



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO DE UN PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA UNA  
QUEBRADA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

AUTOR

Xavier Alejandro Ibujes Jaramillo

AÑO

2019



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO DE UN PLAN DE RECUPERACIÓN AMBIENTAL PARA UNA  
QUEBRADA DEL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Ingeniero Ambiental en Prevención y  
Remediación

Profesor Guía

MSc. Indira Fernandina Black Solís

Autor

Xavier Alejandro Ibutjes Jaramillo

Año

2019

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA**

“Declaro haber dirigido el trabajo, Diseño de un plan de recuperación ambiental para una quebrada del Distrito Metropolitano de Quito, a través de reuniones periódicas con el estudiante Xavier Alejandro Ibujes Jaramillo, en el semestre 201920 orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

---

Indira Fernandina Black Solís

Magister en Conservación y Gestión de Medio Natural

C.I.: 1711273563

## **DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR**

“Declaro haber revisado este trabajo, Diseño de un plan de recuperación ambiental para una quebrada del Distrito Metropolitano de Quito, del estudiante Xavier Alejandro Ibujes Jaramillo, en el semestre 201920 dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Marco Vinicio Briceño León

Máster en Energías Renovables

C.I.: 1715967319

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

---

Xavier Alejandro Ibijes Jaramillo

C.I.: 1727932848

## AGRADECIMIENTOS

A todas aquellas personas que con sus palabras de aliento y ayuda supieron guiar mi camino durante la elaboración de este trabajo.

A mi familia y amigos, quienes supieron brindar su apoyo de la manera indicada y a directora de trabajo Indira Black, por su gran colaboración y comprensión que fueron fundamentales para guiarme en la culminación de mi carrera.

## DEDICATORIA

A todas las personas que con su apoyo incondicional aportaron de alguna manera a mi vida personal y formación académica durante estos años, siendo parte de mi desarrollo tanto dentro como fuera de las aulas.

A mi hermana Jessica, por ser siempre un gran ejemplo y mi más grande soporte siempre.

## RESUMEN

El objetivo de este estudio fue analizar el estado ambiental actual del ecosistema lótico del río Ushimana, mediante el uso de indicadores ambientales y biológicos. Fueron definidas tres zonas de muestreo a lo largo de este cuerpo hídrico. La valoración del estado ambiental se realizó mediante la aplicación del índice ECOSTRIAND y análisis de la vegetación de ribera. Como parte del análisis de calidad, se colectaron muestras de agua para determinación de sólidos, DBO, DQO, nutrientes y coliformes fecales. Los indicadores medidos in situ fueron: caudal, temperatura, turbidez, conductividad, pH y oxígeno disuelto. Para el análisis de la vegetación de ribera se realizaron tres transectos con una longitud de 100m, dentro de los cuales se determinó diversidad alfa y diversidad beta. Además, se utilizaron bioindicadores (macroinvertebrados bentónicos) con la finalidad de establecer una relación entre el grado de contaminación y la calidad ecosistémica. Los resultados obtenidos muestran una baja diversidad en vegetación de ribera con presencia significativa de especies invasoras y tolerantes a la contaminación, un mayor grado de contaminación del agua y deterioro gradual de las condiciones ambientales conforme el cuerpo hídrico se ve expuesto a una mayor afectación por actividades humanas. Se concluye que el aporte de aguas residuales, residuos sólidos y falta de gestión a este ecosistema son presiones antrópicas significativas con una afectación ecológica y comunitaria que requiere colaboración municipal y propia de su población. Tomando en consideración los resultados obtenidos en este estudio, se propusieron ideas de mitigación, capacitación, manejo de desechos y participación ciudadana con la finalidad de promover el cuidado ambiental de la zona y conservación de los recursos naturales.

**Palabras claves:** calidad ambiental, ecología, vegetación de ribera, bioindicadores.

## ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the current environmental status of the lotic ecosystem of the Ushimana River, using environmental and biological indicators. Three sampling zones were defined along this hydric body. The assessment of the environmental status was made by applying the ECOSTRIAND index and analysis of riparian vegetation. As part of the quality analysis, water samples were collected for determination of solids, BOD, COD, nutrients and fecal coliforms. The indicators measured in situ were flow, temperature, turbidity, conductivity, pH and dissolved oxygen. For the analysis of riparian vegetation, three transects with a length of 100m were made, within which alpha diversity and beta diversity were determined. In addition, bioindicators (benthic macroinvertebrates) were used in order to establish a relationship between the degree of contamination and ecosystem quality. The results obtained show a low diversity in riparian vegetation with a significant presence of invasive species and tolerant to pollution, a greater degree of water contamination and gradual deterioration of environmental conditions as the water body is exposed to more affectation by human activities. It is concluded that the contribution of wastewater, solid waste and lack of management to this ecosystem are significant anthropogenic pressures with an ecological and community impact that requires municipal and its population collaboration. Based on the results obtained in this study, ideas for mitigation, waste management, and citizen participation were proposed in order to promote the environmental care of the area and conservation of its natural resources.

**Keywords:** environmental quality, ecology, riparian vegetation, bioindicators.

# ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Alcance .....	2
1.3. Justificación .....	3
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos .....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Cuenca hidrográfica .....	5
2.2. Quebrada .....	6
2.3. Río.....	7
2.4. Recuperación ambiental .....	7
2.5. Calidad ecológica de ríos .....	8
2.6. Bioindicador .....	8
2.7. Macroinvertebrado acuático.....	9
2.8. Ecología de comunidades .....	9
2.9. Índice de diversidad .....	10
3. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Descripción del área de estudio .....	11
3.2. Puntos de muestreo .....	12
3.3. Evaluación de la vegetación de ribera .....	13
3.3.1 Cálculo de índices de diversidad ecológica .....	14
3.4. Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua.....	16
3.4.1 Muestreo de agua.....	16
3.4.2 Registro de parámetros in situ .....	16
3.4.3 Análisis de laboratorio.....	17
3.5. Análisis de parámetros biológicos .....	17
3.5.1 Muestreo de macroinvertebrados bentónicos .....	17
3.5.2 Identificación de macroinvertebrados bentónicos .....	18

