 10.63% de arbustos, 0% lianas y 45.21% de herbáceas perennes, para el tramo 3 el porcentaje de árboles fue de 84.49%, 13.36% de arbustos, 0% de lianas y 2.13% de herbáceas perennes, para el tramo 4 el porcentaje de árboles fue de 57.28%, 25.84% de arbustos, 0.30% de lianas y 16.61% de herbáceas perennes, y para el tramo 5 el porcentaje de árboles fue de 75.20%, 6.61% de arbustos, 2.46% de lianas y 15.70% de herbáceas perennes. Observando que el mayor porcentaje en el recubrimiento es del estrato arbóreo en comparación a los demás estratos y que existe una distribución irregular entre ambas zonas de ribera y orilla para todos los tramos de estudio.

Para la determinación del Grado de cubierta de la zona de ribera se establecieron las siguientes tablas:

**Tabla 31:** Porcentaje de cobertura en el tramo 1

T1: LADO IZQUIERDO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA DE ORILLA TOTAL</b>	405	199
CLARO	26.8	23.4
CLARO	23.3	19.8
CLARO	49.2	34.2
<b>AREA DE ORILLA REAL</b>	307.7	
<b>AREA DE RIBERA TOTAL</b>	2607	279
CLARO1,2,3	62.2	21.1
<b>AREA DE RIBERA REAL</b>	2542	

T1: LADO DERECHO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA DE ORILLA TOTAL</b>	600	178
SIN CLAROS		
<b>AREA DE RIBERA TOTAL</b>	1375	156.3
CLARO 1	24.4	19.3
CLARO/TALADO 2	437	137
CLAROS TOTALES	461.4	171
<b>AREA DE RIBERA REAL</b>	914	

TOTAL:

	M <sup>2</sup>	PORCENTAJE DE COBERTURA
AREA DE RIBERA REAL AMBOS LADOS	3456	86.79%
AREA DE RIBERA TOTAL AMBOS LADOS	3982	

**Tabla 32:** Porcentaje de cobertura en el tramo 2

E2: LADO IZQUIERDO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA DE ORILLA TOTAL</b>	373	214
<b>AREA DE RIBERA REAL</b>	1130	218
CLAROS/DEFORESTACION 1	632	211
<b>AREA DE RIBERA TOTAL</b>	1762	

E2: LADO DERECHO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>area de orilla real/tota</b>	463	218
<b>area de ribera real</b>	2097	274
claro 1	124	41.3
deforestacion	1003	228
<b>area de ribera total</b>	3224	

TOTAL:

	m <sup>2</sup>	% DE COBERTURA
AREA DE RIBERA REAL AMBOS LADOS	3227	64.72%
AREA DE RIBERA TOTAL AMBOS LADOS	4986	

**Tabla 33:** Porcentaje de cobertura en el tramo 3

E3: LADO IZQUIERDO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>area de orilla real/total (sin claros)</b>	680	230
area de ribera real	1572	224
CLAROS/DEFORESTACION 1	73.8	37.3
CLAROS/DEFORESTACION 2	87.3	53.6
area total de ribera	1733.1	

E3: LADO DERECHO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>area de orilla real/total</b>	468	232
area de ribera real	1807	266
CLAROS/DEFORESTACION	996	212
area total de ribera	2803	

TOTAL:

	m <sup>2</sup>	% DE COBERTURA
AREA DE RIBERA REAL AMBOS LADOS	3379	74.49%
AREA DE RIBERA TOTAL AMBOS LADOS	4536.1	

**Tabla 34:** Porcentaje de cobertura en el tramo 4

E4: LADO IZQUIERDO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA DE ORILLA REAL</b>	815.5	224
CLARO 1	46.6	41.6
CLARO 2	83.9	33.4
<b>AREA DE ORILLA TOTAL</b>	946	
<b>AREA DE RIBERA REAL</b>	3001.5	280
CLARO 1	29.5	20.4
CLARO 2	45	38
<b>AREA DE RIBERA TOTAL</b>	3076	280

E4: LADO DERECHO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA DE ORILLA Real/T</b>	524	208
<b>AREA REAL DE RIBERA</b>	1997	
CLARO 1	104	37.3
CLARO 2	42	23.5
<b>AREA TOTAL DE RIBERA</b>	2143	224

TOTAL

	m <sup>2</sup>	% DE COBERTURA
AREA DE RIBERA REAL AMBOS LADOS	4998.5	95.77
AREA DE RIBERA TOTAL AMBOS LADOS	5219	

**Tabla 35:** Porcentaje de cobertura en el tramo 5

E5: LADO IZQUIERDO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
<b>AREA REAL DE ORILLA</b>	535.7	
CLARO 1	14.3	21.5
<b>AREA TOTAL DE ORILLA</b>	550	217
<b>AREA REAL DE RIBERA</b>	2130	
CLARO 1	158	47.8
<b>AREA TOTAL DE RIBERA</b>	2288	250

E5: LADO DERECHO	AREA m <sup>2</sup>	PERIMETRO m
AREA TOTAL DE ORILLA	646	211
AREA TOTAL DE RIBERA	1654	226

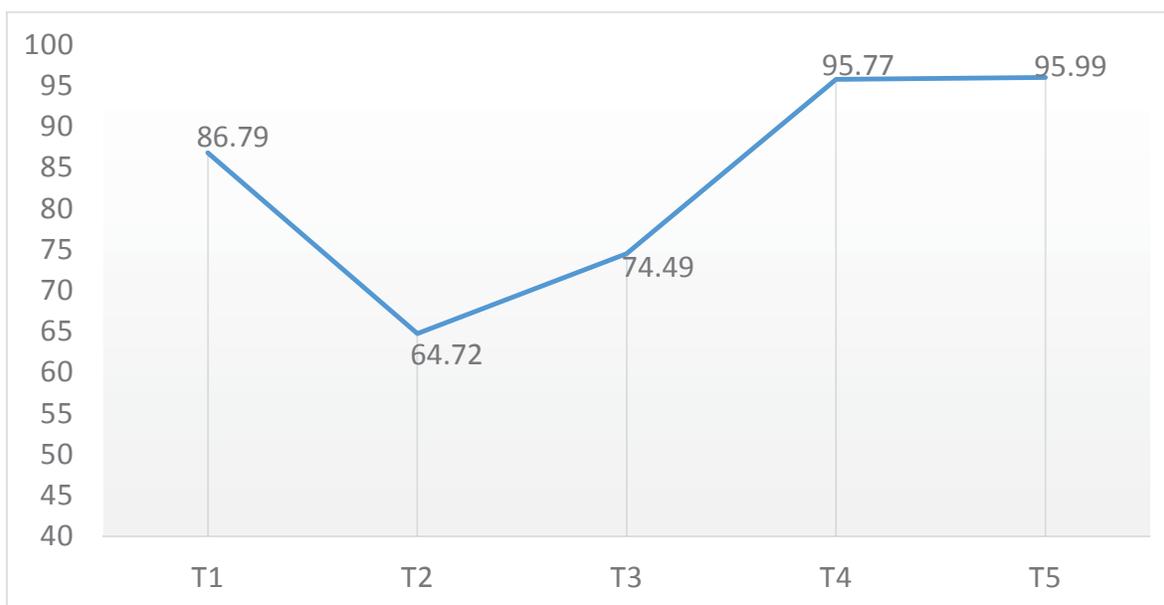
TOTAL:

	m <sup>2</sup>	% DE COBERTURA
AREA DE RIBERA REAL AMBOS LADOS	3784	95.99
AREA DE RIBERA TOTAL AMBOS LADOS	3942	

**TABLA 36:** Porcentaje de cobertura por tramos

TRAMO	PORCENTAJE DE COBERTURA
T1	86.79
T2	64.72
T3	74.49
T4	95.77
T5	95.99

**GRÁFICO 04:** Comparación del porcentaje de cobertura por tramos



De la tabla 36 y el gráfico 04 se observa que el mayor porcentaje de cobertura se da en el tramo 5 con 95.99% seguido del tramo 4 con 95.77% en ambos casos, gracias a la conservación de los bosques por parte de sus propietarios, 74.49% en el tramo 3 debido a la deforestación producida por la explotación aurífera, 64.72% en el tramo 2 a causa de la deforestación producida por la producción ganadera y 86.79% en el tramo 1 por la conservación del bosque en este tramo próximo a la desembocadura al río Madre de Dios.

Se analizaron las 4 variables indicadas en el protocolo dando los siguientes resultados:

**TABLA 37:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 1

VARIABLES	PUNTAJE
Grado de cobertura riparia	20
Estructura de la cobertura	05
Calidad de la cobertura	20
Grado de naturalidad del canal fluvial	25
TOTAL	70
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Calidad intermedia
	INICIO DE ALTERACIÓN IMPORTANTE

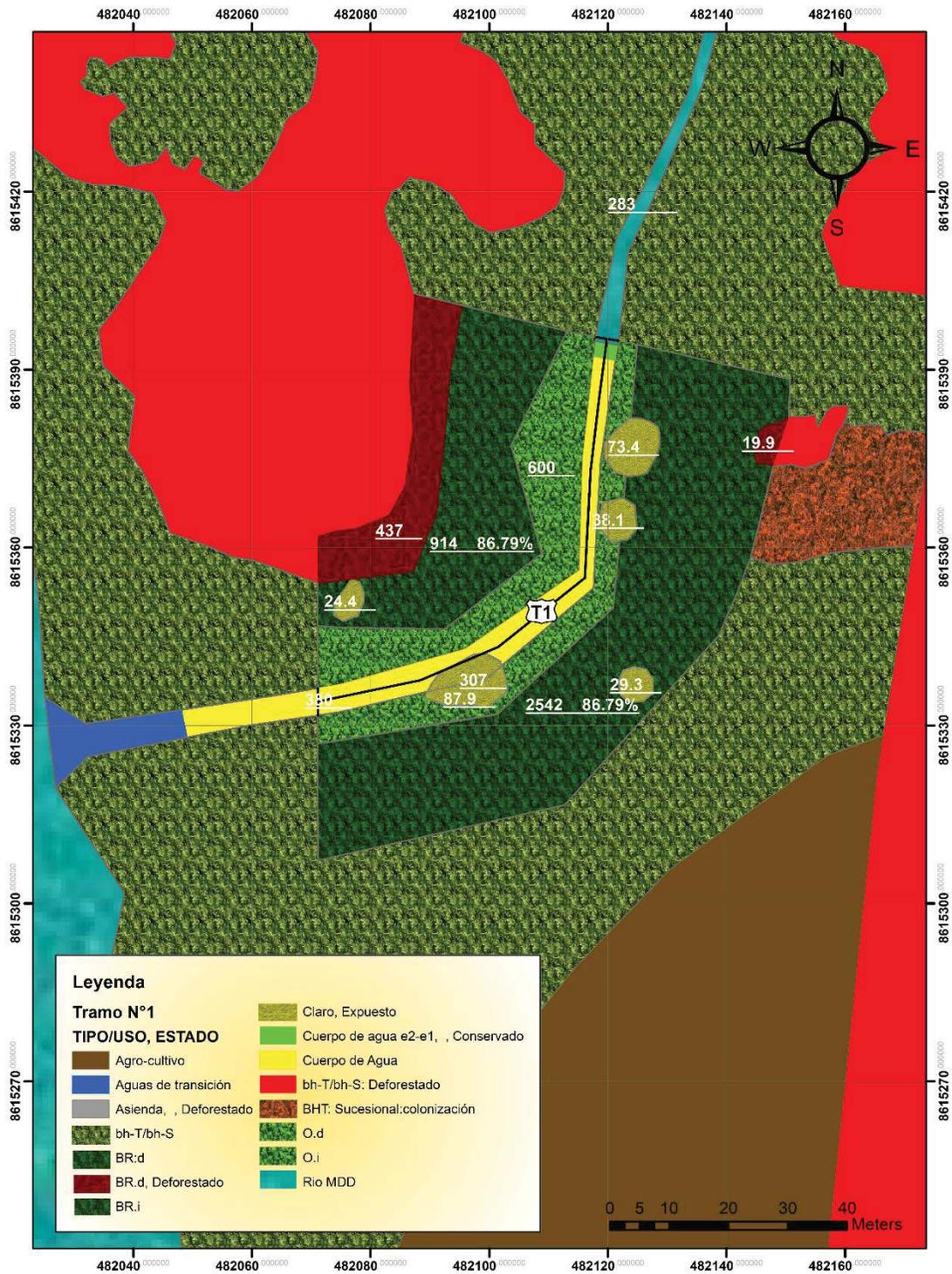
Cubierta vegetal de 86.79% en la zona de ribera, con una conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25 y 50%.

Recubrimiento de árboles de 31.17%, adicionalmente se observó que el recubrimiento de arbustos fue de 19.45%, de herbáceas fue de 15.46% y de lianas fue de 33.91% en toda la zona riparia, en la zona de orilla el recubrimiento de arbustos y helófitos fue de 49.36%, con discontinuidad en la distribución de árboles y arbustos.

Tipo dos de desnivel en la zona riparia, gran número de especies de árboles autóctonos (>3), existe una disposición en galería de diferentes comunidades, pero con existencia de estructuras construidas por el hombre y vertidos de residuos sólidos.

El canal del río no ha estado modificado

**IMAGEN 08:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 1



**TABLA 38:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 2

VARIABLES	PUNTAJE
Grado de cobertura riparia	0
Estructura de la cobertura	15
Calidad de la cobertura	20
Grado de naturalidad del canal fluvial	25
TOTAL	60
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Calidad intermedia
	INICIO DE ALTERACIÓN IMPORTANTE

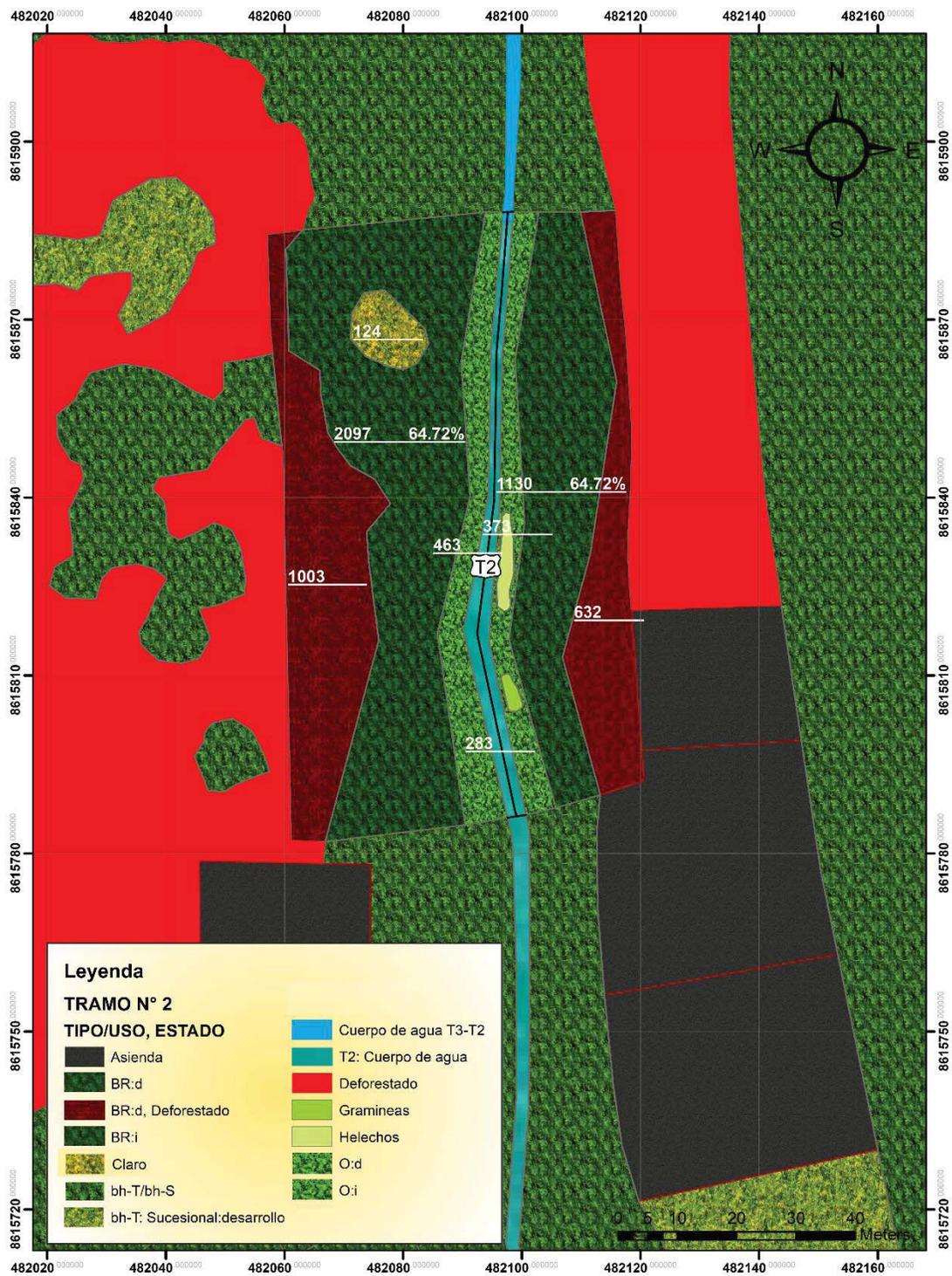
64% de cobertura vegetal de la zona de ribera, pero la conectividad entre el bosque de ribera con el ecosistema forestal adyacente es menor al 25%.

El recubrimiento de árboles corresponde a un 44.14%, y en la orilla la concentración de arbustos y halófitos conforman el 55.84%, con continuidad en la distribución de árboles y arbustos.

Desnivel de tipo dos en la zona riparia, gran número de especies de árboles autóctonos (>3), si existe una disposición en galería de diferentes comunidades, el número de diferentes especies de arbustos es mayor de 3 pero con existencia de estructuras construidas por el hombre y vertidos de basuras.