3.5.3 Cálculo Índice Biológico ABI .....	18
3.6. Parámetros hidromorfológicos .....	19
3.6.1 Cálculo del caudal.....	19
3.6.2 Determinación de la calidad del hábitat fluvial .....	19
3.6.3 Evaluación de la calidad del bosque de ribera.....	20
3.7. Valoración de la calidad ecológica.....	21
3.8. Determinación de percepción de comunidad adyacente .....	22
4. RESULTADOS .....	23
4.1. Vegetación de ribera .....	23
4.1.1. Vegetación.....	23
4.1.1.1 Vegetación Zona Baja.....	23
4.1.1.2 Vegetación Zona Media .....	25
4.1.1.3 Vegetación Zona Alta.....	28
4.1.1.4 Especies vegetales encontradas en las zonas estudiadas .....	30
4.1.2 Índices de diversidad ecológica .....	32
4.2. Resultados fisicoquímicos del agua .....	35
4.2.1 Caudal .....	35
4.2.2 Resultados fisicoquímicos .....	36
4.3. Calidad ecológica.....	39
4.3.1 Calidad biológica del río.....	39
4.3.2 Calidad del hábitat fluvial .....	42
4.3.3 Calidad del bosque de ribera .....	43
4.3.4 Calidad ecológica.....	44
4.4. Percepción de la comunidad adyacente .....	46
4.5. Plan de recuperación ambiental .....	56
4.5.1 Recuperación ambiental .....	56
4.5.1.1 Objetivo general.....	58
4.5.1.2 Objetivos específicos .....	58
4.5.2 Recuperación del río.....	58
4.5.3 Gestión comunitaria.....	60
4.5.4 Recuperación ecológica.....	64
4.5.4.1 Plan de reforestación .....	64

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
5.1. Conclusiones .....	68
5.2. Recomendaciones .....	69
REFERENCIAS .....	70
ANEXOS .....	77

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Antecedentes**

Los centros urbanos concentran la mayor cantidad de población y sus principales actividades administrativas, financieras y comerciales dando así sostén a las diversas dinámicas de la ciudad, sin embargo, el crecimiento de las zonas urbanas de manera no planificada genera un impacto negativo a las estructuras físicas, artificiales y naturales existentes, degradando de esta manera el medio ambiente urbano, el bienestar de sus habitantes y la sostenibilidad ambiental (Arias, 2015).

Así mismo, la expansión urbana de Quito presenta una problemática similar a la observada en otras grandes ciudades latinoamericanas pudiéndose evidenciar una marcada evolución entre 1962 y 1980, tiempo en el cual el área urbana creció un 500%, trayendo consigo una transformación de las formas de habitar anteriores (Carrión y Erazo, 2012). Este crecimiento desproporcionado fue provocado por el afán de ganancia de plusvalía a través de la especulación sobre la renta del suelo (Santillán, 2015), impulsando de esta manera un desarrollo urbano poco sostenible y sin una gestión integral que permita el desarrollo óptimo de la ciudad.

En relación a esto, la gestión integral del medio ambiente local permite reorientar las soluciones ambientales para garantizar el desarrollo sostenible prospectivo. De esta manera, la transformación positiva que se ha desarrollado integralmente durante los últimos años en el puerto principal del Ecuador, la ciudad de Guayaquil, constituye una experiencia urbana valiosa dentro del contexto Latinoamericano, teniendo como componente catalizador los Proyectos Urbanos concatenados, planificados y acertadamente concebidos que aportan al rescate de espacios públicos tradicionales, fomentan la ocupación de áreas céntricas y la ocupación mixta del suelo e inducen a la diversidad, vitalidad, variedad y riqueza para el desarrollo urbano de la ciudad (Wong, 2018).

Es así como dentro de la concepción global de objetivos aceptables de calidad ambiental que aporten al desarrollo sostenible urbano se encuentran factores eminentemente cualitativos como lo son el aire respirable, la adecuada proporción de espacios verdes y de expansión, su accesibilidad y tratamiento, la seguridad personal y la calidad de servicios además de su existencia cuantitativa; la búsqueda de un desarrollo armónico de la ciudad se pueden identificar tres variables fundamentales siendo estas: su condición de ciudad universitaria, sus características físico-ambientales y sus valores histórico-patrimoniales (Luengo, 2002).

En el Distrito Metropolitano de Quito, las consecuencias del desarrollo industrial y crecimiento demográfico pueden verse reflejadas en la presión ejercida a sus ecosistemas acuáticos y de manera particular en sus quebradas, las cuales en la mayoría de los casos fueron invadidas sin ningún criterio de conservación tras el crecimiento de la ciudad provocando así la pérdida de integridad ecológica y funciones ecosistémicas (Soria, 2016).

En este sentido, la importancia de la preservación y recuperación de ecosistemas acuáticos y las quebradas dentro del territorio del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ) radica en el fin de evitar la pérdida de los servicios eco-sistémicos y pérdidas tangibles e intangibles en la población, así como disminuir los riesgos asociados al deterioro de las quebradas (NOVUM, 2014).

## **1.2. Alcance**

Con el presente estudio se evaluó el estado ambiental actual de la quebrada que pasa por el sector de El Tingo, perteneciente a la microcuenca de la Quebrada Huaitajucho, ubicada dentro de la parroquia Alangasí en el Distrito Metropolitano de Quito. Se realizó mediante una evaluación ecológica rápida basada en vegetación de ribera y calidad ecológica del ecosistema lótico, teniendo en

cuenta parámetros fisicoquímicos e indicadores biológicos con el objetivo final de presentar una propuesta de recuperación ambiental para dicha quebrada que promueva una visión ambiental sustentable en la que se tuvo en cuenta la percepción de los pobladores del sector y el estado ambiental actual del cuerpo hídrico.

### **1.3. Justificación**

Áreas de reconocible baja funcionalidad y progresivo deterioro, susceptibles a renovación y articulación con nuevos proyectos son el enfoque para lograr la regeneración urbana y alcanzar el desarrollo urbano sostenible en la cual la recuperación de los espacios públicos es el medio que busca garantizar la sostenibilidad de una sociedad donde coexisten tres dimensiones: económica, social y ambiental (Douglas, 2007).

El ejercicio de una ciudadanía socio ecológica abre las puertas a la tarea práctica de conservar y restaurar ecosistemas amenazados (Von Bertrab, 2010) abriendo la posibilidad de gestionar de modo alternativo los proyectos urbanos para reducir la vulnerabilidad ambiental. El estudio temprano de un sistema de indicadores urbanos aporta a establecer y controlar acciones que favorezcan una mejor calidad de vida de la comunidad además de contribuir a la identificación de conflictos ambientales de la ciudad (Nacif y Espinosa, 2015).

La ciudad de Quito sufrió una transformación acelerada a partir de la década de 1990, en la cual la falta de planificación urbana y control municipal permitió la masificación de construcción de viviendas permitiendo una transformación de la configuración territorial de Quito, pasando de una ciudad longitudinal a una policéntrica en la cual existe dependencia con el centro norte de la ciudad en donde se concentran los servicios (Durán, Martí, y Mérida, 2016). Precisamente, ese desarrollo sin control ecológicamente ubicó las funciones y usos urbanos principales en ámbitos territoriales específicos y marginó a la mayoría de la

población de los más elementales servicios y equipamientos colectivos (Carrión, 2012).

De esta manera, las quebradas que forman parte de las cuencas hidrográficas del Distrito Metropolitano de Quito son una parte importante de los sistemas hídricos y ecológicos asociados al ofrecer a sus habitantes servicios ecosistémicos relacionados a la fauna y flora silvestres, disminución de riesgos ambientales, opciones de recreación y esparcimiento, y regulación de la energía de los flujos de agua (González, 2014). Este complejo sistema de quebradas forman espacios que caracterizan a la ciudad de Quito al albergar los últimos relictos de bosques andinos, secos y otros ecosistemas del área urbana (NOVUM, 2014).

Dada su gran importancia ambiental, social y paisajística, las quebradas del Distrito Metropolitano de Quito forman parte del Sistema Distrital de Áreas Protegidas y Corredores Ecológicos del DMQ, dentro de la categoría de Áreas de Intervención Especial y Recuperación (AIER) cuya definición establece que son áreas de propiedad pública, privada o comunitaria que por sus condiciones biofísicas y socioeconómicas, previenen desastres naturales, tienen connotaciones histórico-culturales, tienen como objetivos la conservación y la recuperación de suelos y de cobertura vegetal, disminuyen la presión hacia las Áreas de Conservación, posibilitan o permiten la funcionalidad, integridad y conectividad con la Red de Áreas Protegidas y la red Urbana y constituyen referentes para la ciudad (Secretaría de Ambiente, 2011).

La recuperación ambiental de quebradas, mediante estudios del estado actual y posterior planteamiento de un plan de recuperación ambiental tiene como objetivo final fomentar espacios de convivencia social y cultural con respeto al medio ambiente y que a su vez permita el desarrollo urbano sostenible.

#### **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un plan de recuperación ambiental para una quebrada en el sector de El Tingo, parroquia de Alangasí del Distrito Metropolitano de Quito.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Establecer el estado ambiental actual del área de estudio.
2. Conocer la percepción de la comunidad adyacente sobre el estado ambiental del área de estudio.
3. Proponer medidas para la recuperación ambiental del área de estudio.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Cuenca hidrográfica**

Es una unidad hidrológica topográficamente delimitada drenada por un sistema de flujo, frecuentemente es utilizada como unidad físico-biológica y unidad socioeconómica política para la planificación y manejo de recursos hídricos (Brooks, Ffolliott, y Magner, 2014). Es un escenario dinámico integrado por recursos naturales, medios e influencia socio económica; una cuenca hidrográfica se encuentra dividida en subcuencas, y esta a su vez en microcuencas. Una microcuenca es una territorio que drena sus aguas hacia un curso principal de una subcuenca (Díaz, y Romero, 2017).

El funcionamiento se ve determinado por elementos biofísicos (clima, atmósfera, hidrología, flora y fauna) y antrópicos (demográficos, socio-económicos-culturales y jurídico institucionales), que a su vez conforman subsistemas: económico, biofísico, demográfico y social (Gaspari, Rodríguez Vagaría, Senisterra, Delgado, & Besteiro, 2013).

## **2.2. Quebrada**

Son depresiones entre montañas y nevados de diferentes profundidades y caudales de agua con una amplia diversidad de sistemas vivos, cuyo adecuado funcionamiento garantiza la disminución de riesgos de deslizamientos y aluviones. Forman parte importante de los sistemas hídricos y ecológicos asociados a cuencas hidrográficas y facilitan la interrelaciones de unidades ecológicas de distintos pisos altitudinales (Montaño, 2018).

Las quebradas poseen propiedades físicas y biológicas que sirven como ecosistemas de transición para sistemas terrestres y acuáticos; la vegetación existente en estos ecosistemas (vegetación de ribera o vegetación riparia) forma parte en la regulación activa del ecosistema ya que a la vez posee una gran diversidad y heterogeneidad dependiente de la dinámica fluvial; la vegetación de ribera cumple con varias funciones como la formación de microhábitats, estabilización de márgenes, retención de sedimentos, reducción de erosión y escorrentía, control de flujos de nutrientes, materia orgánica, flujos de agua y contaminantes hacia el cauce del cuerpo hídrico, pero a pesar de su importancia, estos ecosistemas son una de las zonas más transformadas por actividades antrópicas para construcción de infraestructuras hidráulicas, cambios de uso de suelo o sustitución por cultivos agrícolas (Gamarra, 2018).

Un factor importante en la dinámica de este tipo de ecosistema es el transporte de partículas disueltas y materia orgánica producida a lo largo del sistema, de esta manera generando una relación cercana entre el ecosistema terrestre y la quebrada (Rocha, Cuellar, Díaz, & Vargas, 2017).

### **2.3. Río**

Los ecosistemas fluviales altoandinos proveen de agua a la población y generan energía, entre otros beneficios (Acosta, Ríos, Rieradevall, & Prat, 2009, p.37). Presentan un estado de cambio continuo de las características físicas, químicas y biológicas, desde el nacimiento del cauce hasta su desembocadura (Gómez, 2011).

Dada la importancia de las condiciones en las que se encuentra un río para el desarrollo de la vida, frecuentemente se utiliza el término calidad del agua, el cual se refiere a las condiciones física, químicas y biológicas en las que se encuentra el agua según su uso o destino final; para mantener un ecosistema acuático, la calidad del agua debe contar con las propiedades químicas y biológicas necesarias para mantener la vida siendo los principales parámetros para determinar su estado: conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, pH, turbidez, salinidad, sólidos, nutrientes, agentes patógenos, compuestos orgánicos, entre otros. El análisis fisicoquímico de estos parámetros es un método clásico para evaluar el grado de afectación de un cuerpo de agua en función de la contaminación que presenta, sin embargo, el hecho de que el análisis de estos parámetros sea estandarizado implica a la vez inconvenientes como el costo que implica el análisis de varias muestras y sus repeticiones, la falta de integración temporal al muestreo y el riesgo de contaminación de la muestra (Soria, 2016).

### **2.4. Recuperación ambiental**

Es el proceso de recuperar un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido, e involucra el restablecimiento del ecosistema así como la restauración de sus servicios ambientales, y es un componente crítico para la aplicación de un manejo ecosistémico (Nellemann y Corcoran, 2010). La recuperación ambiental de diversos servicios ecosistémicos influye

positivamente en la diversidad biológica, fertilidad de suelos y en la capacidad productiva ecosistémica (Rocha et al., 2017).

## **2.5. Calidad ecológica de ríos**

Condición del agua de mantener sus distintos usos y procesos de acuerdo con sus propiedades físicas, químicas y biológicas ya sea en su estado natural o posterior a intervención antropogénica (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2011). La calidad ecológica de los ríos es una medida del estado de un ecosistema en un tiempo determinado en el que se evalúa el ambiente acuático y sus alrededores, integra información sobre el bosque de ribera, sus áreas adyacentes, características hidromorfológicas y los organismos que los habitan; su medición se la realiza evaluando la vegetación de ribera, características del canal del río, comunidades biológicas y diversos parámetros fisicoquímicos que constituyen los componentes claves de la biodiversidad y funcionamiento de los ríos como ecosistema (Encalada, Rieradevall, Ríos-Touma, García, & Prat, 2011).