El canal del río no ha estado modificado.

**IMAGEN 09:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 2



**TABLA 39:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 3

VARIABLES	PUNTAJE
Grado de cobertura riparia	5
Estructura de la cobertura	25
Calidad de la cobertura	15
Grado de naturalidad del canal fluvial	10
TOTAL	55
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Calidad intermedia
	INICIO DE ALTERACIÓN IMPORTANTE

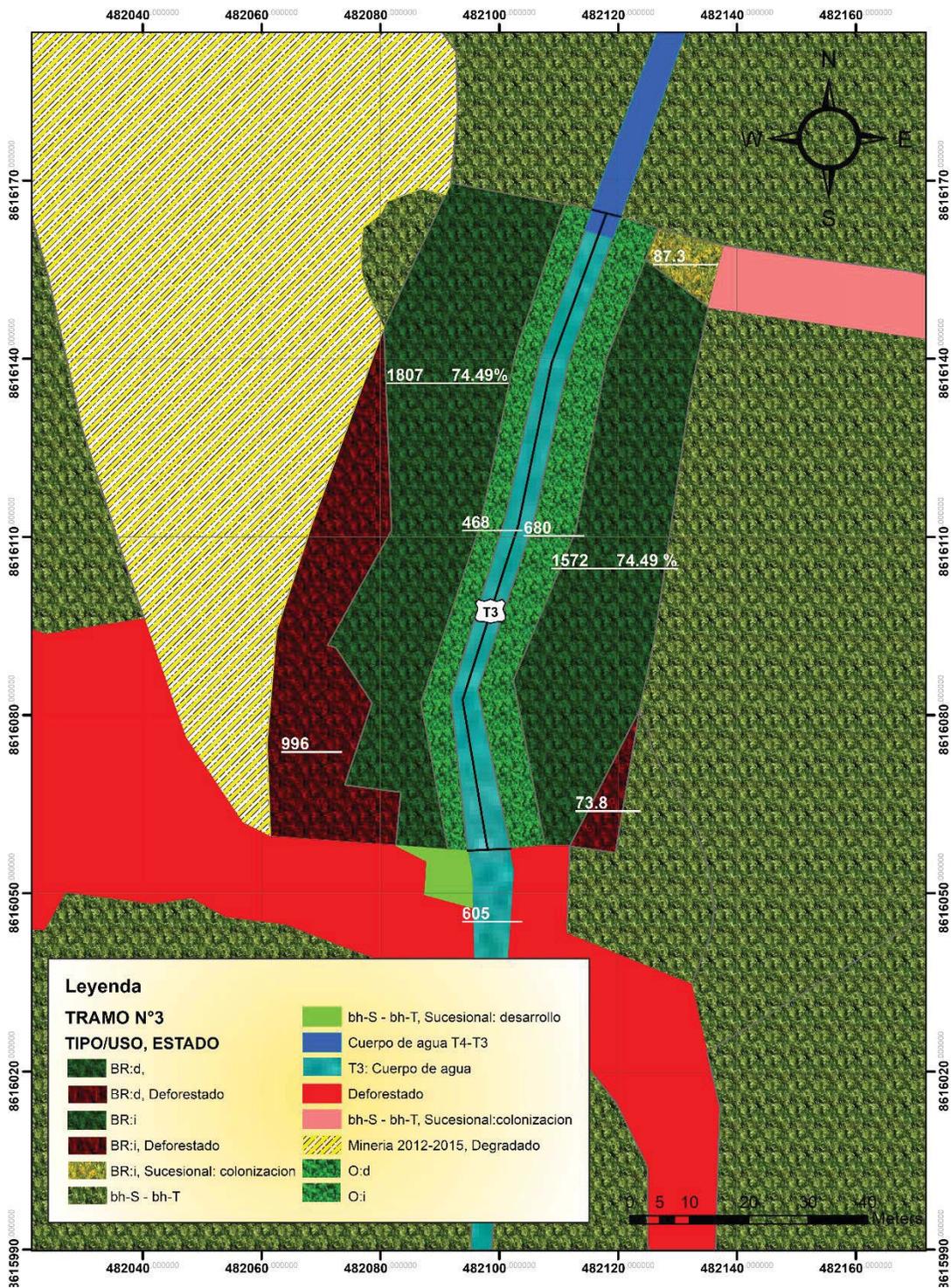
Zona riparia con el 74.49% de cubierta vegetal, conectividad existente entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente entre 25 y 50%.

Recubrimiento de árboles en un 84.49%, y resto conformado por arbustos y lianas, la cobertura de arbustos en la zona de orilla es de 44.44%, árboles y arbustos distribuidos sin una continuidad en su distribución.

Tipo dos de desnivel en la zona riparia, gran número de especies de árboles autóctonos (>3), el número de especies de arbustos mayor a 3, no existe una disposición en galería de diferentes comunidades, con existencia de estructuras construidas por el hombre y vertidos de basuras.

Modificaciones de las terrazas adyacentes al lecho del río con reducción del canal.

IMAGEN 10: Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 3



**TABLA 40:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 4

VARIABLES	PUNTAJE
Grado de cobertura riparia	25
Estructura de la cobertura	10
Calidad de la cobertura	25
Grado de naturalidad del canal fluvial	25
TOTAL	85
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Calidad buena
	BOSQUE LIGERAMENTE PERTURBADO

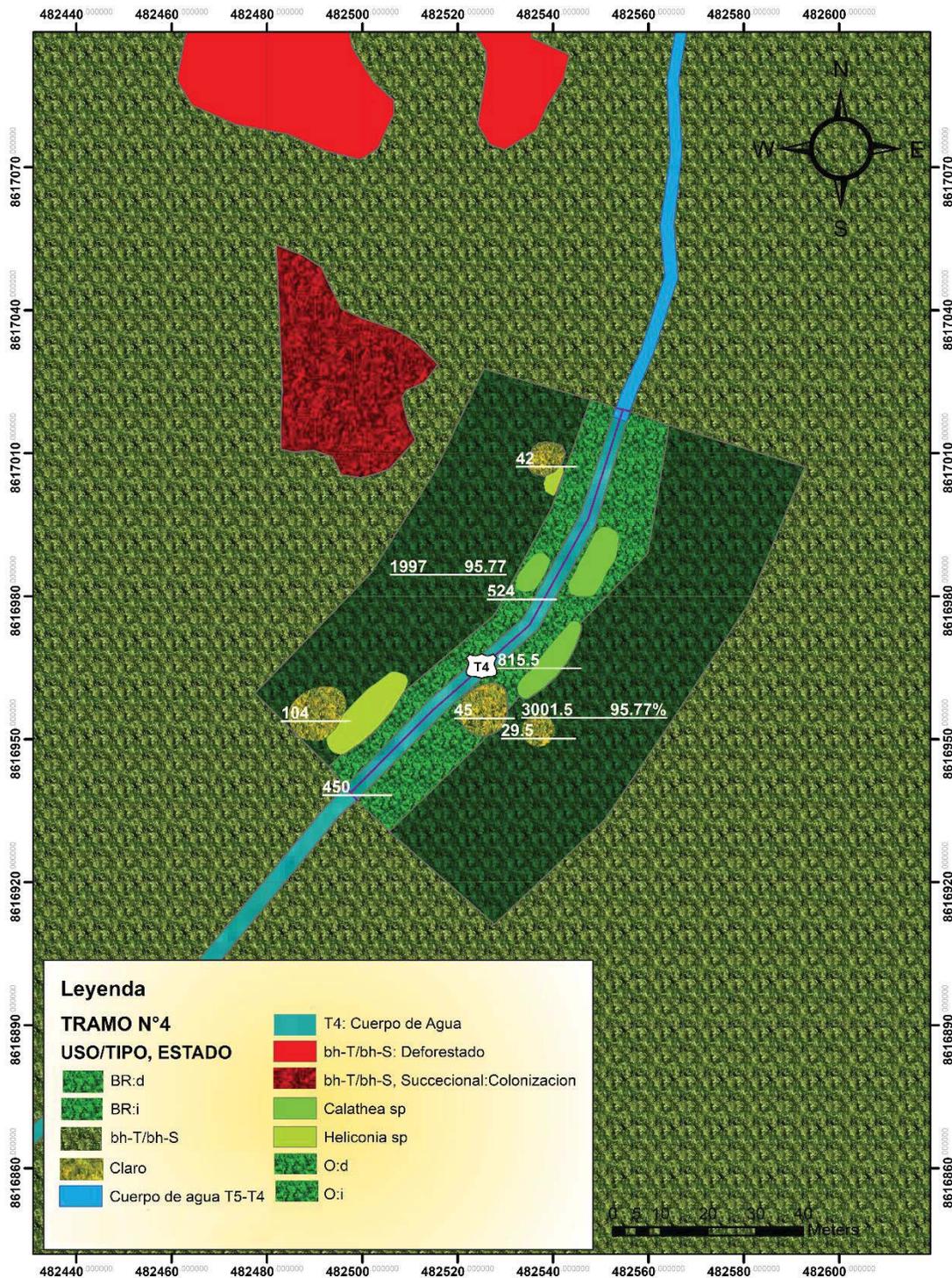
Cubierta vegetal de 95.77% en la zona de ribera y un 72.5% de conectividad.

Zona riparia con un 57.28% de recubrimiento de árboles, y en la zona de orilla recubrimiento compuesto por arbustos y helofitos con un 42.91%, sin una continuidad en la distribución de árboles y arbustos.

Desnivel de tipo dos en la zona riparia; gran número de especies de árboles autóctonos (>3), si existe una disposición en galería de diferentes comunidades. Sin estructuras construidas por el hombre.

El canal del río no ha estado modificado.

IMAGEN 11: Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 4



**TABLA 41:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 5

VARIABLES	PUNTAJE
Grado de cobertura riparia	20
Estructura de la cobertura	20
Calidad de la cobertura	25
Grado de naturalidad del canal fluvial	25
TOTAL	90
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Calidad buena
	BOSQUE LIGERAMENTE PERTURBADO

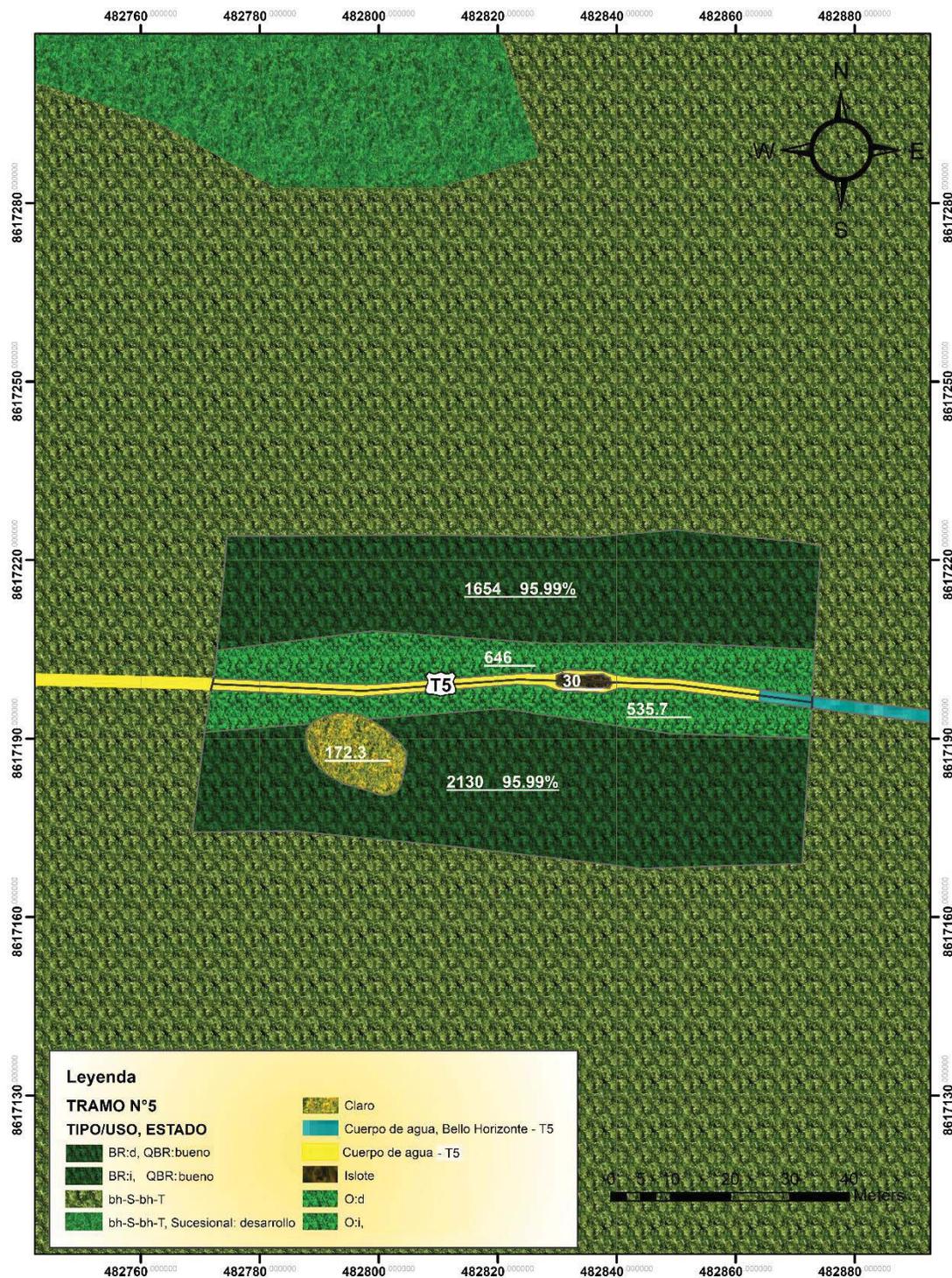
Cubierta vegetal mayor al 95.99% en la zona de ribera, con un puntaje de 20, la conectividad entre el bosque de ribera y el ecosistema forestal adyacente esta entre el 25% y 50%.

Recubrimiento de árboles en un 75.20%, y el resto recubierto por lianas y arbustos. El recubrimiento de arbustos y helofitos en la zona de orilla fue de 48.88%, sin una continuidad en la distribución de árboles y arbustos.

Tipo dos de desnivel en la zona riparia, gran número de especies de árboles autóctonos (>3), si existe una disposición en galería de diferentes comunidades. Sin estructuras construidas por el hombre.

El canal del río no ha estado modificado.

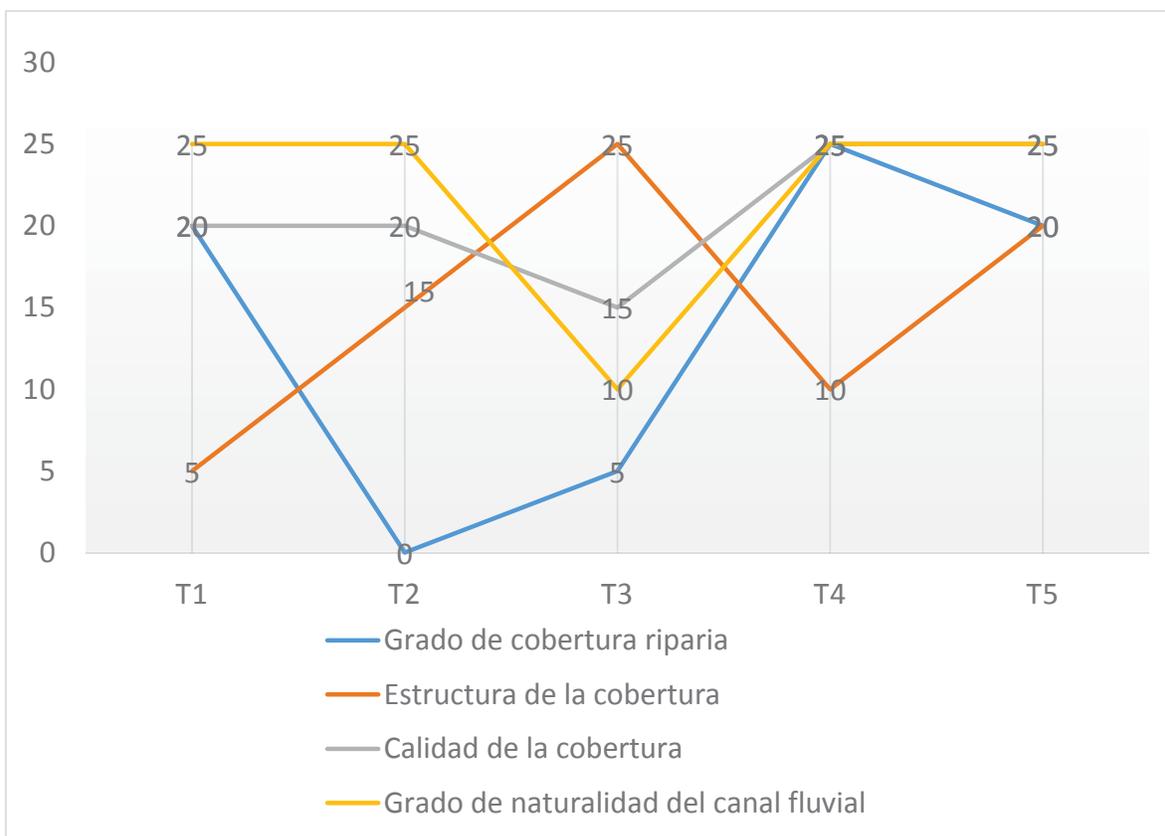
**IMAGEN 12:** Índice de Calidad de Bosque de Ribera (QBR) en el tramo 5



**TABLA 42:** Desarrollo de las variables a través de los diferentes tramos

VARIABLES	T1	T2	T3	T4	T5
Grado de cobertura riparia	20	00	05	25	20
Estructura de la cobertura	05	15	25	10	20
Calidad de la cobertura	20	20	15	25	25
Grado de naturalidad del canal fluvial	25	25	10	25	25
TOTAL	70	60	55	85	90
CALIDAD CUALITATIVA DEL BOSQUE	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Buena	Buena

**GRÁFICO 05:** Desarrollo de las variables a través de los diferentes tramos



Parte alta del riachuelo: El bosque de ribera en los tramos 5 y 4 se encuentra ligeramente perturbado, es de “buena” calidad y mantiene su estado natural debido particularmente a la conservación privada de los tramos de muestreo y del bosque natural adyacente.

Parte media del riachuelo: Se determinó que en el tramo 3 ocurre el inicio de una alteración importante otorgándole una calidad “intermedia”, esto debido a la deforestación e instalación de tuberías causada por la explotación aurífera.

Parte media-baja del riachuelo: En el tramo 2 ocurre el inicio de una alteración importante por lo que le corresponde una calidad “intermedia”, esto debido a la deforestación para la producción de pasto para ganadería al lado derecho del afluente, así mismo la deforestación por la ampliación de la carretera al lado izquierdo del afluente y por la construcción de estructuras a ambos lados del riachuelo.

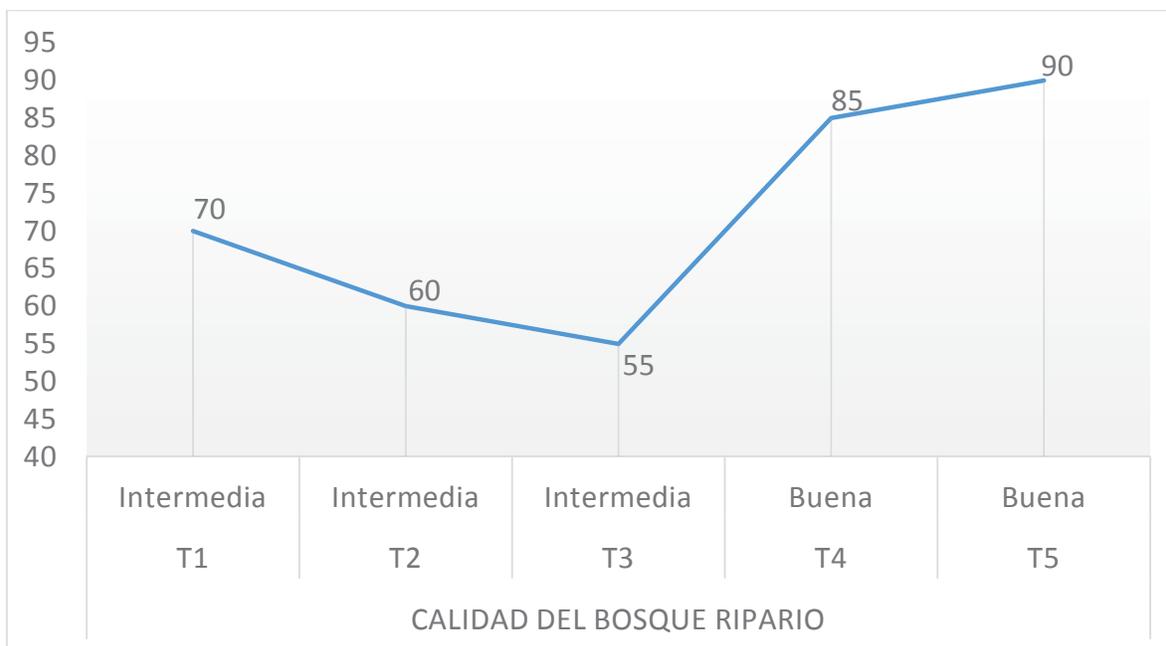
Parte baja – desembocadura del riachuelo: Así mismo en el tramo 1 ocurre el inicio de una alteración importante por lo que le corresponde una calidad “intermedia”, esto debido principalmente a la deforestación, existencia de estructuras construidas por el hombre y vertidos de residuos sólidos.

Teniendo como resultado general la siguiente tabla:

**TABLA 43:** Índice de bosque de ribera (QBR) de los 5 tramos de muestreo.

TRAMO	PUNTAJE	CALIDAD
T1	70	Intermedia
T2	60	Intermedia
T3	55	Intermedia
T4	85	Buena
T5	90	Buena

**GRÁFICO 06:** Comparación de la calidad de bosque de ribera en los distintos tramos



Se observa en la tabla que en los tramos 4 y 5 existe un bosque de buena calidad ligeramente perturbado, conservando su estado natural por asociaciones privadas.

Por último en los tramos 1, 2 y 3 se observa un inicio de alteración importante, calidad intermedia.

## 4.2 COMPOSICIÓN Y DIVERSIDAD DE MACROINVERTEBRADOS E ÍNDICE BMWP

### 4.2.1 COMPOSICIÓN DE MACROINVERTEBRADOS

En los 5 tramos de muestreo se registraron 29 familias de macroinvertebrados, agrupados en 13 órdenes referentes a los 3 muestreos realizados en la investigación. La mayoría de los individuos registrados fueron encontrados en sus estadios inmaduros.

**TABLA 44:** MACROINVERTEBRADOS POR TRAMO DE MUESTREO EN EL RIACHUELO OVIEDO

ORDEN	FAMILIA	TRAMOS				
		T5	T4	T3	T2	T1
DIPTERA	Culicidae	X	X			
	Chironomidae	X	X	X	X	X
	Ceratopogonidae	X	X	X	X	X
	Tabanidae		X			
	Simulidae				X	
	Tipulidae	X				
TRICHOPTERA	Hydropsychidae	X	X	X	X	
	Xiphocentronidae	X	X			
	Polycentropodidae		X			
	Philopotamidae		X			
	Hydrobiosidae	X				
EPHEMEROPTERA	Euthyplociidae	X	X			
	Baetidae	X	X	X	X	X
	Leptohyphidae		X		X	X
	Leptophlebiidae		X		X	
DECAPODA	Palaemonidae	X	X			
	Trichodactylidae	X				
	Megapodagrionidae	X	X			
	Gomphidae	X	X			

ODONATA	Calopterygidae				X	X
	Coenagrionidae			X		
RHYNCHOBDELLIDA	Glossiphonidae	X			X	
HAPLOTAXIDA	Naididae	X	X	X	X	X
MEGALOPTERA	Corydalidae	X				
CAENOGASTROPODA	Ampullariidae	X	X	X	X	X
COLEOPTERA	Elmidae	X	X			X
VENEROIDA	Sphaeriidae	X	X		X	X
GASTROPODA	Planorbidae			X		X
OLIGOCHAETA	Oligochaetidae			X		X
TOTAL	29	18	19	9	12	11

Se registraron un total de 29 familias. En el tramo 4 se colectó la mayor diversidad de familias registrándose 19 familias, lo cual puede estar directamente relacionado con la alta diversidad de hábitat fluvial, también a que presenta un bosque de ribera de “buena” calidad pero ligeramente perturbado; seguidas de los tramos 5 y 2 con 18 y 12 familias respectivamente, los cuales mostraron calidad de bosque de ribera “buena” e “intermedia” respectivamente y una alta diversidad de hábitat fluvial. Mientras que en los tramos 3 y 1 se registraron la menor cantidad de familias con 9 y 11 respectivamente.

**TABLA 45: ABUNDANCIA POR FAMILIAS REGISTRADAS EN LOS TRAMOS DE MUESTREO**

FAMILIA	T5			T4			T3			T2			T1		
	Ene	Abr	Jul												
Culicidae	4	1				1									
Chironomidae	10	5	9	9	25	10	5	1	8	10	10	15	2		9
Ceratopogonidae		1	1	2		1	1	1	1	2	2	2		2	
Tabanidae					1	1									
Simuliidae										1		1			
Tipulidae			1												
Hydrobiosidae	1	1													
Hydropsychidae	1	1			2	4	1		2	5		5			
Xiphocentronidae	1				1										
Polycentropodidae				2											
Philopotamidae						1									
Euthyplociidae	1	2		1	1	6									
Baetidae	2			2	1			3		5	5			3	2
Leptohyphidae				10	5	1				3	2	3		2	
Leptophlebiidae						1						5			
Palaemonidae	3					2									
Trichodactylidae			1												
Megapodagrionidae	1	1		1											
Gomphidae			1	1	3										
Calopterygidae										1	1	1		1	
Coenagrionidae							1		1						
Glossiphonidae	2									1		1			
Naididae	4	2	2	4	10	2	3	4	3		4	9	2	3	3
Corydalidae	1	1													
Ampullariidae	2	2	2	2			2	3	1	2	2	1		1	2
Elmidae		1			1								2	2	2
Sphaeriidae		1		1							5		6		4
Planorbidae							2	2					1		2
Oligochaetidae							3						1		2
<b>TOTAL</b>	<b>29</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>35</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>30</b>	<b>31</b>	<b>43</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>26</b>

**TABLA 46: TOTAL DE INDIVIDUOS REGISTRADOS EN LOS TRAMOS POR MUESTREO**

PRIMER MUESTREO (ENERO)	126
SEGUNDO MUESTREO (ABRIL)	126
TERCER MUESTREO (JULIO)	132
ABUNDANCIA TOTAL	384

La abundancia de macroinvertebrados por familias en el riachuelo Oviedo durante los 3 muestreos en 5 tramos alcanza un total de 384 individuos de los cuales 126 corresponden al primer muestreo (enero), 126 al segundo muestreo (abril), y 132 al tercer muestreo (julio). La abundancia no muestra cambios significativos por la presencia o ausencia de lluvias, mostrando similar número en los 3 muestreos.

Se identificaron 29 familias pertenecientes a 13 órdenes, teniendo como particularidades lo siguiente:

Se observó como característica principal la presencia de la familia Chironomidae en todas las estaciones, familia que se caracteriza por su gran tolerancia a la contaminación.

En el tramo 4 se aprecia la mayor abundancia y diversidad de familias colectadas, teniendo como principales órdenes presentes Ephemeroptera y Trichoptera que son sensibles a la contaminación, lo que sugiere una mejor calidad de agua en ésta estación.

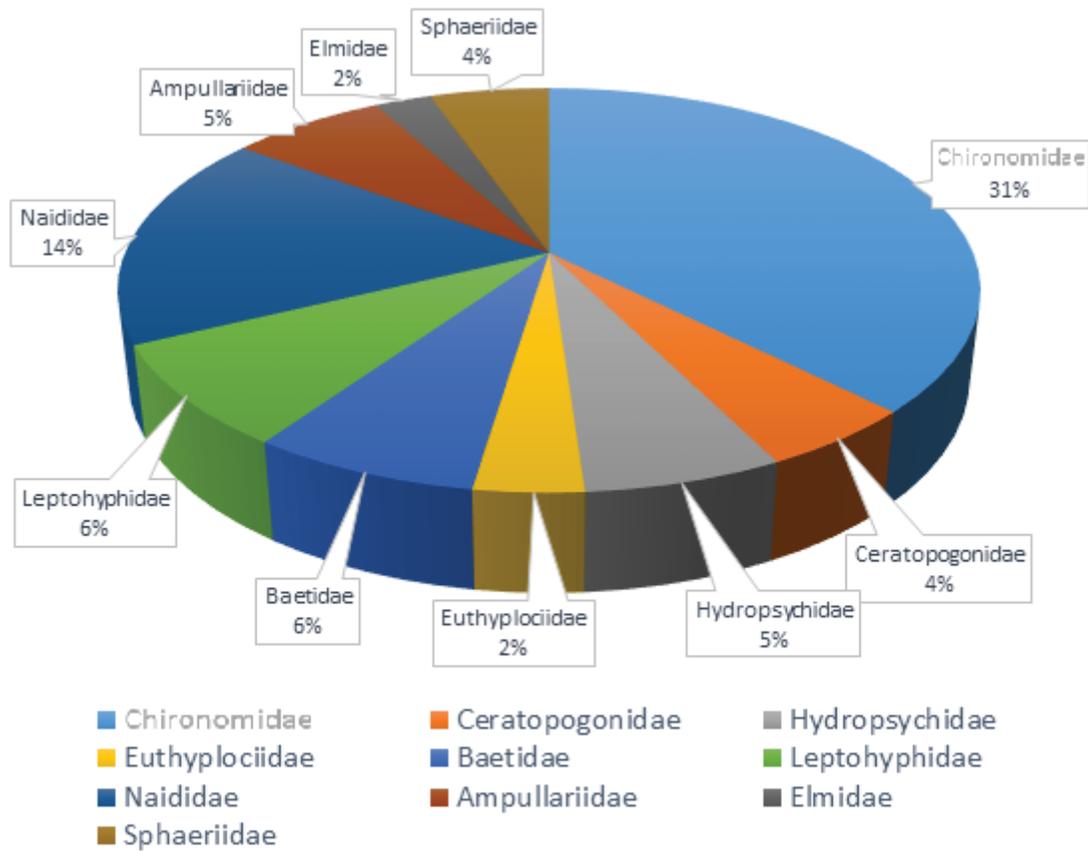
Cabe destacar la ausencia del orden Trichoptera en el tramo 1 lo que puede estar ligado directamente a la calidad de agua y al índice de hábitat fluvial de este punto (calidad “media”).

La menor diversidad encontrada en promedio se encuentra en el tramo 3 lo que puede estar ligado directamente a la cercanía de la mina aurífera o a otra forma de contaminación o alteración del cauce por intervención antrópica.

Hubo una apreciable disminución de especies encontradas en el tramo 5 entre los meses de abril y julio, lo cual puede deberse principalmente a la “temporada de secas” y la considerable baja del caudal de la estación.

Las familias colectadas entre los tramos 5 y 4 son similares (similaridad de Jaccard) lo que ratifica que ambos sectores del riachuelo tienen una buena calidad de agua.

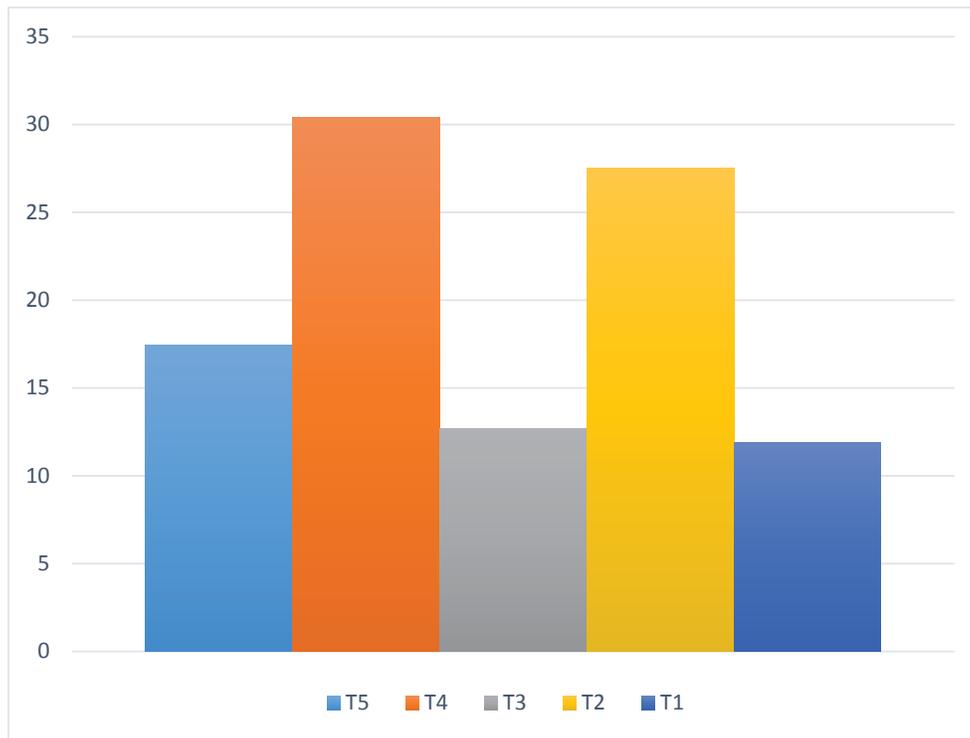
**GRÁFICO 07:** Abundancia relativa de las 10 familias más encontradas en el riachuelo Oviedo



**FUENTE:** Elaborado en base a la tabla 45

Las familias con mayor abundancia de individuos son Chironomidae que representa un 31% seguida de las familias Naididae con 14%, Leptohiphidae con 6%, Baetidae 6%, Ampullariidae 5%, Hydropsychidae con 5%, Sphaeriidae 4%, Ceratopogonidae 4%, Euthyplociidae 2%, Elmidae 2%. El resto de familias representan un 21% de la abundancia en el riachuelo Oviedo.