## **2.6. Bioindicador**

Organismo o comunidad de organismos cuya sensibilidad a cambios en su ecosistema permite su utilización como indicador de la presencia de contaminantes o perturbaciones de un ecosistema al presentar cambios fisiológicos, químicos o comportamentales (Romero y Zúñiga, 2017).

Dentro de los ríos es posible encontrar organismos con gran sensibilidad a la contaminación y pronta respuesta a perturbaciones, éstos son conocidos como bioindicadores. Dependen de las condiciones acuáticas como la disponibilidad de luz, presencia de predadores, oferta de alimento, entre otros; para la evaluación del deterioro ambiental, es necesaria la determinación de cierta comunidad bioindicadora (Rocha et al., 2017), cuya presencia tiene la capacidad de refutar o acreditar estudios fisicoquímicos (Reyes, 2018).

## **2.7. Macroinvertebrado acuático**

Son aquellos organismos que se desarrollan en el fondo de cuerpos hídricos, adheridos a la vegetación acuática, rocas y troncos sumergidos. Su denominación está dada por su tamaño, el cual va de 0.5mm hasta alrededor de 5.0mm. Este tipo de organismos puede ser observado a simple vista; sus poblaciones están formadas principalmente por platelmintos, insectos, moluscos y crustáceos. Es conocido que la composición de sus comunidades refleja la calidad de los ecosistemas acuáticos, razón por la cual son ampliamente utilizados como parte integral del monitoreo de calidad de agua (Roldán-Pérez, 2016).

Son un componente vital en los ecosistemas acuáticos, juegan un rol fundamental en el reciclado de nutrientes, procesan grandes cantidades de materia orgánica y forman parte de distintos grupos tróficos (Nieto, 2016).

En el caso de una alteración, los macroinvertebrados presentan una gama de respuestas al estrés ambiental, pudiéndose observar cambios en el metabolismo, alteraciones a la estructura y atributos propios de la comunidad; tras un impacto, los organismos más sensibles al estrés mueren, favoreciendo el desarrollo de organismos más tolerantes con una serie de adaptaciones (morfológicas y fisiológicas) adquiridas para sobrevivir y desarrollarse dependientemente de su naturaleza o magnitud (Ruiz-Picos, López-López, & Sedeño-Díaz, 2016).

Su utilización como bioindicadores de la calidad del agua se debe a su sensibilidad a presiones fisicoquímicas e hidromorfológicas, además de su fácil recolección y bajo costo haciendo uso de técnicas estandarizadas (Romero, 2017).

## **2.8. Ecología de comunidades**

Es la rama de la Ecología dedicada al estudio del nivel de organización comunitario, entendiéndose a la comunidad como un conjunto de poblaciones pertenecientes a distintas especies interactuantes, que habitan sincrónicamente en un mismo lugar; las comunidades se desarrollan en ambientes particulares, con climas cambiantes que imponen limitaciones a las interacciones bióticas; estudia tanto los componentes (organismos, poblaciones) como las interacciones que ocurren entre éstos (Jaksic y Marone, 2007).

## **2.9. Índice de diversidad**

Son herramientas que permiten tener una perspectiva de la situación de la comunidad, con la finalidad de realizar monitoreos ambientales y tomar decisiones sobre la conservación y el manejo (Spellerberg, 1991).

Para el estudio de la estructura, dinamismo y evolución de las comunidades naturales, la utilización de la riqueza de especies es expresable por medio de un índice de diversidad cuya aplicabilidad se basa en que los números de individuos de distintas especies en las comunidades naturales suelen seguir una regularidad sencilla (Margalef, 1956).

Algunas de las ventajas encontradas al utilizar índices de diversidad son: su capacidad de resumir información en un valor numérico, cuantificación de la información, permiten comparar diversos factores y dependiendo de sus comprobaciones estadísticas, permiten otorgar un mayor rigor científico (Albuja, 2013).

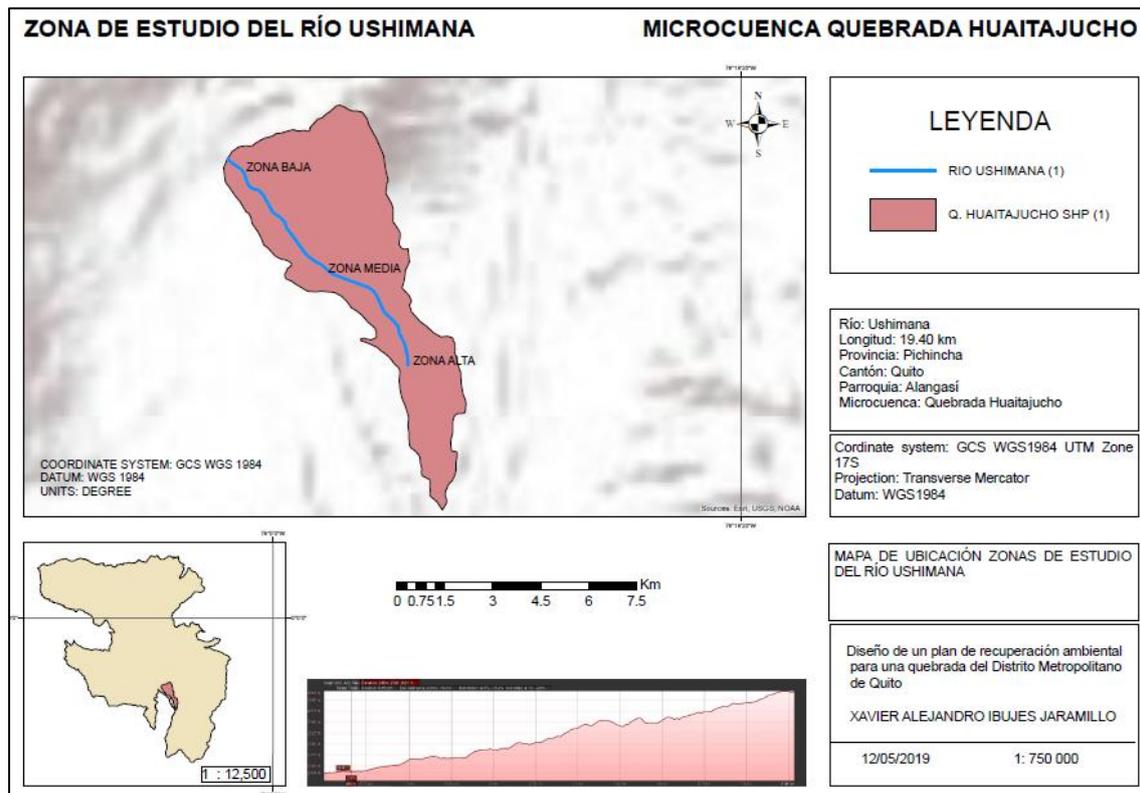
Dada la dificultad que puede presentarse en algunos casos para la determinación de la diversidad de una comunidad vegetal debido a variables topográficas, resulta útil categorizarla en componentes alfa, beta y gamma; la diversidad alfa es aquella diversidad de especies de una comunidad particular considerada homogénea, diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la

composición de especies del conjunto de comunidades en un paisaje, y diversidad gamma es la diversidad de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje resultado de ambas diversidad previamente mencionadas (Martella et al., 2012).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Descripción del área de estudio**