**GRÁFICO 08:** Abundancia relativa de macroinvertebrados por tramo de muestreo



**FUENTE:** Elaborado en base a la tabla 45

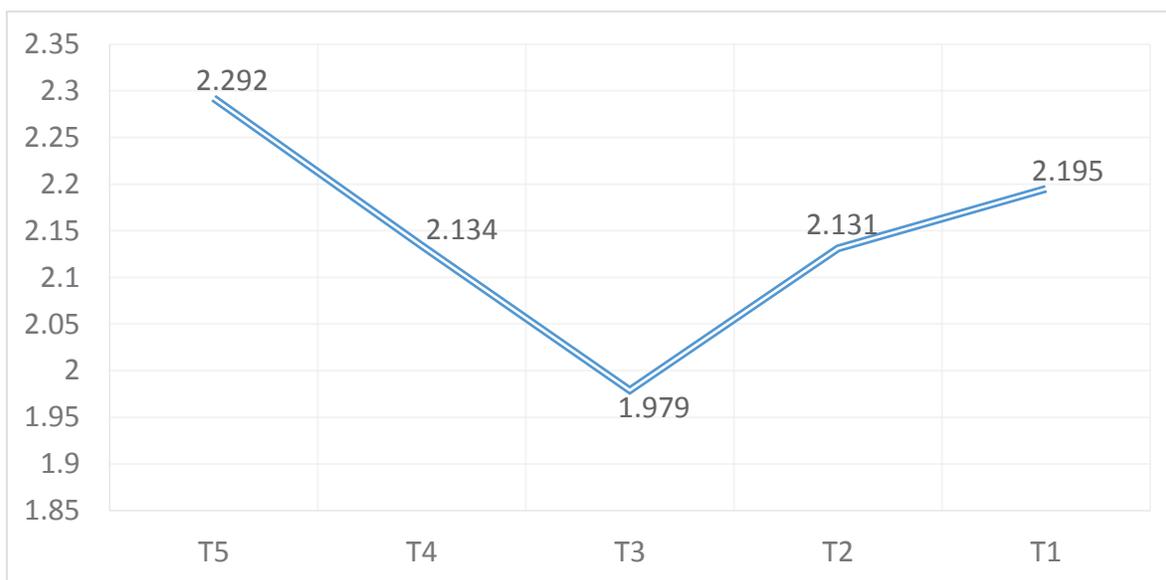
El grafico muestra que la mayor abundancia se registró en el tramo 4 con porcentaje de 30% (115 individuos) esto debido mayormente a la abundante presencia de la Familia Chironomidae en esta estación de muestreo. Las menores abundancias se registraron en el tramo 3 con un porcentaje de 13% (48 individuos) y en el tramo 1 con 12% (45 individuos).

#### 4.2.2 ÍNDICE DE SHANNON

TABLA 47: ABUNDANCIA POR CADA TRAMO DE MUESTREO

FAMILIAS	T5	T4	T3	T2	T1
Culicidae	5	1	0	0	0
Chironomidae	24	44	14	35	2
Ceratopogonidae	2	3	3	6	2
Tabanidae	0	2	0	0	0
Simulidae	0	0	0	2	0
Tipulidae	1	0	0	0	0
Hydropsychidae	1	6	3	10	0
Xiphocentronidae	1	1	0	0	0
Polycentropodidae	0	2	0	0	0
Philopotamidae	0	1	0	0	0
Euthyplociidae	3	8	0	0	0
Baetidae	2	3	3	10	5
Leptohyphidae	0	16	0	8	2
Leptophlebiidae	0	1	0	5	0
Palaemonidae	3	2	0	0	0
Trichodactylidae	1	0	0	0	0
Megapodagrionidae	2	1	0	0	0
Gomphidae	1	4	0	0	0
Calopterygidae	0	0	0	3	1
Coenagrionidae	0	0	2	0	0
Glossiphonidae	2	0	0	2	0
Naididae	8	16	10	13	8
Corydalidae	2	0	0	0	0
Ampullariidae	6	2	6	5	3
Elmidae	1	1	0	0	6
Sphaeriidae	1	1	0	5	10
Planorbidae	0	0	4	0	3
Oligochaetidae	0	0	3	0	3
<b>INDICE DE SHANNON</b>	<b>2.292</b>	<b>2.134</b>	<b>1.979</b>	<b>2.131</b>	<b>2.195</b>

**GRÁFICO 09:** Comparación del índice de Shannon en los distintos tramos



Analizando los resultados del índice de Shannon se deduce que:

Existe diversidad media en los tramos 1, 2, 4 y 5 (con valores de 2.292, 2.134, 2.131, 2.195 respectivamente) ya que los valores entre 2 y 3 se consideran en este rango de diversidad. El tramo 3 es considerado como de baja diversidad, ya que se observa un descenso de la media de diversidad en este tramo (1.979), lo que probablemente se deba a la mayor proximidad de éste a la mina aurífera. También se observa que la mayor diversidad se encuentra en el tramo 5 ya que éste al parecer es uno de los que mejor conserva su calidad ecológica.

#### 4.2.3 ÍNDICE DE JACCARD

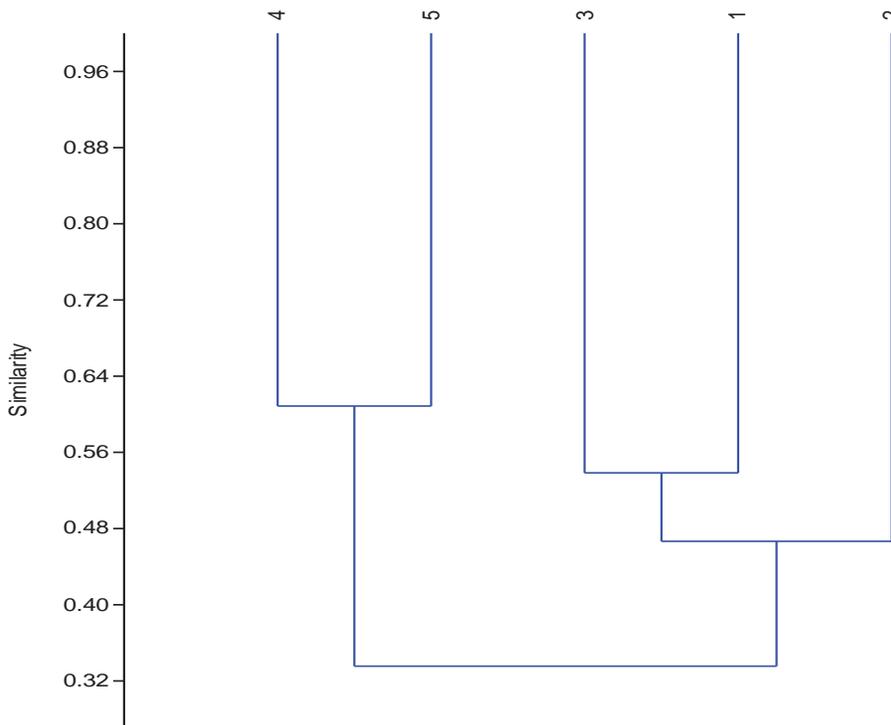
**TABLA 48: SIMILARIDAD ENTRE LAS ESTACIONES DE MUESTREO EXPRESADO EN PORCENTAJE**

TRAMOS	T5	T4	T3	T2	T1
T5	100	–	–	–	–
T4	60.87	100	–	–	–
T3	28.57	27.27	100	–	–
T2	36.36	40.90	40	100	–
T1	31.81	36.36	53.84	53.3	100

El índice de Jaccard mostró principalmente que los tramos con más similitud son los tramos 5 y 4 con una similitud del 60.87% seguido por los tramos 3 y 1 con 0.53

o 53% y el tramo 2 con 0.53 o 53% siendo estos (1, 2 y 3) los tramos más similares entre sí.

**GRÁFICO 10:** Cluster de similaridad de jaccard, realizado en función a la composición de macroinvertebrados en cada tramo de muestreo



Se distingue principalmente la similitud entre los tramos 5 y 4, lo que está directamente relacionado con su proximidad y por ser parte alta del riachuelo, ésta particularidad también se ve reflejada en el índice QBR al ser ambos de calidad “buena”, lo que indica un excelente estado de conservación. Dichos tramos comparten 60.87% de sus especies, entre las cuales destacan las siguientes familias: Culicidae del orden Diptera, Xiphocentronidae del orden Trichoptera, Euthyplociidae del orden Ephemeroptera, Palaemonidae del orden Decapoda, entre otros, los cuáles sólo se encuentran en estos dos tramos de muestreo.

Otra particularidad distinguible se aprecia entre los tramos 3 y 1, los que corresponden a la parte media y baja del riachuelo, y comparten algunas familias entre sí como: Planorbidae del orden Gastropoda y Oligochaetidae del orden Oligochaeta, que son exclusivas de estos dos tramos.

Cabe destacar que el tramo 2 posee familias que se encuentran en todos los demás tramos, a excepción de la familia Simuliidae que se encontró exclusivamente en este tramo..

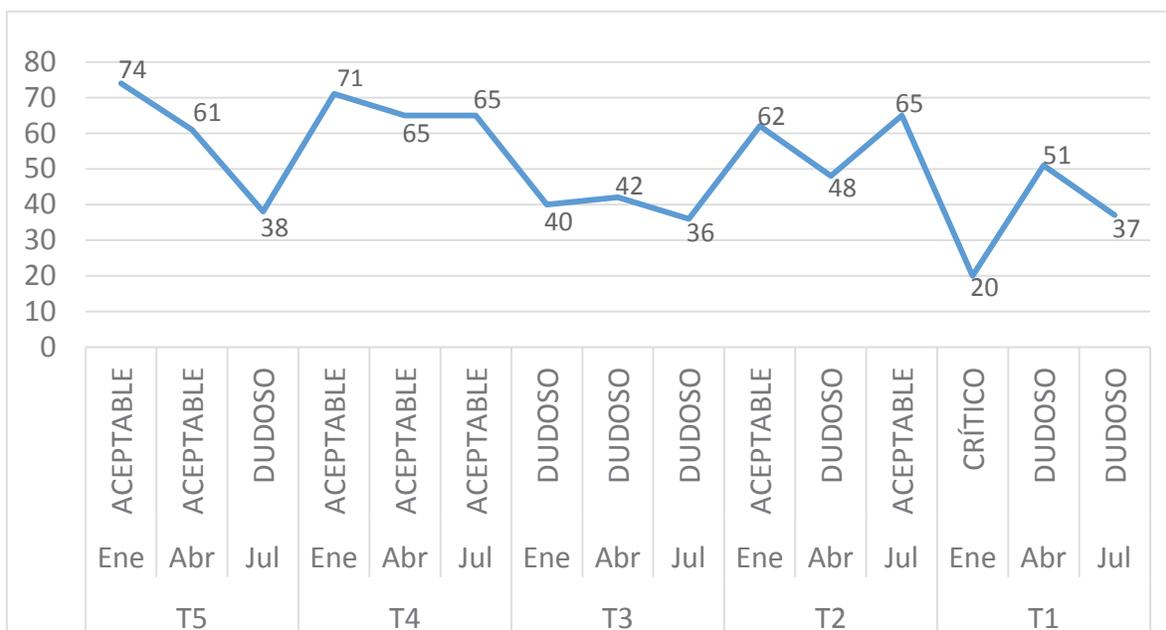
Así mismo las familias que tienen los cinco tramos de muestreo en común fueron: Chironomidae y Ceratopogonidae del orden Díptera, Baetidae del orden Ephemeroptera, Naididae del orden Haplotaxida y Ampullariidae del orden Caenogastropoda.

#### 4.2.4 ÍNDICE BMWP (BIOLOGICAL MONITORING WORKING PARTY)

**TABLA 49.- CALIDAD DEL AGUA DEL RIACHUELO OVIEDO POR TRAMO DE MUESTREO SEGÚN ÍNDICE BMWP**

ESTACION	MESES	BMWP	CARACTERISTICAS AMBIENTALES	COLOR DE ALARMA
T5	Ene	74	ACEPTABLE	VERDE
	Abr	61	ACEPTABLE	VERDE
	Jul	38	DUDOSO	AMARILLO
T4	Ene	71	ACEPTABLE	VERDE
	Abr	65	ACEPTABLE	VERDE
	Jul	65	ACEPTABLE	VERDE
T3	Ene	40	DUDOSO	AMARILLO
	Abr	42	DUDOSO	AMARILLO
	Jul	36	DUDOSO	AMARILLO
T2	Ene	62	ACEPTABLE	VERDE
	Abr	48	DUDOSO	AMARILLO
	Jul	65	ACEPTABLE	VERDE
T1	Ene	20	CRÍTICO	NARANJA
	Abr	51	DUDOSO	AMARILLO
	Jul	37	DUDOSO	AMARILLO

**GRÁFICO 11:** Comparación del índice de BMWP en los distintos tramos



La calidad de agua del riachuelo Oviedo en el tramo 5 es “aceptable” en los meses de enero y abril, debido a la mayor abundancia de las familias intolerantes a la contaminación, sin embargo se observa en el mes de julio una disminución en el puntaje calificando la calidad del agua a “dudosa”, esto debido principalmente a un declive en la abundancia de las familias intolerantes a la contaminación causado posiblemente por el cambio estacional y morfo-fisiológico de los macro invertebrados existentes en ese tramo.

Así mismo la calidad del agua en el tramo 4 fue “aceptable” para los tres meses de evaluación manteniendo las características ambientales, esto debido a la mayor diversidad de plantas vasculares, entre estas heliófilas y no vasculares presentes en la zonas de orilla y ribera.

La calidad del agua en el tramo 3 fue calificada como “dudosa” en los tres meses de estudio, debido a la mayor predominancia de remansos y a la exposición casi permanente a la radiación solar generando el aumento de la presencia de familias tolerantes a la contaminación.

En el caso del tramo 2 fue calificada como “aceptable” en el mes de enero, “dudosa” en el mes de abril, y aceptable en el mes de julio, esto debido a la alta diversidad de taxas que fue registrada en este tramo y nuevamente al cambio estacional y morfo-fisiológico de los macro invertebrados existentes en ese.

El tramo 1 en el mes de enero obtuvo el puntaje más bajo calificando la calidad de agua como “critica” y en los meses de abril y julio catalogándose como “dudosa”, esto debido al constate intercambio de aguas de transición y al constate aumento y disminución del caudal ya que este tramo se encuentra muy próximo a su desembocadura en el rio Madre de Dios.

### 4.3 ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA

**TABLA 50: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 5 (ENERO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	450	33	0.15	4.95
Diferencia de temperatura	0.82	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	18.5	68	0.08	5.44
Sólidos totales (mg/l)	78	85	0.08	6.8
OD (% de saturación)	88.8	93	0.17	15.81
DBO (mg/l)	6.5	45	0.10	4.5
pH	6.74	76	0.12	9.12
Nitratos (mg/l)	3.2	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	0.1	97	0.10	9.7
TOTAL				74.62

**TABLA 51: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 3 (ENERO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	720	28	0.15	4.2
Diferencia de temperatura	0.78	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	17.2	67	0.08	5.36
Sólidos totales (mg/l)	60	87	0.08	6.96
OD (% de saturación)	87.6	92	0.17	15.64
DBO (mg/l)	8	39	0.10	3.9
pH	6.63	75	0.12	9
Nitratos (mg/l)	3.1	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	0.1	97	0.10	9.7
TOTAL				72.76

**TABLA 52: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 1 (ENERO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	480	35	0.15	4.2
Diferencia de temperatura	0.67	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	17.8	67	0.08	5.36
Sólidos totales (mg/l)	87	86	0.08	6.88
OD (% de saturación)	86.41	92	0.17	15.64
DBO (mg/l)	6	44	0.10	3.9
pH	6.69	76	0.12	9
Nitratos (mg/l)	3.2	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	0.1	97	0.10	9.7
TOTAL				72.98

**TABLA 53: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 5 (JULIO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	480	35	0.15	5.25
Diferencia de temperatura	0.3	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	30	67	0.08	4.24
Sólidos totales (mg/l)	66	86	0.08	6.96
OD (% de saturación)	55	92	0.17	7.99
DBO (mg/l)	6.1	44	0.10	4.4
pH	6.68	76	0.12	9
Nitratos (mg/l)	3.1	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	0.2	97	0.10	9.7
TOTAL				65.84

**TABLA 54: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 3 (JULIO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	450	35	0.15	4.95
Diferencia de temperatura	0.9	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	33	67	0.08	4.08
Sólidos totales (mg/l)	80	86	0.08	6.72
OD (% de saturación)	51	92	0.17	7.99
DBO (mg/l)	6.8	44	0.10	4.5
pH	6.73	76	0.12	9.12
Nitratos (mg/l)	3.3	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	2.5	97	0.10	2.5
TOTAL				58.16

**TABLA 55: CALIDAD DE AGUA PARA EL TRAMO 1 (JULIO)**

Parámetro	Valor	Valor de Q	Factor de ponderación	Total
Colifor. termotoler. NMP/100ml	720	35	0.15	4.2
Diferencia de temperatura	0.97	90	0.10	9
Turbidez (UNT)	40	67	0.08	3.68
Sólidos totales (mg/l)	95	86	0.08	6.8
OD (% de saturación)	67	92	0.17	10.71
DBO (mg/l)	8.1	44	0.10	3.9
pH	6.58	76	0.12	9
Nitratos (mg/l)	3.1	93	0.10	9.3
Fosfatos (mg/l)	0.1	97	0.10	9.7
TOTAL				66.29

**TABLA 56: ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA (ICA) POR TRAMO DE MUESTREO**

MES DE MUESTREO	TRAMOS	VALOR	COLOR
<b>ENERO</b>	<b>TRAMO 5</b>	74.6	BUENA
	<b>TRAMO 3</b>	72.7	BUENA
	<b>TRAMO 1</b>	72.9	BUENA
<b>JULIO</b>	<b>TRAMO 5</b>	65.8	REGULAR
	<b>TRAMO 3</b>	58.1	REGULAR
	<b>TRAMO 1</b>	66.2	REGULAR

- **Oxígeno Disuelto**

Es uno de los parámetros mas importantes, en tanto que define la presencia o ausencia de vida aeróbica en la zona de estudio. Según Rojas (1991), se define como condición óptima de oxígeno disuelto concentraciones por encima de 5mg/L, que corresponden al mínimo nivel de oxígeno tolerable por la biota frágil. En nuestro caso los niveles de OD se mantienen entre 7mg/L y 7.2mg/L en la primera muestra realizada en el mes de enero (época de lluvias), estos niveles de OD bajan para el tercer muestreo realizado en el mes de julio, variando entre 4.5 a 6mg/L, lo cual se puede deducir como un descenso por ausencia de lluvias y por consiguiente baja “aireación” del agua.

- **DBO**

En las cinco estaciones se mantiene por debajo de 10mg/L, lo cual refleja calidad aceptable en estos sitios con respecto a este parámetro. También se aprecia un aumento en la desembocadura al río Madre de Dios, alcanzando los valores mas altos de 8 y 8.1mg/L.

- **Turbidez**

La turbidez aumenta considerablemente para el muestreo de julio, de valores medios entre 17.5NTU en enero a 35NTU en julio, esto puede deberse a la acumulación de sedimentos por la baja del caudal y la ausencia de lluvias.

- **pH**

El pH se mantuvo en una media de 6.5 durante todas las tomas de muestra, es decir ligeramente ácido, manteniéndose en un nivel aceptable, pudiendo ser potabilizada con tratamiento convencional.

- **Nitratos**

Los nitratos tuvieron una media de 3mg/L lo cual se encuentra en los valores normales para este tipo de cuerpo lóxico.

- **Fosfatos**

En caso de los fosfatos se mantuvieron los valores de 0.1mg/L en casi todas las tomas de muestra, exceptuando en el tramo 3 del muestreo de Julio, en el cual se aprecia un aumento 2,5mg/L. Esto puede deberse a varios factores de contaminación como excreciones humanas y animales, fertilizantes. Etc.

- **Temperatura**

Se nota una clara diferencia entre los meses de enero y julio, ya que en el primer muestreo se mantiene una media de 26°C y en el segundo muestreo este valor cae a una media de 21°C en los cinco tramos. Esto puede deberse a la baja de temperatura ambiental en este mes y a la disminución de precipitaciones pluviales.

- **Coliformes termotolerantes**

Se alcanza un máximo de 720/100ml, en los tramos 1 y 3. Esto puede deberse a la proximidad de una granja a las estaciones de muestreo. Aun así se mantiene muy por debajo del máximo recomendado en aguas de captación para abasto público que es de 2400NMP.

#### 4.4 CARACTERISTICAS HIDRAULICAS DEL RIACHUELO OVIEDO

TABLA 57: CAUDAL DEL RIACHUELO OVIEDO

TRAMO	PRIMER MUESTREO (Enero)	SEGUNDO MUESTREO (Abril)	TERCER MUESTREO (Julio)	PROMEDIO
5	214.15 L/s	80.16 L/s	36.1 L/s	110.13 L/s
4	234 L/s	137.75 L/s	89.9 L/s	153.8 L/s
3	397.6 L/s	168.32 L/s	660.07 L/s	408.66 L/s
2	294.4 L/s	332.58 L/s	106.11 L/s	244.36 L/s
1	602.65 L/s	582.8 L/s	114.94 L/s	433.46 L/s

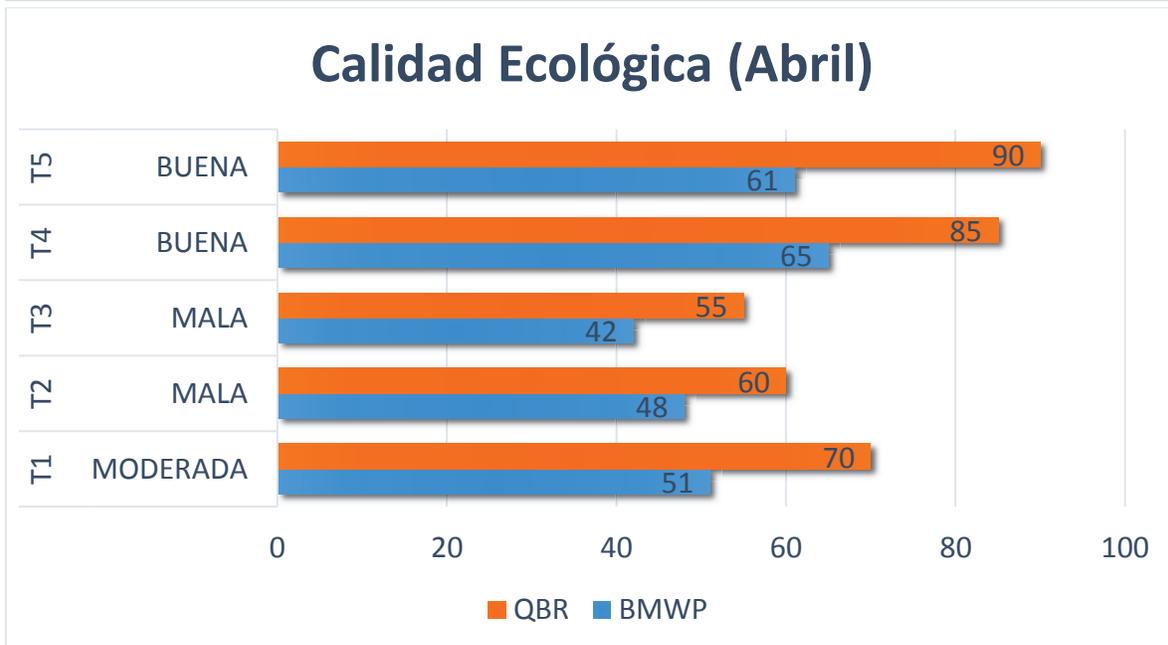
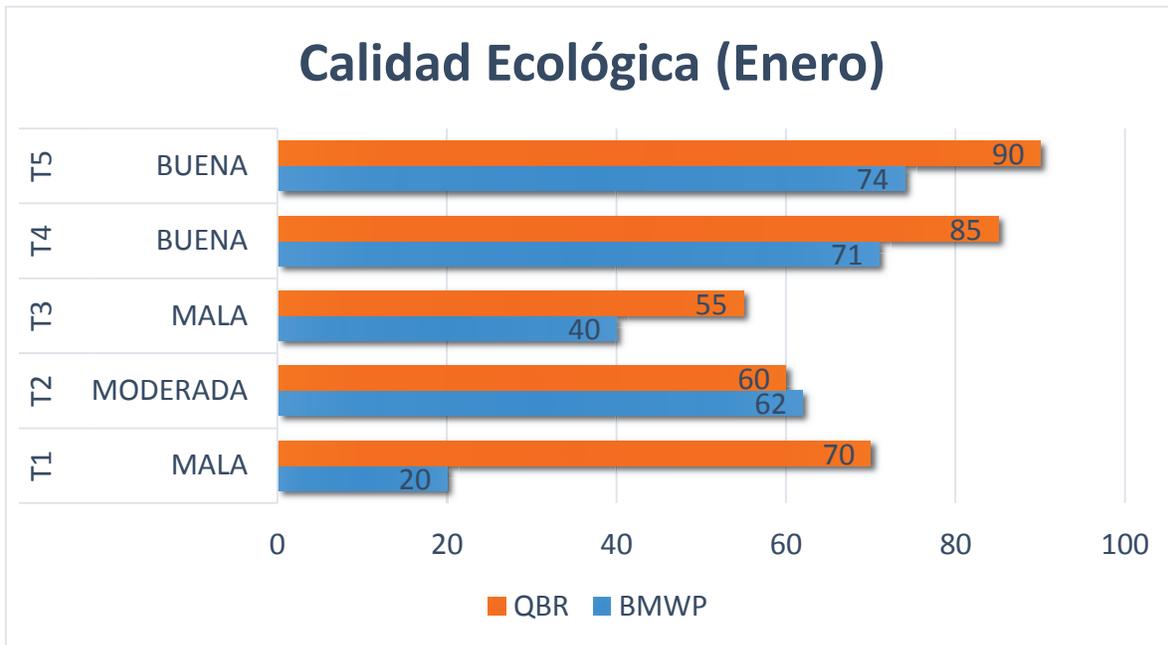
El caudal del riachuelo Oviedo depende directamente de la época en que se realice el muestreo. Se puede apreciar como principal característica que hubo una disminución considerable del caudal en todas las estaciones de muestreo comparando el mes de enero (época de lluvias) con los meses de abril y julio que corresponden al segundo y tercer muestreo. Se aprecia también un aumento en el caudal a 660.07 L/s en el tramo 3 debido a la intervención y reducción del cauce produciendo un embalse permitiendo una mayor acumulación de agua y por ende mayor caudal. En el caso del tramo 1 el aumento del caudal a 602.65 L/s es debido a que la estación de muestreo se encuentra a pocos metros de su desembocadura y es afectado por el aumento del caudal del río Madre de Dios generando aguas de transición y remansos.

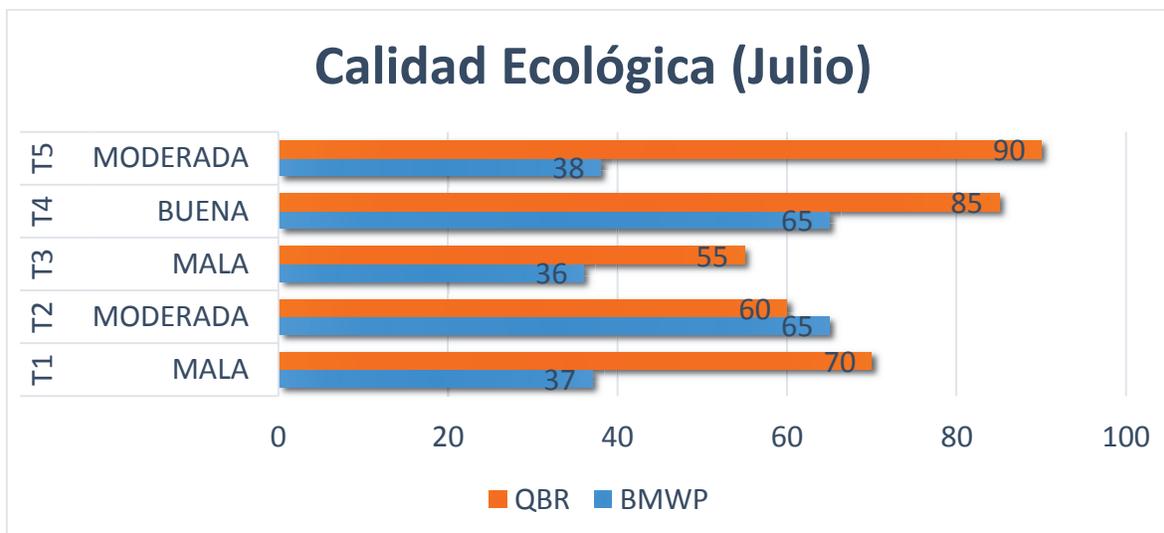
#### 4.5 CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO

**TABLA 58:** Calidad ecológica de los tres muestreos utilizando el índice ECOSTRIMED.

<b>CALIDAD ECOLÓGICA PRIMER MUESTREO (ENERO)</b>			
<b>TRAMO</b>	<b>BMWP</b>	<b>QBR</b>	<b>CALIDAD ECOLÓGICA</b>
T1	20	70	MALA
T2	62	60	MODERADA
T3	40	55	MALA
T4	71	85	BUENA
T5	74	90	BUENA
<b>CALIDAD ECOLÓGICA SEGUNDO MUESTREO (ABRIL)</b>			
<b>TRAMO</b>	<b>BMWP</b>	<b>QBR</b>	<b>CALIDAD ECOLÓGICA</b>
T1	51	70	MODERADA
T2	48	60	MALA
T3	42	55	MALA
T4	65	85	BUENA
T5	61	90	BUENA
<b>CALIDAD ECOLÓGICA TERCER MUESTREO (JULIO)</b>			
<b>TRAMO</b>	<b>BMWP</b>	<b>QBR</b>	<b>CALIDAD ECOLÓGICA</b>
T1	37	70	MALA
T2	65	60	MODERADA
T3	36	55	MALA
T4	65	85	BUENA
T5	38	90	MODERADA

**GRÁFICO 12:** Comparación de las calidades ecológicas en los distintos tramos con respecto a los tres meses de muestreo.





Al realizar la comparación entre los índices QBR y BMWP se pudo observar que la principal causa para una puntuación baja con respecto a la calidad ecológica tuvo que ver con el índice BMWP ya que éste sufrió de baja calidad apreciablemente en el muestreo de julio, lo cual puede deberse a la disminución del caudal sufrido por el riachuelo Oviedo a causa de la ausencia de lluvias en éste mes.

Analizando por tramos se aprecia que la mejor calidad ecológica se mantiene en la parte alta del riachuelo (correspondiente a los tramos 5 y 4), la cual fue “buena” en general, lo que tiene que ver directamente con su excelente calidad de bosque de ribera y el buen estado de conservación que poseen.

En la parte media del riachuelo (tramo 3) se tiene la peor calidad ecológica con respecto a todo el estudio, lo que puede explicarse por la cercanía de éste tramo a la minería aurífera (300 m. aproximadamente), también porque se encuentra muy cerca de un puente que es parte de la carretera de acceso, así mismo se apreció actividad antrópica (pesca) en la cercanía. También se puede mencionar la presencia de remansos y la casi permanente exposición a la radiación solar.

Con respecto a la parte baja del riachuelo correspondiente a los tramos 2 y 1, se tiene las calidades “mala” y “moderada” en los tres muestreos, lo que puede deberse a la proximidad de estos tramos a fuerte actividad antrópica (granjas, agricultura) y a que el tramo 1 es cercano a la desembocadura al río Madre de Dios lo que provoca cambios constantes de caudal al estar expuesto a aguas de transición.

## 4.7 DISCUSIONES

**En el año 2014 Patilla B.** Realizó una evaluación realizó una evaluación de la calidad de agua y sedimentos del Río Tambopata, describiendo lo siguiente:

De la evaluación preliminar de los parámetros físicos del agua se comparó solo con los parámetros establecidos por ECA, así como el pH y OD. Los cuales en el pH solo la estación uno (E1) muestra por debajo del límite permisible que tiende a acidez con un promedio de 6.4 de pH en relación a los demás estaciones dos y tres (E2 y E3) que no muestran acidez. En caso de nuestro estudio el pH se mantuvo en una media de 6.5 durante todas las tomas de muestra, es decir ligeramente ácido, manteniéndose en un nivel aceptable, pudiendo ser potabilizada con tratamiento convencional.

En OD se tiene el nivel esperado manteniéndose por encima del límite máximo permisible por ECA, con un promedio total de 7.63 mg/L. Al efectuar la comparación de los resultados obtenidos en el río Tambopata, obtenemos diferencias significativas en parámetros físicos en pH, T° y Conductividad en relación a la turbidez y oxígeno disuelto, indicando que hubo mayor acidez en la estación uno (E1) con menor T° en la estación uno (E1) y menor conductividad en la estación uno (E1). Al comparar con nuestros resultados se aprecia principalmente el nivel de turbiedad del riachuelo a causa de las actividades antrópicas, agrícolas y turísticas, el riachuelo se encuentra ubicado aguas abajo de la ciudad de Puerto Maldonado, pudiendo estos, ocasionar contaminación antrópica. También, en el presente trabajo de investigación se obtuvo que los niveles de OD se mantienen entre 7mg/L y 7.2mg/L en la primera muestra realizada en el mes de Enero (época de lluvias), estos niveles de OD bajan para el tercer muestreo realizado en el mes de Julio, variando entre 4.5 a 6mg/L, lo cual se puede deducir como un descenso por ausencia de lluvias y por consiguiente baja "aireación" del agua.

Los parámetros microbiológicos como coliformes termotolerantes y totales, cumplen en su mayoría con una óptima calidad de agua superficial, por cumplir con los valores establecidos por el ECA - Categoría 4: "Conservación del Ambiente Acuático: Ríos de la Selva"; a excepción en la estación 1 parte baja del río Tambopata, tanto en coliformes termotolerantes y coliformes Totales, indicaron mayor concentración que las E2 y E3. En nuestro trabajo, los coliformes termotolerantes se alcanzaron un máximo de 720/100ml, en los tramos 1 y 2. Esto puede deberse a la proximidad de una granja a las estaciones de muestreo. Aun así se mantiene muy por debajo del máximo recomendado en aguas de captación para abasto público que es de 2400NMP.

Adicionalmente en nuestro trabajo, referido a los resultados fisicoquímicos tenemos que:

El DBO, en las cinco estaciones se mantiene por debajo de 10mg/L, lo cual refleja calidad aceptable en estos sitios con respecto a este parámetro. También se aprecia un aumento en la desembocadura al río Madre de Dios, alcanzando los valores mas altos de 8 y 8.1mg/L.

La turbidez aumenta considerablemente para el muestreo de Julio, de valores medios entre 17.5NTU en Enero a 35NTU en Julio, esto puede deberse a la acumulación de sedimentos por la baja del caudal y la ausencia de lluvias.

Los nitratos se mantuvieron en una media de 3mg/l lo cual se encuentra en los valores normales para este tipo de cuerpo lótico.

En el caso de la temperatura se nota una clara diferencia entre los meses de Enero y Julio, ya que en el primer muestreo se mantiene una media de 26°C y en el segundo muestreo este valor cae a una media de 21°C en las cinco estaciones. Esto puede deberse a la baja de temperatura ambiental en este mes.

Así mismo la **Autoridad Nacional del Agua (ANA), en el año 2010**, realizó un Estudio Diagnóstico Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Río Las Piedras. Obteniendo lo siguiente:

Su sinuoso recorrido sigue hasta su desembocadura con el río Madre de Dios, en las inmediaciones de Puerto Maldonado. En este punto el río tiene un ancho de 150 m. Tiene un ancho promedio de 120 m y máximo de 260 m cerca de su desembocadura. En la parte baja, el río presenta material de fondo con características arcillosas y pedregosas. La velocidad de la corriente es muy alta, con niveles de velocidad media de 1.536 m/s y velocidad máxima de 1.731 m/s, durante los meses de Abril y Mayo de 1999 (IIAP 2000). En junio del 2010, a la altura del CCNN Puerto Nuevo se registró un ancho de 105 m, una profundidad promedio de 0.9 m y una máxima de 1.5 m. La velocidad promedio fue de 1 m/s, siendo el caudal de 94 m<sup>3</sup>/s. Sin embargo existen estudios de caudales de hasta 1200 m<sup>3</sup>/s. En el caso del presente trabajo de investigación se puede apreciar una similitud directa entre la época en la que se hizo el estudio y el caudal, siendo significativamente más alto en la época de lluvias (Diciembre – Marzo), con resultados que varían entre 214.15 L/s, hasta los 602.65 L/s. También se puede apreciar como dato importante que en el tercer muestreo de Julio (época de secas) hubo un aumento considerable del caudal en el tramo 3, debido a la intervención y reducción del cauce lo que produjo un embalse permitiendo una gran acumulación

de agua. También un dato a resaltar es el del tramo 1, ya que este se encuentra a pocos metros de la desembocadura y es afectado por el caudal del Río Madre de Dios, generando aguas de transición y remansos.