El área de estudio se encuentra ubicada dentro de la parroquia Alangasí, localizada en la Provincia de Pichincha, en el Distrito Metropolitano de Quito. Su territorio se encuentra a 2613 m.s.n.m, con una temperatura que oscila entre los 14,6 °C hasta los 16,7°C. Sus niveles de precipitación fluctúan entre los 128 y 111 mm, repartidos entre dos períodos lluviosos en marzo y en noviembre. El río Ushimana cuenta con una superficies total de 19.40 km<sup>2</sup>, alimentado por quebradas y quebradillas definidas como drenajes menores; sus principales quebradas son: Quebrada Huilajueño, Quebrada Padrehuaycu y Quebrada Callehuaycu (Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Alangasí, 2012).



*Figura 1.* Mapa de la ubicación de la zona de estudio dentro de la microcuenca de la Quebrada Huaitajucho

La propuesta está diseñada para la “Zona Baja” del área de estudio, la cual encuentra ubicada dentro del Complejo Deportivo El Tingo, sector en el que se puede apreciar focos infecciosos, proliferación de insectos y otras especies indeseables para la comunidad aledaña, además de malos olores (Gobierno Parroquial Alangasí, 2017).

### 3.2. Puntos de muestreo

Se seleccionaron tres puntos de muestreo debido a su representatividad con respecto a la realidad actual del río Ushimana siendo estos denominados Zona Baja (2343 msnm), Zona Media (2508 msnm), y Zona Alta (2599 msnm). Dadas las necesidades del estudio, cada uno de estos tres puntos de muestreo fueron

seleccionados tras una revisión de cartografía, accesibilidad y representatividad. La “Zona Alta” el punto en el cual el río se encuentra menos intervenido y contaminado, la “Zona Media” el punto que muestra una contaminación moderada pero que demuestra el vertido de aguas residuales al cauce principal o las quebradillas que lo conforman, y la “Zona Baja” se encuentra ubicada en el barrio de El Tingo, reconocido por sus balnearios y espacios recreacionales, punto en el cual es evidente la contaminación que sufre la quebrada al encontrarse expuesta a una mayor presión antropogénica, una falta de control de efluentes de aguas residuales domésticas e industriales, y una mayor densidad poblacional cercana al cuerpo hídrico.

### **3.3. Evaluación de la vegetación de ribera**

El levantamiento se lo realizó en las tres zonas de estudio, donde se realizaron tres transectos de vegetación con una longitud de 100m cada uno, divididos en subunidades de 10m con la finalidad de obtener una representación de la vegetación de la zona (Oleas, Ríos-Touma, Peña & Bustamante, 2016).

Los transectos de vegetación fueron seleccionados teniendo en cuenta las características topográficas y ecológicas más representativas de cada zona estudiada, para de esta manera poder relacionar la presencia de determinadas especies y comunidades vegetales con el régimen hidrológico del río y entender su contexto ecológico de acuerdo con el régimen de perturbaciones observadas, permitiendo de esta manera presentar información de las comunidades. Los parámetros levantados fueron: composición específica, abundancia, densidad, riqueza y clases etarias. Debido a la complejidad del terreno, dentro de cada transecto se realizaron 2 cuadrantes específicos para cada tipo de vegetación siendo arbórea (10x10m), arbustiva (5x5m) y herbácea (1x1m). Para el caso de el kikuyo se realizó la estimación de su cobertura al ser una especie herbácea invasiva que cubría en gran parte el suelo del área estudiada.

La posterior identificación de la vegetación presente en las zonas de estudio se realizó con el uso de guías de campo de vegetación de zonas andinas y la “Guía Práctica de Identificación de Plantas de Ribera” (Plantas de las quebradas de Quito), la cual es un compendio de las especies de algunas de las plantas comunes, nativas y raras, así como de las especies introducidas asociadas a las riberas y quebradas de la ciudad de Quito (Oleas et al., 2016).

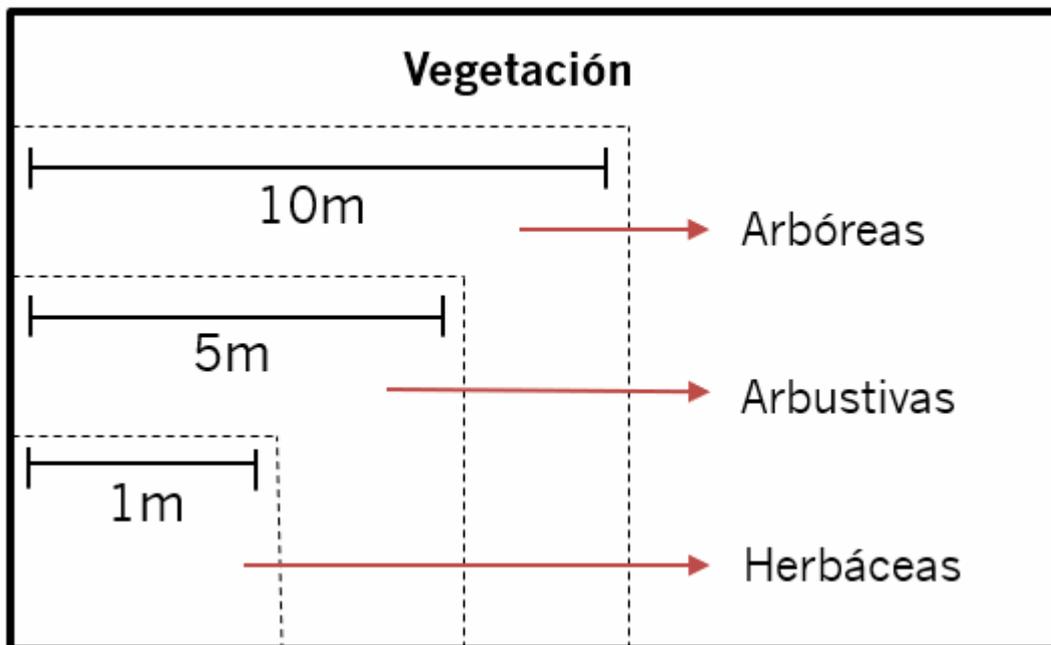


Figura 2. Representación de los cuadrantes utilizados para análisis de vegetación

### 3.3.1 Cálculo de índices de diversidad ecológica

El índice de Margalef relaciona el número total de especies con el número total de individuo (Cárdenas-Castro, Lugo-Vargas, González-Acosta, & Tenjo-Morales, 2018). Se estima con la fórmula presentada a continuación:

$$R = \frac{S-1}{\ln(n)} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

S: es el número de especies

n: es el número total de individuos

Este índice permite conocer la riqueza de especies de manera independiente al tamaño de la muestra así, valores inferiores a 2 son indicativos de baja diversidad y valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad.