**En el año 2013, Salcedo S.** realizó un estudio de Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa. Teniendo los siguientes resultados:

Se registraron un total de 123 taxones de 47 familias (101 taxones en la cuenca alta, 77 en la cuenca media y 55 en la cuenca baja).

La mayor abundancia de macroinvertebrados se presentó en la cuenca media. El IBA resultó ser de “muy buena” calidad para la cuenca alta, media y baja, pero al combinarse este índice con el QBR-And, para elaborar el Índice ECOSTRIAND, se observó el estado ecológico de las cuencas alta y media fueron de “muy buena” calidad y de la cuenca baja fue “regular”. El método de muestreo de limpieza de piedras fue el que permitió coleccionar la mayor cantidad de taxones. Las mejores condiciones de hábitat fluvial, de vegetación ribereña y de estado ecológico, tras la aplicación de los índices IHF, QBR-And y ECOSTRIAND, se encuentran en la cuenca alta. Conclusiones: Los resultados indican que la diferencia de calidad de hábitat ribereño y fluvial así como de conductividad, sólidos disueltos y nitratos influyen negativamente sobre la calidad del agua, y ésta, sobre la comunidad de macroinvertebrados.

En el presente trabajo en el índice de hábitat fluvial (IHF) se observa que los valores de los tramos: T1, T3, T4 y T5 se encuentran en el nivel de calidad de diversidad de hábitat media. El tramo 2 es el que mejor nivel de calidad mostró al obtenerse un puntaje de 84 que corresponde a alta diversidad de hábitat.

Referente al QBR: Se observa en los tramos T4 y T5 un bosque de ribera sin alteraciones, de calidad muy buena y en estado natural.

En el tramo T1 se aprecia un bosque ligeramente perturbado pero con buena calidad.

Por último en los tramos T2 y T3 se observa un inicio de alteración importante, calidad intermedia.

Con respecto a los macroinvertebrados se encontraron y registraron 29 familias de macroinvertebrados en total agrupados en 13 órdenes referentes a los 3 muestreos realizados en la investigación, la mayoría de los individuos registrados fueron encontrados en sus estadios inmaduros.

**Barra Polanco R. en el 2015** identificó 51 familias para este estudio, los valores oscilan entre 6 y 32 familias, siendo las quebradas Santo Rosario (SRO), Central Santa Rosa (CSR) e East Santa Rosa (ESR) las que presentan el mayor número de familias identificadas con un total de 32, 28 y 25 respectivamente. Muy por el contrario sucede con las quebradas La Joya (LAJ) y Mazuko (MA) que presentan los valores más bajos, con 10 y 6 familias identificadas respectivamente. En el presente trabajo se registraron 29 familias, teniendo la mayor cantidad en la cabeza de cuenca, específicamente en el tramo 4, el cual presenta una excelente calidad de bosque de ribera y hábitat fluvial.

Así mismo Guevara H en su estudio de macroinvertebrados en bancos vegetados encontró que la comunidad de macroinvertebrados estuvo representada por un alto porcentaje de la clase Insecta (93.89%), encontrando como familia más abundante Chironomidae (Diptera) con 44%, seguida de las familias Elmidae (Coleóptera) con 11%, Leptophlebiidae con 7%, Baetidae 6% y Leptohyphidae (Ephemeroptera) 5%, Hydropsychidae 2% y Leptoceridae (Trichoptera) 2%. Lo cual evidencia similitud con el presente trabajo.

Al comparar los resultados obtenidos con el índice BMWP realizado en el trabajo de investigación “Evaluación de la calidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera” hecho por Guevara H, en el departamento de Madre de Dios, se aprecia altos puntajes en todas las estaciones gracias a la gran cantidad de géneros encontrados en todo el estudio, lo cual deriva en una calidad de agua “buena”. Se observa también una diferencia en la estación 3 de su muestreo con una calidad “dudosa”, esto debido probablemente a la temporada de secas, ya que en la temporada húmeda vuelve a tener calidad “buena”, lo cual coincide con algunos de los resultados expuestos en el presente trabajo.

Así mismo Barra Polanco R. en el 2015 realizó un estudio de evaluación de la calidad de agua utilizando el índice BMWP en nueve quebradas de las cuencas del río Tambopata e Inambari ubicadas al Sur-Oeste y al Sur-Este de la ciudad de Puerto Maldonado. Este estudio se realizó teniendo una estación de muestreo en cada quebrada obteniendo los siguientes resultados: Quebrada “la Joya” obtuvo un puntaje de 34 calificando la calidad de agua “crítica”, Quebrada “Infierno III” obtuvo un puntaje de 118 calificando la calidad de agua como “buena”, Quebrada “Infierno V” obtuvo un puntaje de 111 calificando la calidad de agua como “buena”, Quebrada “La colina” obtuvo un puntaje de 83 calificando la calidad de agua como “Aceptable”, Quebrada “Santo rosario” obtuvo un puntaje mayor a 150 calificando la calidad de agua como “buena”, quebrada “East Santa Rosa” obtuvo un puntaje de 147 calificando la calidad de agua como “buena”, quebrada “Central Santa Rosa” obtuvo un puntaje de 145 calificando la calidad de agua como “buena”, Quebrada “West Santa Rosa” obtuvo un puntaje de 120 calificando la calidad de agua como “Buena” y Quebrada “Mazuko” obtuvo un puntaje de 21 calificando la calidad de agua como “crítica” siendo esta la quebrada con menor número de taxas y por consecuencia obteniendo un menor puntaje.

## CONCLUSIONES

- En general la variación de la calidad ecológica en el riachuelo Oviedo es “buena” en la parte alta, “mala” en la parte media y “moderada” en la parte baja.
- El Índice de Hábitat Fluvial (IHF) en la parte alta del riachuelo presenta calidades “media” y “alta” en los tramos 5 y 4 respectivamente. En la parte media y baja (tramos 3 y 2) se tuvo calidades “media” y “alta”, en el tramo 1 se obtuvo la calidad “media”.

El índice de Bosque de Ribera (QBR) muestra “buena” calidad en la parte alta (tramos 5 y 4). En la parte media y baja (tramos 3, 2 y 1) se obtuvo calificación “intermedia”.

- Se colectaron 387 macroinvertebrados en los 3 muestreos, agrupados en 29 familias y 13 órdenes, siendo más diverso el orden Díptera con 6 familias (Culicidae, Chironomidae, Ceratopogonidae, Tabanidae, Simuliidae, Tipulidae), donde la familia Chironomidae presenta la mayor abundancia representada por el 31%.

El índice de Shannon demostró que existe diversidad “media” a lo largo del riachuelo, también se observa que la mayor diversidad se encuentra en la parte alta. El índice de Jaccard muestra mayor similaridad en la parte alta del riachuelo (tramos 4 y 5), diferenciándose de la parte media y baja.

El índice BMWP muestra que en los tramos 5 y 4 de la parte alta del riachuelo se mantuvo una calidad “aceptable” constante en los tres meses de evaluación; sin embargo la calidad de agua disminuyó en los tramos de la parte media y baja fluctuando entre “aceptable” y “crítico”.

## RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos tanto temporales como espaciales para determinar con mayor precisión la variación ecológica de los ríos amazónicos.
- Aplicar las pruebas en el momento en que se están llevando a cabo actividades en la mina aurífera, actividades agrícolas o recreativas.
- Estandarizar índices de calidad biótica y ecológica para el estudio de ríos amazónicos.
- Reforestar las zonas impactadas por las actividades de extracción minera para mejorar la calidad ecológica en la parte media y baja del riachuelo.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta Raúl, Blanca Rios, Maria Rieradevall y Narcis Prat (2008). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú.

Alba Tercedor, J. & A. Sánchez Ortega. (1988). Un método rápido y simple para evaluar la Calidad Biológica de las aguas corrientes, basados en el de Hellawell (1988). *Límnica* 4: 51-56.

Araujo J, Cutipa L, Meza V., Peralta J., López D., Asunción A., Ortega H., Prenda J. (2014). Biodiversidad de masas de agua sometidas a diferente presión antrópica en el entorno de un área urbana de la amazonía peruana. 17-18.

Arcos M & Ávila S. (2005). Indicadores Microbiológicos de Contaminación de las Fuentes de Agua. Pág 71.

APHA, AWWA-WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. New York.

Ashbolt NJ, Grabow WOK y Snozzi M. (2001). Indicators of Microbial Water Quality. En: Fewtrell L, Bartram J, (eds.) *Water quality: Guidelines, Standards and Health – Assessment of risk and risk management for water-related infectious disease*. Serie de monografías de la OMS sobre el agua (Water Series). Londres (Reino Unido), IWA Publishing, págs. 289–315.

Auccahuasi W. (2015). *Calidad de agua y sedimentos en el río Madre de Dios*. Tesis de pregrado. Madre de Dios: UNAM.

Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2010). *Estudio diagnóstico hidrológico de la Cuenca Madre de Dios*. Pags. 72 – 75.

Barra L. (2015). *Evaluación de la calidad del agua en nueve quebradas en el tramo carretero Puerto Maldonado – Mazuko, departamento de Madre de Dios, mediando el uso de macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos*.

Becerra N & Botello A. (1995). *Bacterias coliformes totales, fecales, y patógenas en el Sistema Lagunar Chantuto, Chiapas, México*.

CAASA (2000). *Tecnología del agua*, desde <http://www.caasa-lab.com>

Castellanos PM. & Serrato C. (2006). *Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, norte de Santander*.

CERAS. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos. Pags. 16 – 17.

Clark, J. (1995). Dredging can affect river flows, negatively impact wildlife, and release toxins from the sediments. Earth Sciences Branch, Scottish Natural Heritage, Edinburgh <http://www.snh.org.uk/publications/online/advisorynotes/23/23.html>

Cumpa M (2016). Manual práctico de análisis fisicoquímico de agua con aplicaciones en la Región Cusco.

Diringer S., Feingold B., Ortiz E., Gallis J., Araújo J., Berky A., Pan W., Hsu Kim H (2016). River transport of mercury from artisanal and small scale gold mining and risks for dietary mercury exposure in Madre de Dios, Perú.

Fernández J. (2014). La recuperación de ríos en entornos urbanos: el caso del Río Zadorra en Vitoria – Gasteiz. Pags. 1-2.

Figuroa M (2002). “Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de Calidad de Agua del Sur de Chile”. Rev. Chile.

Figuroa, J. y Stucchi, M. (2010). Biodiversidad de los alrededores de Puerto Maldonado. Pags 7-8.

FONDEPES. Ministerio de la Producción. (2017), tomado desde: <https://www.fondepes.gob.pe/index.php/component/content/article/97-acuicultura/206-centro-de-acuicultura-la-cachuela>

Gamarra O., Yalta J., Salas R., Alvarado Ll., Oliva S. (2016). Evaluación de la calidad ecológica del agua en la microcuenca El Chido e intermicrocuenca Allpachaca – Lindapa, Amazonas, Perú.

Guevara H. (2013). Evaluación de la comunidad de macroinvertebrados de bancos vegetados en quebradas contaminadas por minería aurífera. Madre de Dios – Perú.

Hakanson L, A Parparov, A Ostapenia, VV Boulion, KD Hambricht. (2000). Development of a System of Water Quality as a Tool for Management. Final report to INTAS, Uppsala University, Department of Earth Science.

Hinselhoff WL. (1988). La evaluación rápida sobre el terreno de contaminación orgánica con un índice biótico a nivel familiar. Diario de la American Benthological Norte Sociedad 7. Pags. 65-68.

Huamán, Carolina. (2009).Inventario reófilos indicadores de la calidad de agua del Río Quesermayo-Calca. Seminario curricular. Cusco: UNSAAC.

Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. (2006). Estrategia regional de la diversidad biológica de Madre de Dios. 16-17.

Karr, J. R. (1996). Ecological integrity and ecological health are not the same. National Academy Press. Washington.

Laura P (2006). Biodiversidad: Inferencia basada en el índice de Shannon y la riqueza. Pag. 31.

Leiva, P. (2004). Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la Calidad de Agua en la Cuenca del Estero Peu Peu, Comuna de Lautaro. Tesis de Licenciatura en Recursos Naturales Universidad Católica de Toluca- Chile.

Medianero, E & Samaniego, M. (2004). Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el Río Curundú Panamá Folia Entomológica Mexicana, Vol. 43. 003.

Méndez P. (2016). Análisis de la microbiota de los suelos impactados y no impactados por minería metálica en República Dominicana.

Monge R., López J., Boulangger E., Carpio M. (1997). Geología de los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata.

Munné, A. Solá, M.A. & Prat, N. (1998). QBR: Un índice rápido para la evaluación de la calidad de los ecosistemas de ribera. Tecnología del Agua 175:20-37.

Navarro et al. (2005). Structural Style and Hydrocarbon Potential of the Santiago Basin. En: V INGEPET 2005 (EXPR-3-LN-09)

Navarro M. (2007). Demanda bioquímica de oxígeno.2:3-5

Ordoñez J. (2011). Cartilla técnica: Aguas subterráneas – Acuíferos.

Ortega H, Chocano L, Palma C, Samanez I. (2009). Biota acuática en la Amazonía peruana: diversidad y usos como indicadores ambientales en el bajo Urubamba.

Osores F. & Rojas J. (2012). Minería informal e ilegal y contaminación con mercurio en Madre de Dios: Un problema de salud pública., 29(2), 39-40.

Palomares A. (2015). Contaminación acuática por nitratos y técnicas para su tratamiento.

Pardo, I., M. Álvarez, J. L. Moreno. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat limnética, 21(3-4): 115-134.

Patilla B. (2014). Calidad de agua y sedimentos del Río Tambopata, Departamento Madre de Dios.

Pautrat, L. (2001). Informe sobre la Caracterización de la Explotación Aurífera en el Departamento de Madre de Dios y su Influencia en la Biodiversidad.

Pergamon P. (1982). Physical, Chemical and Radiological Examination, 131-133.

Pinilla, G. (1998). Indicadores Biológicos en Ecosistemas Acuáticos Continentales de Colombia. Centro de Investigaciones Científicas Fundación Universitaria de Bogotá, 67pp.

Prat, N. (1998). Bioindicadores de la calidad del agua en manuscritos, Curso Bioindicadores de la Calidad de Agua. Universidad de Antioquia, Medellín.

Prat, N., A. Munné, M. Rieradevall, C. Solà y N. Bonada. ECOSTRIMED. Protocol per determinar l'estat ecològic dels rius mediterranis. Estudis de la qualitat ecològica dels rius, Diputació de Barcelona. Àrea Medi Ambient, Vol. 8 (2000).

Putz P. (2000). Eliminación y determinación de fosfato.

Ríos, B. P. (2004). Las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de dos cuencas altoandinas del Ecuador. Trabajo de Investigación del Programa de Doctorado y Diplomado en Estudios Avanzados en Ecología. Universitat de Barcelona. España. 51 pp.

Rivas, G .et.al. (2010). Manual de prácticas de campo de zoología. Mexico D.F.: Facultad de ciencias.

Roldán, G. (1996). Bioindicacion de la Calidad del Agua en Colombia. Universidad de Antioquia, Colombia. 170 pp.

Roldán, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicadores de la Calidad del Agua. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 23(88): 375-387.

Rodríguez, G., Silverio, M. J. & L. Salas. (2003). La diversidad del zoobentos en el Río del Valle (Catamarca) Argentina.

Roider, J. (1998). Análisis de las aguas naturales, aguas residuales y aguas marinas. Ediciones Omega S.A. pp 121-130.

Salcedo S. (2013). Macroinvertebrados bentónicos como indicadores de la calidad de agua en la microcuenca San Alberto, Oxapampa, Perú.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET) (2008). Índice de calidad de agua general ICA.

Semarnat. (2007) ¿Y el medio ambiente? Problemas en México y el mundo. Mexico,D.F.

SENAMHI. Dirección General De Hidrología Y Recursos Hídricos. (2007), tomado desde: <http://www.senamhi.gob.pe/load/file/02601SENA-02082012.pdf>

Sermeño, JM; Serrano, L; Springer, M; Paniagua, MR; Pérez, D; Rivas, AW; Menjivar, RA; Bonilla, BL; Carranza, FA; Flores, JM; Gonzáles, C; Gutiérrez, P; Hernández, MA; Monterrosa, AJ; Arias, AY. (2010). Determinación de la Calidad Ambiental de las aguas de los ríos de El Salvador, utilizando invertebrados acuáticos. San Salvador, SV, Editorial Universitaria UES. 43 p.

Stockdale M. & Corbett J. (2008). Inventario forestal participativo. Manual de campo. 116-117.

Straskraba M. & AH Gnauck. (1985). Freshwater Ecosystems. Modelling and Simulation. Development in Environmental Modelling, 8. Elsevier. 373 pp.

Vargas, Gabriel (2014). "Macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca del río Mayrasco, Santiago-Cusco.

Villamarín C; Prat N; Rieradevall M (2014). Caracterización física química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales en Ecuador y Perú.

Webb, J., N. Mainville, D. Mergler, M. Lucotte, O. Betancourt, R. Davidson, E. Cueva and E. Quizhpe (2004). Mercury in fish-eating communities of the Andean Amazon, Napo River Valley, Ecuador. *EcoHealth* 1. 59-71.

Yanque P. (2015). Calidad ecológica de medios lóticos.

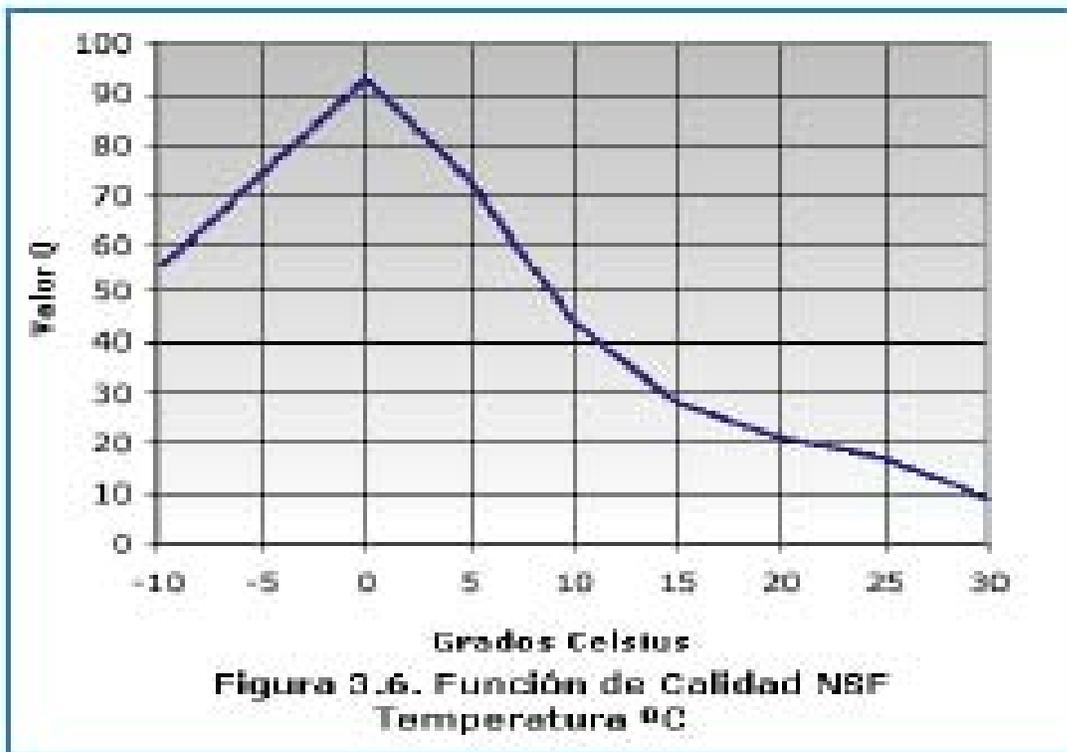
Yarto M. & Gavilán A. (2000). La contaminación por mercurio en México.

Yumiko, U., O. Malm, I. Thornton, I. Payne, and D. Cleary. (2001). Mercury contamination of fish and its implications for other wildlife on the Tapajos Basin, Brazilian Amazon. *Conservation Biology* 15(2): 438-446.

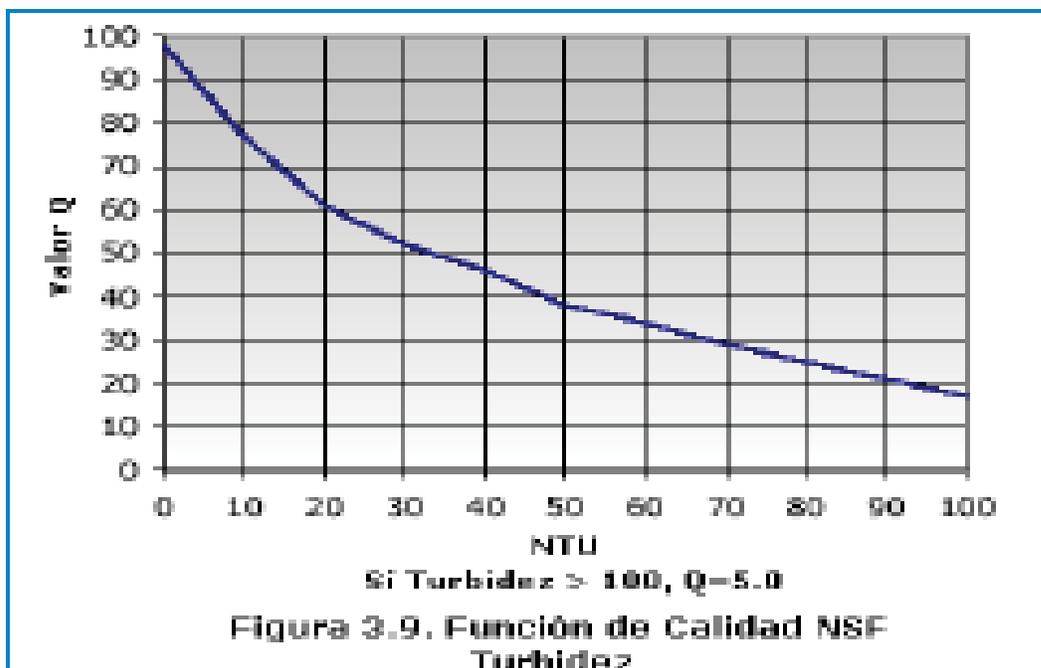
# ANEXOS

## ANEXO 01.- CURVAS DE FUNCIÓN PARA ICA

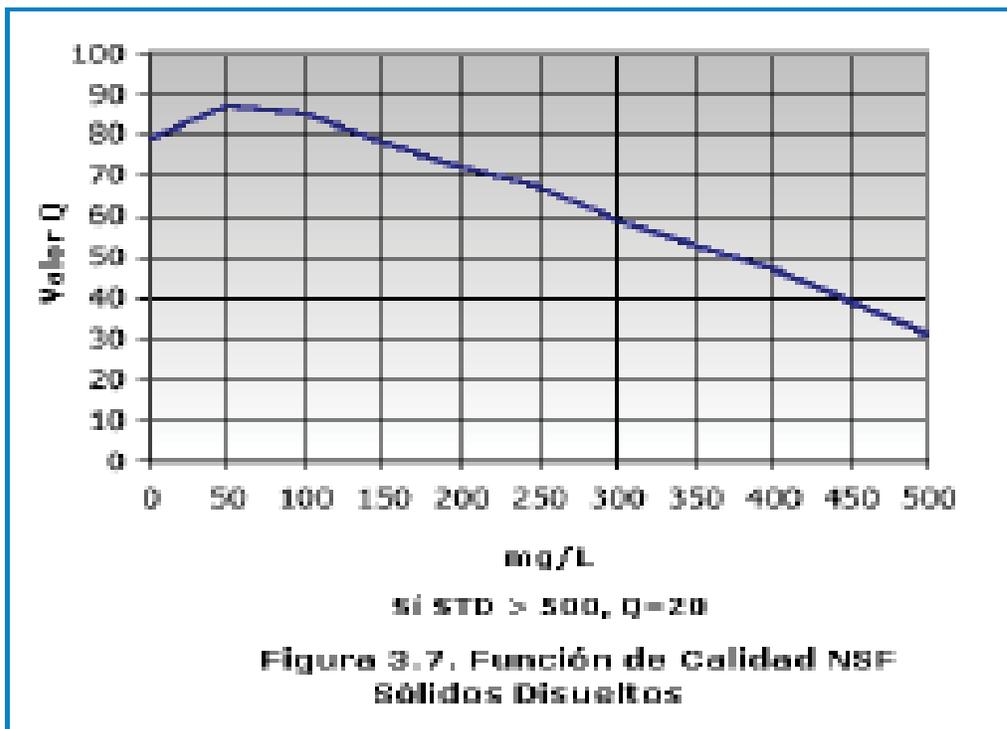
Curva de función para la temperatura



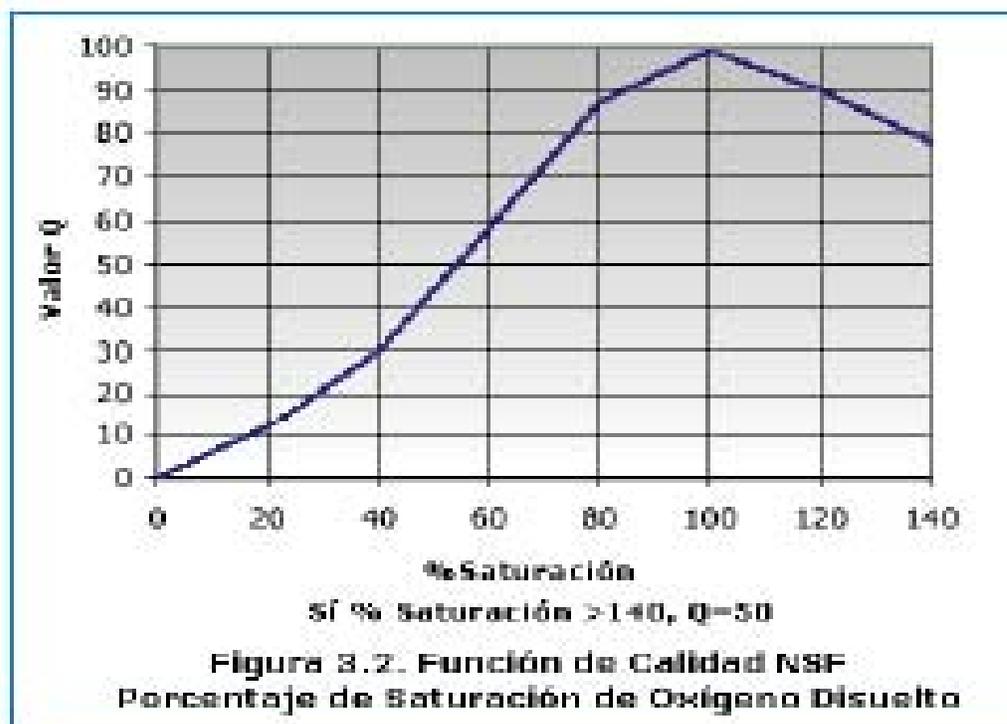
Curva de función para la turbidez



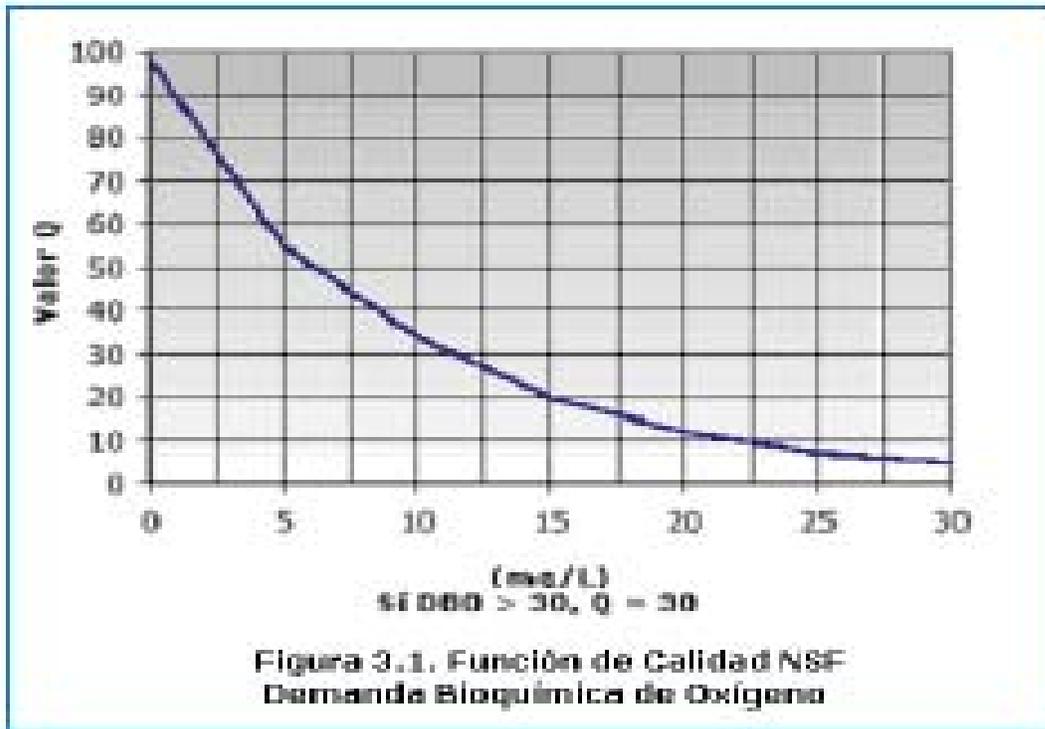
Curva de función para los sólidos totales