El índice de Shannon-Wiener muestra la heterogeneidad de una comunidad y mide qué tan uniformes están representadas las especies en una muestra (Cárdenas et al., 2018).

Ecuación (2)

$$H' = \sum_{i=1}^S \left( \frac{ni}{N} \right) \ln \left( \frac{ni}{N} \right)$$

Donde  $N$  es el número total de individuos y  $ni$  es el número de individuos por taxón en una muestra de una población (Soria, 2016).

Para medir la similitud existente entre dos puntos de muestreo se utiliza el coeficiente de similitud de Jaccard, el cual hace uso de la fórmula a continuación.

Ecuación (3)

$$I_j = \frac{c}{(a + b - c)}$$

Donde:

a: es el número de spp presentes en el sitio A

b: número de spp presentes en el sitio B

c: número de spp presentes en ambos sitios A y B

### 3.4. Análisis de parámetros fisicoquímicos del agua

#### 3.4.1 Muestreo de agua

La recolección de las muestras de agua fue realizada el 08 de mayo del presente año en recipientes plásticos previamente etiquetados teniendo en cuenta las necesidades de llenado, sellado, almacenamiento y transporte de estas.

Para cada punto de estudio se tomaron 2 muestras; un galón para análisis de parámetros fisicoquímicos y 750ml para análisis microbiológico. Las coordenadas de los puntos de muestreo se detallan en la Tabla 1 presentada a continuación.

Como primer paso se enjuagó los recipientes con agua del cauce, posteriormente se procedió a la tomar la muestra sumergiendo al envase de forma contraria al flujo, finalmente se procedió con el sellado y almacenamiento de los recipientes dentro de un cooler a 4°C hasta su entrega en laboratorio.

Tabla 1.

*Coordenadas de los puntos de muestreo*

<b>NOMBRE</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>ALTITUD m.s.n.m</b>
Zona Baja	784906	9968023	2343
Zona Media	787327	9965510	2508
Zona Alta	789373	9962616	2599

#### 3.4.2 Registro de parámetros in situ

En campo se realizaron las mediciones de pH, oxígeno disuelto, temperatura, turbiedad y conductividad haciendo uso de las sondas multiparámetros Mettler Toledo y YSI Pro-30.

### 3.4.3 Análisis de laboratorio

Las muestras fueron enviadas a analizar al laboratorio de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, en donde se aplicaron los métodos especificados en la siguiente tabla:

Tabla 2.

*Métodos utilizados para análisis fisicoquímico del agua*

PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO LABORATORIO OSP-UCE
DBO <sub>5</sub>	MAM-38/APHA 5210 B MODIFICADO
DQO	MAM-23A/MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO
Fósforo Total (P)	MAM-17/APHA 4500-P B y/o C y E MODIFICADO
Nitratos (N-NO <sub>3</sub> )	MAM-43/APHA 4500-NO <sub>3</sub> -B MODIFICADO
Nitritos (N-NO <sub>2</sub> )	MAM 81/COLORIMETRICO HACH 375 MODIFICADO
Sólidos disueltos	MAM-30/APHA 2540 C MODIFICADO
Sólidos suspendidos	MAM-31/APHA 2540 D MODIFICADO
Sólidos volátiles	APHA 2540 E
Índice de Coliformes Fecales	MMI-12/SM 9221-E

## 3.5. Análisis de parámetros biológicos

### 3.5.1 Muestreo de macroinvertebrados bentónicos

El muestreo de macroinvertebrados fue realizado en la época de lluvia (abril y mayo 2019) haciendo uso de una red D-net con malla de 250 micrómetros. Se realizó un muestreo cualitativo multihábitat colocando la red en los diferentes hábitats encontrados en la zona de muestreo, recolectando finalmente una muestra representativa de cada punto zona de estudio. La red D-net es colocada

en posición vertical y a contracorriente durante tres minutos en los cuales se remueve el sustrato aguas arriba utilizando los pies para garantizar que este movimiento transporte a los organismos por la corriente hacia la red (Sermeño C. et al., 2010).

Una vez recolectada la muestra se procedió a su respectiva etiquetación en bolsas plásticas con alcohol al 90% para su posterior separación e identificación de los individuos (Acosta et al., 2009).

### **3.5.2 Identificación de macroinvertebrados bentónicos**

Para la identificación de macroinvertebrados bentónicos se utilizó un estereomicroscopio Olympus CX31 en conjunto con el Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad de ríos andinos (Acosta, 2009) los días 26 y 29 de abril del presente año en el laboratorio de ecotoxicología de la Universidad de las Américas.

### **3.5.3 Cálculo Índice Biológico ABI**

Es un índice de calidad biológica del río basado en macroinvertebrados, el cual asigna una puntuación del 1 al 10 a cada uno de los taxones de macroinvertebrados basado en su tolerancia frente a perturbaciones en el medio (Ríos-Touma, Acosta, & Prat, 2014). Tras la identificación de los organismos se asignó su respectivo valor de acuerdo con lo propuesto por el índice y para su posterior cálculo se realizó una suma de las puntuaciones obtenidas por la presencia de cada familia en cada zona de muestreo.

Tabla 3.

*Rangos del estado de clase ecológica propuestas por el Índice ABI.*

<b>ABI</b>	<b>Ecuador</b>
Muy Bueno	>96
Bueno	59-96
Moderado	35-58
Malo	14-34
Pésimo	<14

Tomado de Acosta et al., 2009, p. 47.

### **3.6. Parámetros hidromorfológicos**

#### **3.6.1 Cálculo del caudal**

Dado que el caudal del río puede condicionar las características fisicoquímicas del agua y el tipo de organismos presentes es necesario medirlo (Acosta et al., 2009) para lo cual se realizó una determinación más exacta de la velocidad haciendo uso de un molinete y con la división de la sección transversal del río en varias franjas de igual ancho en las que se midió la profundidad del agua y se procedió a la toma de datos de velocidad para posteriormente realizar los respectivos cálculos (Hudson, 1997).

#### **3.6.2 Determinación de la calidad del hábitat fluvial**

Para esta valoración se hizo uso del Índice de Hábitat Fluvial (IHF) propuesto por Pardo et al. (2002), cuyo objetivo es caracterizar el estado ecológico evaluando aspectos físicos del cauce de río que permiten la generación de microhábitats en los cuales se desarrollan las diferentes comunidades de macroinvertebrados (Romero, 2017). Este índice evalúa siete parámetros que valoran de manera independiente la presencia de distintos componentes en el cauce fluvial; Inclusión de rápidos/pozos, frecuencia de rápidos, composición del sustrato,

régimen velocidad/profundidad, porcentaje de sombra del cauce, elementos de heterogeneidad y cobertura de vegetación acuática (Pardo et al., 2002).

Haciendo uso de las hojas de campo (Ver anexo 1), se procedió al análisis detallado mediante observación de cada uno de estos parámetros obteniendo así una valoración para cada bloque y finalmente realizar la sumatoria de las puntuaciones obtenidas para cada zona analizada (Pardo et al., 2002).

Tabla 4.

*Rangos de calidad del hábitat fluvial de acuerdo con el índice IHF.*

<b>Rango de calificación</b>	<b>Calificación</b>
≥60	Adecuado
40-60	Con limitaciones
≤40	Limitado

Tomado de Villamarín, Prat y Rieradevall, 2014, p. 1077.

### **3.6.3 Evaluación de la calidad del bosque de ribera**

Se hizo uso del índice de la calidad de la vegetación de ribera Andina (QBR-And), el cual evalúa la estructura y composición de la ribera como factores importantes en el funcionamiento del río (Romero, 2017). Este índice consta de cuatro apartados: Grado de cubierta de la zona de ribera, estructura de la cubierta, calidad de la cubierta y grado de naturalidad del canal fluvial, los cuales recibieron puntuaciones (0, 5, 10 o 25) de acuerdo con el análisis visual realizado en campo dentro de la delimitación previamente establecida con una longitud de 100m. Para obtener la valoración final se realizó la sumatoria de cada uno de los apartados con el fin de determinar la calidad de la vegetación de ribera según los rangos establecidos del índice QBR-And (ver tabla 5) (Guerra, 2018).

Tabla 5.

*Rangos de calidad de la vegetación de ribera según índice QBR-And.*

Nivel de calidad	QBR-And
Vegetación sin alteraciones, calidad muy buena, estado natural.	≥96
Vegetación ligeramente perturbada, calidad buena.	76-96
Inicio de alteración importante, calidad intermedia.	51-75
Alteración fuerte, mala calidad.	26-50
Degradación extrema, calidad pésima.	≤25

Tomado de Acosta et al., 2009, p. 42.

### 3.7. Valoración de la calidad ecológica

El *Ecological Status River Andean* o ECOSTRIAND establecido por Acosta et al., 2009, permite una evaluación rápida de la calidad ecológica del ecosistema río mediante la integración de la información de la estructura y composición de la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua (Andean Biotic Index), análisis de la capacidad del hábitat físico para albergar una fauna determinada (índice de hábitat fluvial) y el estado del sistema ribereño (QBR-And) (Acosta et al., 2009). Con las respectivas puntuaciones obtenidas de estos índices se procedió a determinar el valor cualitativo de la calidad ecológica a partir del índice ECOSTRIAND.

Tabla 6.

*Calidad ecológica determinada a partir del índice ECOSTRIAND.*

ABI	QBR-And		
	>75	45-75	<45
>96	Muy bueno	Bueno	Regular
59-96	Bueno	Regular	Malo
35-58	Regular	Malo	Pésimo
<35	Malo	Pésimo	Pésimo

Adaptado de: (Acosta et al., 2009, p. 46)

### 3.8. Determinación de la percepción de comunidad adyacente

Al ser este un proyecto enfocado en el bienestar de la comunidad y mejoramiento de la calidad ambiental del sector, la perspectiva de sus pobladores e información sobre su realidad y expectativas permite el planteamiento de soluciones a largo plazo que puedan ser implementadas mediante la participación ciudadana y su consecuente empeño a cumplir sus objetivos propuestos. El análisis de la perspectiva ambiental comunitaria se obtuvo mediante la realización de 41 encuestas a los pobladores del sector. La encuesta constó de 15 preguntas cerradas. Una vez recopilada la información necesaria se procedió a la identificación de los principales problemas percibidos por la comunidad y su posterior análisis para la realización del diseño del plan de recuperación para la quebrada estudiada.

Para definir el tamaño de la muestra se utilizaron datos del censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en el año 2010 encontrados en el Plan de Desarrollo Estratégico Parroquial (2012-2025) del Gobierno Local de la parroquia de Alangasí; el tamaño de la muestra se lo calculó de la siguiente manera.

$$n = \frac{k^2 \times p \times q \times N}{(e^2 \times (N - 1)) + k^2 \times p \times q} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

N: es el tamaño de la población o universo.

K: es una constante dependiente del nivel de confianza asignado.

e: es el error muestral deseado.

p: es la proporción de individuos que poseen la característica de estudio.

q: es la proporción de individuos que no poseen esa característica.

n: es el tamaño de la muestra.

$$n = \frac{1.28^2 \times 0.5 \times 0.5 \times 24251}{(0.10^2 \times (24251 - 1)) + 1.28^2 \times 0.5 \times 0.5} \quad (4)$$

$$n = 41 \text{ habitantes}$$

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Vegetación de ribera

#### 4.1.1. Vegetación

La especie *Pennisetum clandestinum* Kunth (kikuyo) estuvo presente en las tres zonas de estudio y en todos los cuadrantes de levantamiento vegetal.

##### 4.1.1.1 Vegetación Zona Baja

En la “Zona Baja” se encontró una riqueza de 11 especies, siendo *Thunbergia alata* Bojer ex Sims (ojos de poeta) la de mayor abundancia (39%), es una especie herbácea, trepadora que se puede considerar como invasora muy agresiva la cual se puede encontrar principalmente a lo largo de corrientes de agua (Thomas, 2003). Dentro de este punto de muestreo se tiene la composición específica detallada a continuación.

Tabla 7.

*Composición específica y clasificación de la vegetación encontrada en la Zona Baja.*

Composición específica		Clasificación
Nombre científico	Nombre común	
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	Gramma	Herbácea
<i>Solanum crinitipes</i> Dunal	Pungal	Arbustiva
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	Kikuyo	Herbácea
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba mora	Arbustiva
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Ojos de poeta	Herbácea

<i>Amaranthus caudatus</i> L.	Sangoracha	Herbácea
<i>Tillandsia complanate</i> Benth.	Guaycundo	Epítfito
<i>Eragrostis nigricans</i> (Kunth)	Milin	Herbácea
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Cola de león	Herbácea
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Zambo	Herbácea
<i>Sapium glandulosum</i> L.	Lechero	Arbustiva

Esta zona del estudio tiene una mayor interferencia antropogénica al encontrarse en las inmediaciones del Complejo Deportivo El Tingo, lo que se ve reflejado en el tipo de vegetación que presenta, siendo mayoritariamente compuesta por especies herbáceas y dentro del Complejo por especies ornamentales de árboles y arbustos. Su riqueza fue la menor de todas las zonas estudiadas; de igual manera la densidad y abundancia de cada una de las especies, presentando una cubierta vegetal mayoritariamente de *Pennisetum clandestinum* Kunth (kikuyo), utilizado como parte de la alimentación de ganado del sector. En el área de estudio se evidenció heces fecales de ganado bovino y caballar al igual que senderos que llegan directamente al cuerpo de agua. Los resultados de abundancia absoluta, abundancia relativa, densidad y clase etaria para la zona se encuentran detallados en la Tabla 8 a continuación.