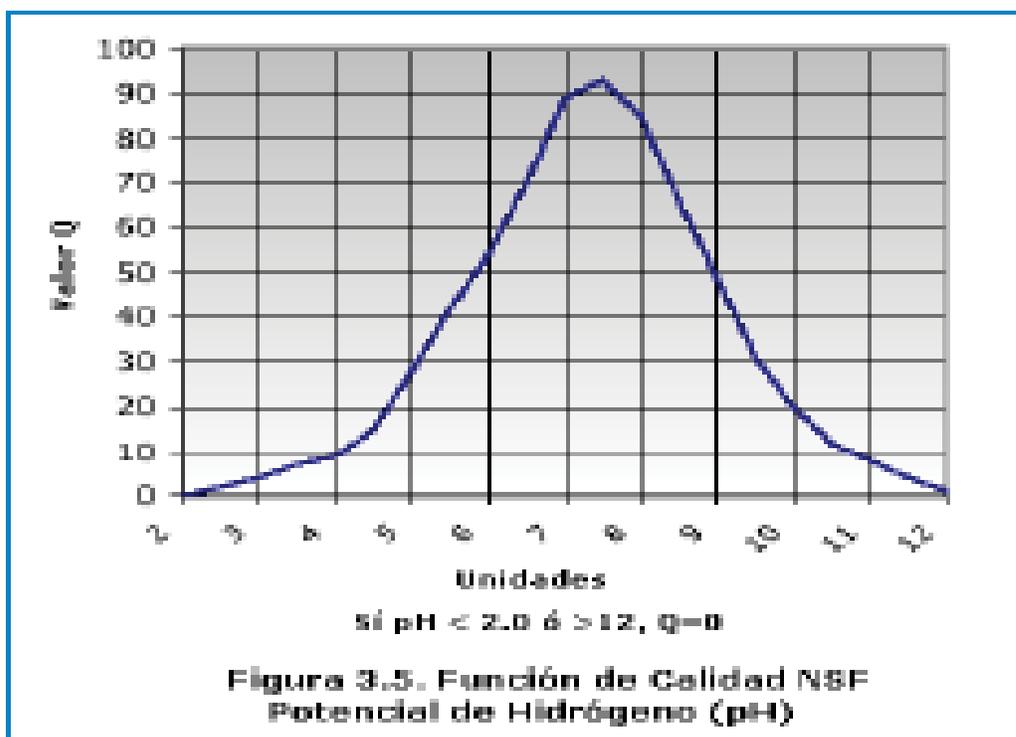
Curva de función para el OD



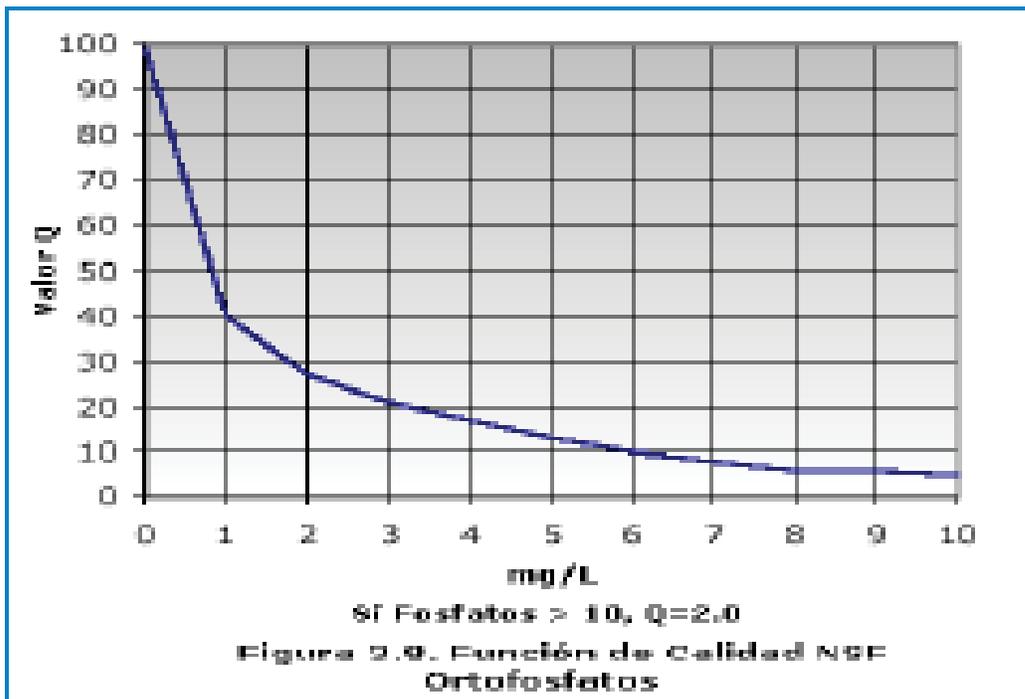
Curva de función para DBO



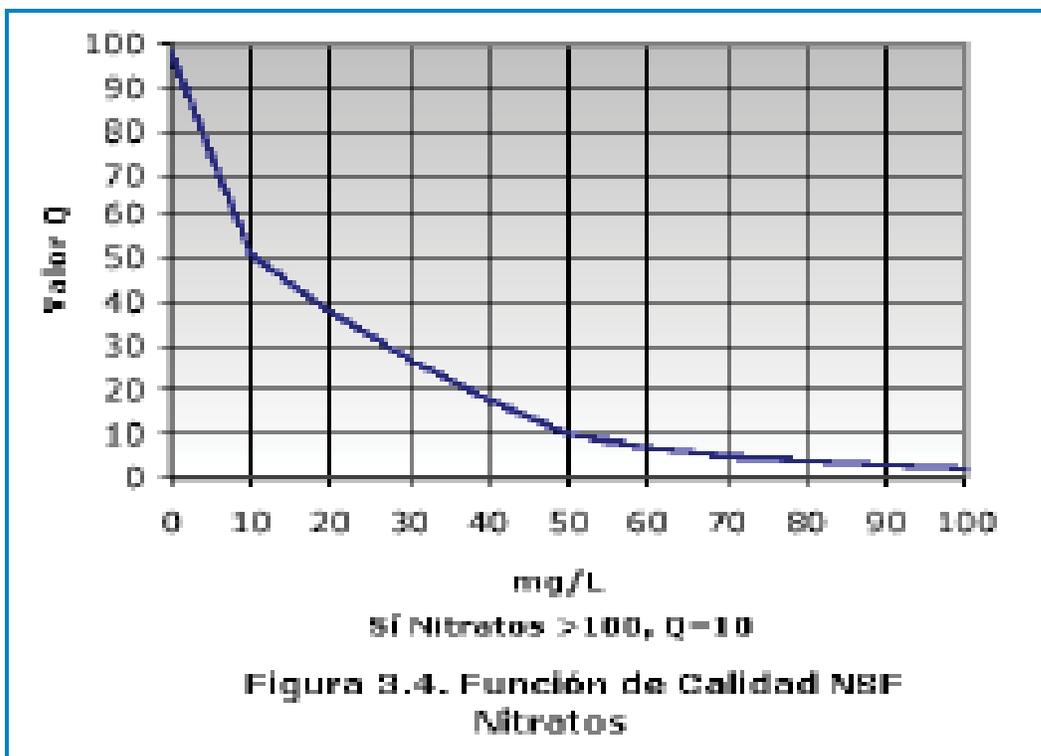
Curva de función para el pH



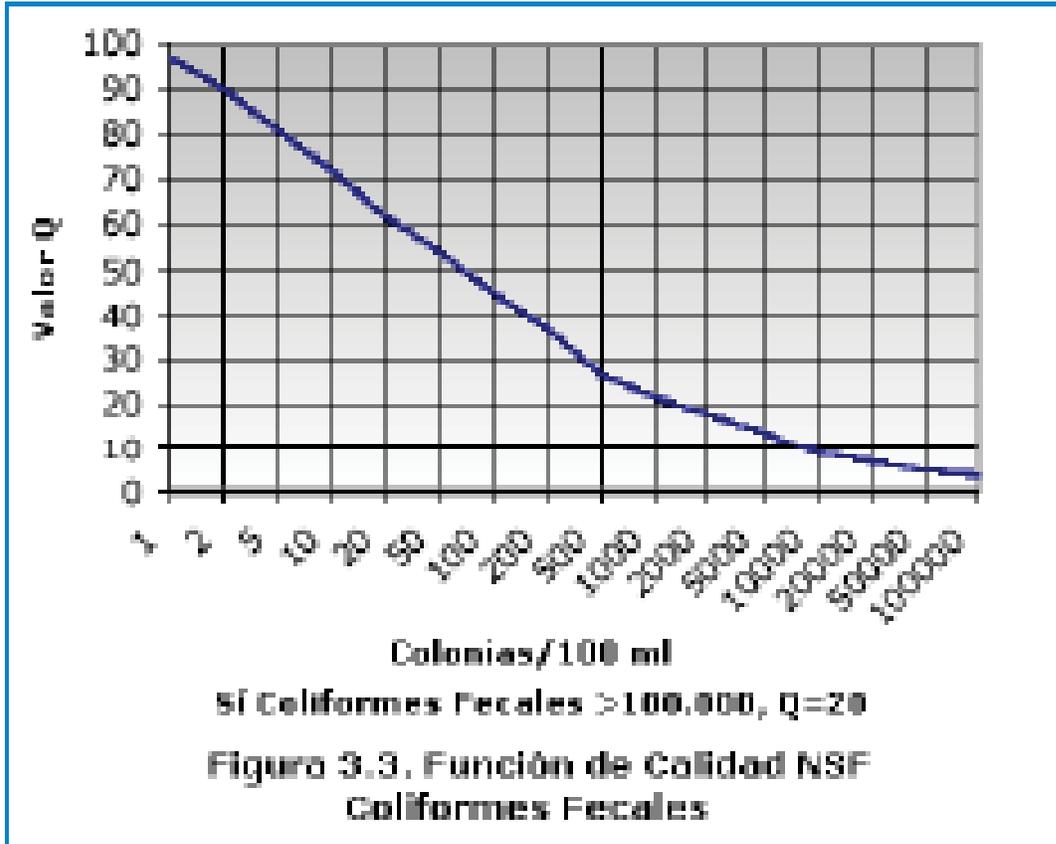
Curva de función para los fosfatos



Curva de función para los nitratos

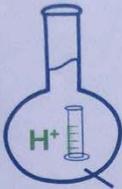


Curva de función para los coliformes termotolerantes



## ANEXO 02. - ANÁLISIS DE LABORATORIO

### • ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (MUESTREO ENERO)



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri  
LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
RUC N° 10238409077 - COVIDUC A4 (SAN SEBASTIAN) CEL: 974673993 - 946887776

---

**INFORME N°LQ 0012-19**  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA**

**SOLICITA :** Bachilleres de la Escuela Profesional de Biología - UNSAAC:

- José Carlos Galdos Pantani.
- Ricardo Manuel Vivanco Medrano.

**TESIS :** "CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA – MADRE DE DIOS".

**MUESTRAS :** RIACHUELO OVIEDO – TAMBOPATA – MADRE DE DIOS.

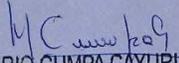
T1 – Tramo 1  
T3 – Tramo 3  
T5 – Tramo 5

**FECHA :** 27/01/17

**RESULTADOS**

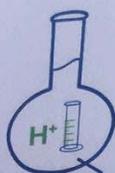
DETERMINACIONES		UNIDAD	T1	T3	T5
Fosfatos	$\text{HPO}_4^{2-}$	mg/L	0.1	0.1	0.1
Nitratos	$(\text{NO}_3^-)$	mg/L	3.2	3.1	3.2
pH			6.69	6.63	6.74
Turbidez		NTU	17.8	17.2	18.5
Oxígeno Disuelto (OD) % de saturación		%	86.41	87.6	88.8
DBO <sub>5</sub>		mg/L	6	8	6.5
Sólidos Totales		mg/L	87	60	78
Conductividad eléctrica		uS/cm	80	70	90

**METODO DE ANALISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).



MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUÍMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188

• ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO (MUESTREO JULIO)



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Mario Cumpa Cayuri

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES:  
AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10238409077 - COVIDUC A4 (SAN SEBASTIAN) CEL: 974673993 - 946887776

**INFORME N°LQ 0013-19**  
**ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA**

**SOLICITA** : Bachilleres de la Escuela Profesional de Biología - UNSAAC:

- José Carlos Galdos Pantani
- Ricardo Manuel Vivanco Medrano

**TESIS** : "CALIDAD ECOLÓGICA DEL RIACHUELO OVIEDO EN LA PROVINCIA DE TAMBOPATA – MADRE DE DIOS".

**MUESTRAS** : RIACHUELO OVIEDO – TAMBOPATA – MADRE DE DIOS.

T1 – Tramo 1

T3 – Tramo 3

T5 – Tramo 5

**FECHA** : 23/07/17

**RESULTADOS**

DETERMINACIONES		UNIDAD	T1	T3	T5
Fosfatos	$\text{HPO}_4^{=}$	mg/L	0.1	2.5	0.2
Nitratos	$(\text{NO}_3^-)$	mg/L	3.1	3.3	3.1
pH			6.58	6.73	6.68
Turbidez		NTU	40	33	30
Oxígeno Disuelto (OD) % de saturación		%	67	51	55
$\text{DBO}_5$		mg/L	8.1	6.8	6.1
Sólidos Totales		mg/L	95	80	66
Conductividad eléctrica		$\mu\text{S/cm}$	86	68	77

**METODO DE ANALISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

*MC Cumpa Cayuri*  
MARIO CUMPA CAYURI  
INGENIERO QUIMICO  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188

• ANÁLISIS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (MUESTREO ENERO)

GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS Y ALIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO FÍSICO-BACTERIOLOGICO Nº 02-2017

REFERENCIA: Carta. - Hoja de trámite-Exp. N2 2044-DIRESA

pH: Método electrométrico Norma Técnica Periana NTP 214679 - 2000 Standard Methods APHA-AWWA-WEF. Método 4500-H+ A. Método Electrométrico (18 Edición, 1995).  
TURBEDAD: Método electrométrico Norma Técnica Periana NTP 214679 - 2000 Standard Methods APHA-AWWA-WEF. Método 4500-H+ A. Método Electrométrico (18 Edición, 1995).

LAA-DESA	Código	Solicitante	Procedencia	Punto de Muestreo	Coordenadas	Fecha/hora muestreo	Fecha de recepción hora análisis Bacteriológico	PARAMETRO					Muestrador	Analista	Observaciones
								Pb	Turbiedad	Conductividad	Coliformes Termotolerantes (44.5°C) NMP/100 ml	Coliformes Totales (35-37°C) NMP/100 ml			
1	M-05			Estación 5	12°31'15.52" S 69°09'44.42" O	25/01/2017 02:30 pm	25/01/2017 04:15 pm	6.70	18.5	76.8	4.5 X 10 <sup>3</sup>	5.7 X 10 <sup>3</sup>	Jose Carlos Galdos Pantani	Bigo, Roberto Carlos Gosalles Gosalles	Las muestras se tomaron en frascos de vidrio estériles de 250ml y transportadas en cadena de frío. Las muestras corresponden a la Categoría A1-A3, que pueden ser esterilizadas con destilación.
2	M-03	Jose Carlos Galdos Pantani	Ranchuelo Sector Ovello LA CACHUELA	Estación 3	12°31'07.14" S 69°09'52.06" O	25/01/2017 03:00 pm	25/01/2017 04:15 pm	6.63	17.2	64.8	7.2 X 10 <sup>3</sup>	8.2 X 10 <sup>3</sup>	Jose Carlos Galdos Pantani	Jose Carlos Galdos Pantani	
3	M-01			Estación 1	12°31'44.01" S 69°09'53.75" O	25/01/2017 03:30 pm	25/01/2017 04:15 pm	6.68	17.8	64.8	4.8 X 10 <sup>3</sup>	5.9 X 10 <sup>3</sup>			

GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental  
  
Dr. Roberto Carlos Gosalles Gosalles  
Ponp. del Laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos  
Unidad de Saneamiento Básico

• ANÁLISIS DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES (MUESTREO JULIO)



GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL  
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA DE AGUAS Y ALIMENTOS  
INFORME DE ENSAYO FISICO-BACTERIOLOGICO Nº 15-2017

REFERENCIA:Carta. • Hoja de tramite-Exp. N2 2044-DIRESA

pH: Método: Activación Norma Técnica Peruana NTP 21.4679 - 3000 Standard Methods APHA-AWWA-WEF. Método: Electrolítico (1ª Edición, 1995).  
TURBEDAD: Método: Activación Norma Técnica Peruana NTP 21.4679 - 3000 Standard Methods APHA-AWWA-WEF. Método: Electrolítico (1ª Edición, 1995).

Código	LAA-DESA	Nº de muestra	Solicitante	Procesadora	Punto de Muestreo	Ciudadanas	Fecha/hora muestreo	Fecha de ejecución hora análisis Bacteriobio	PARAMETRO-3				Muestrador	Analista	Observaciones	
									Pb	Turbiedad	Conductividad	Coliformes Termotolerantes (44.5°C) NMP/100 ml				Coliformes Totales (35-37°C) NMP/100 ml
1		M-05			Estación 5	12°31'19.52" S 69°09'44.42" O	20/07/2017 02:30 pm	20/07/2017 04:15 pm	6.68	30	76.8	4.8 X 10 <sup>1</sup>	5.7 X 10 <sup>1</sup>	Jose Carlos Galdos Pantani	Bgo. Roberto Carlos Gonzales Gonzales	Las muestras se tomaron en frasco de vidrio estéril de 250ml y homogeneizadas en cadena de 10. Las rosetas corresponden a la Cepstrato Alibates que fueron ser colabigados con desinfección.
2		M-03	Jose Carlos Galdos Pantani	Reclamo Sector Ovebo- LA CACHUELA	Estación 3	12°31'07.14" S 69°09'52.06" O	20/07/2017 03:00 pm	20/07/2017 04:15 pm	8.73	33	84.8	4.5 X 10 <sup>1</sup>	8.2 X 10 <sup>1</sup>	Jose Carlos Galdos Pantani	Bgo. Roberto Carlos Gonzales Gonzales	
3		M-01			Estación 1	12°31'44.01" S 69°09'53.75" O	20/07/2017 03:20 pm	20/07/2017 04:15 pm	6.68	40	64.8	7.2 X 10 <sup>1</sup>	5.9 X 10 <sup>1</sup>	Jose Carlos Galdos Pantani	Bgo. Roberto Carlos Gonzales Gonzales	

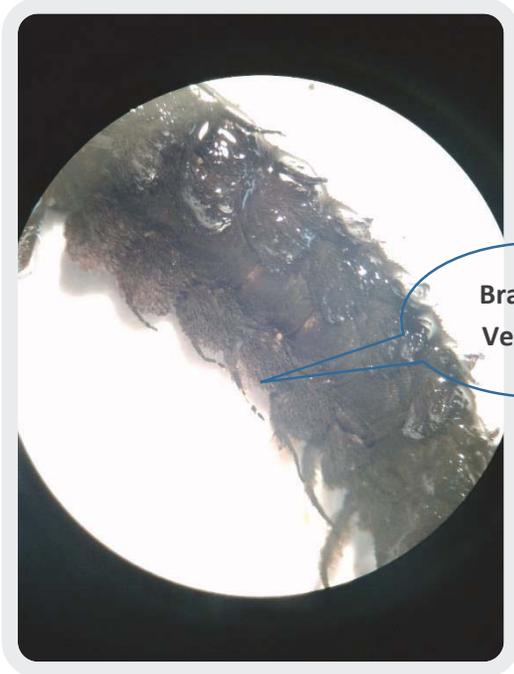
GOBIERNO REGIONAL DE MADRE DE DIOS  
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD  
Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental  
*[Firma]*  
Dr. Roberto Carlos Gonzales Gonzales  
Responsable Laboratorio de Microbiología de Aguas y Alimentos  
Unidad de Saneamiento Básico

### ANEXO 03.- FOTOGRAFÍAS DE MACROINVERTEBRADOS

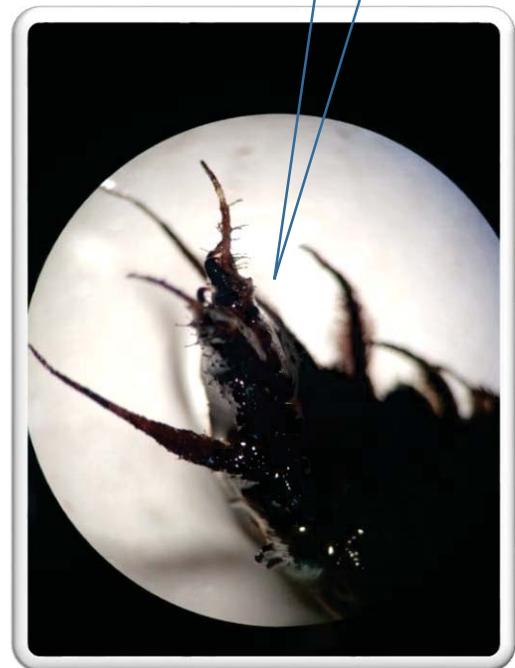
Familia Corydalidae



Piezas bucales del tipo masticador



Branquias Ventrales



Ganchos posteriores

Familia: Megapodagrionidae



Familia: Euthyplociidae



Familia: Libellulidae



Familia: Xiphocentronida



#### ANEXO 04.- GALERÍA FOTOGRÁFICA



Foto 01: Sustrato tomado para la recolección de macroinvertebrados



Foto 02: Se aprecia claramente el tubo (tramo 3) que se presume sirve para extracción de agua para la mina adyacente, pero que en el momento del estudio no estaba en funcionamiento.



Foto 03: Medición para determinación del caudal en el tramo 5



Foto 04: Remoción de sustrato para la toma de muestras de macroinvertebrados en el tramo 5



Foto 05: Uso de multiparámetro para la medición de las variables fisicoquímicas

- **TRAMOS DE MUESTREO**

**TRAMO 5**



Se puede apreciar el bosque de ribera en buen estado de conservación



Ceiba pentandra (lupuna), parte del bosque de ribera del tramo

#### TRAMO 4



El tramo mejor conservado, sin alteraciones y en estado natural

#### TRAMO 3



Éste tramo es el más cercano a la mina aurífera, aproximadamente a 300 metros.

## TRAMO 2



Tramo cercano a una granja y bosque adyacente afectado por actividad antrópica

## TRAMO 1



El más próximo a la desembocadura en el río Madre de Dios

- **AGROCULTIVOS ALEDAÑOS A LA ZONA DE MUESTREOS**



Cultivos cercanos a la zona de muestreo (aproximadamente 500 metros del tramo 1)

- **FAUNA DE LA ZONA**



Familia: Palaemonidae



Huella de *Tapirus terrestris*



*Tupinambis teguixin*



*Brachichalcinus copei* encontrado en el tramo 3



*Pimelodus maculatus* encontrado en el tramo 3

- **MINERÍA CERCANA**



Foto panorámica de los alrededores de la mina a 300 metros del tramo 3



Vegetación empobrecida a los alrededores de la mina