Tabla 8.

*Resultados Diversidad Alfa Zona Baja*

Área de estudio	Río Ushimana		
Punto de muestro	Zona Baja		
<b>Localización georeferenciada P1</b>	-0.28869	-78.441027	
<b>Localización georeferenciada P2</b>	-0.28855	-78.440982	
<b>Fecha</b>	21 de abril, 2019		
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Densidad (ha)
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	1	2.27272727	0.02272727
<i>Solanum crinitipes</i> Dunal	3	6.82	0.07
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	57%	-	-

<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	3	6.82	0.07
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	17	38.64	0.39
<i>Amaranthus caudatus</i> L.	3	6.82	0.07
<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	3	6.82	0.07
<i>Eragrostis nigricans</i> (Kunth)	2	4.55	0.05
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	4	9.09	0.09
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	2	4.55	0.05
<i>Sapium glandulosum</i> L.	6	13.64	0.14
<b>TOTAL</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>1</b>

Los datos obtenidos de abundancia relativa muestran la proporción existente de una determinada especie dentro del total de individuos de una comunidad. La segunda especie con mayor representatividad dentro de esta zona de muestreo fue *Sapium glandulosum* L. (lechero), especie frecuentemente encontrada entre las primeras plantas invasoras de claros causados por caída de árboles, deslizamientos de tierra o intervención humana, además de la facilidad de su madera para ser utilizada como fuente de combustible o en cercas vivas (Tropical Plants Database, 2019).

#### 4.1.1.2 Vegetación Zona Media

Dentro de esta zona se pudo encontrar un total de 22 especies distintas (riqueza), siendo la especie *Hydrocotyle bonplandii* A. Rich. (urpi papa macho) la cual es una especie típica de zonas húmedas y que en tiempos de sol prolongado tiende a marchitarse con más facilidad que el resto de las especies vegetales (López, 2014). Su abundancia relativa fue 31,36 frente al resto de especies que forman parte de esta comunidad vegetal. El detalle de composición específica se puede observar en la Tabla 9 presentada a continuación.

Tabla 9.

*Composición específica y clasificación de la vegetación encontrada en la Zona Media.*

Composición específica		Clasificación
Nombre científico	Nombre común	
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	Puca fichana	Arbustiva
<i>Duranta triacantha</i> Juss.	Espino chivo	Arbustiva
<i>Berberis hallii</i> Hieron	Chinia	Arbustiva
<i>Cavendishia bracteate</i> Hoerold	Zagalita	Arbustiva
<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	Chulko	Herbácea
<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	Urpi papa macho	Herbácea
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	Gramma	Herbácea
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	Kikuyo	Herbácea
<i>Buddleja bullata</i> Kunth	Quishuar	Arbórea
<i>Mimosa quitensis</i> Benth.	Algarrobo quiteño	Arbórea
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth)	Hierba de cuy	Arbustiva
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Zarcillo	Arbustiva
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla	Arbustiva
<i>Conyza canadensis</i> L.	Crisantemo	Herbácea
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Diente de león	Herbácea
<i>Trifolium spp.</i> L.	Trébol	Herbácea
<i>Gynoxys hallii</i> Hieron	Pikil	Arbustiva
<i>Neonelsonia acuminata</i> (Benth.) J.M. Coult. & Rose ex Drude	Arracacha	Herbácea
<i>Adiantum concinnum</i> Humb	Culantrillo	Helecho
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Eucalipto	Arbórea
<i>Inga silachensis</i>	Guaba	Arbórea
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Helecho	Helecho

Tras el análisis de los datos de composición específica y abundancia, se puede observar que a pesar de que esta zona cuenta con el doble de las encontradas en la Zona Baja, algunas de éstas son especies que han sido introducidas como: el Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), helecho (*Asplenium monanthes* L.), trébol (*Trifolium spp.* L.), diente de león (*Taraxacum officinale* F. H. Wigg.) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Kunth) los cuales tienen una abundancia relativa más alta que de las especies propias del sector.

Tabla 10.

## Resultados de diversidad alfa de la Zona Media

Área de estudio	Río Ushimana		
Punto de muestro	Zona Media		
Localización georeferenciada P1	-0.311931	-78.418767	
Localización georeferenciada P2	-0.11671	-78.418553	
Fecha	21 de abril, 2019		
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Densidad (ha)
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	2	1.69491525	0.01694915
<i>Duranta triacantha</i> Juss.	6	5.08	0.05
<i>Berberis hallii</i> Hieron	1	0.85	0.01
<i>Cavendishia bracteate</i> Hoerold	3	2.54	0.03
<i>Oxalis lotoides</i> Kunth	13	11.02	0.11
<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	37	31.36	0.31
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	9	7.63	0.08
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Chiov.	0.93	-	-
<i>Buddleja bullata</i> Kunth	14	11.86	0.12
<i>Mimosa quitensis</i> Benth.	1	0.85	0.01
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth)	1	0.85	0.01
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	1	0.84745763	0.00847458
<i>Sida rhombifolia</i> L.	9	7.62711864	0.07627119
<i>Conyza canadensis</i> L.	1	0.84745763	0.00847458
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	1	0.84745763	0.00847458
<i>Trifolium spp.</i> L.	2	1.69491525	0.01694915
<i>Gynoxys hallii</i> Hieron	11	9.3220339	0.09322034
<i>Neonelsonia acuminata</i> (Benth.) J.M.	3	2.54237288	0.02542373
<i>Adiantum concinnum</i> Humb	1	0.84745763	0.00847458
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	5	4.23728814	0.04237288
<i>Inga silachensis</i>	1	0.84745763	0.00847458
<i>Asplenium monanthes</i> L.	2	1.69491525	0.01694915
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	100	1

La representatividad de las especies introducidas en esta zona del estudio muestra por una parte la influencia que tiene la población cercana (parroquia Alangasi) con el tipo de especies que puede ser encontrado, de igual manera se puede observar una disminución en la cantidad de especies nativas debido a la mayor concentración de actividades económicas y culturales del sector que

influyen en la distribución de las especies vegetales, así como en la fauna y estado de conservación de la ribera.

#### 4.1.1.3 Vegetación Zona Alta

Esta zona, al encontrarse en la parte accesible representativa más alta del río Ushimana posee características ecológicas menos influenciadas por las actividades humanas, pudiéndose denotar una riqueza de 23 especies. Al ser la parte más alta, se puede identificar una mayor cantidad de especies vegetales nativas comunes asociadas a las riberas y quebradas de Quito (Oleas et al., 2016), además de contar con una menor influencia antrópica por ser un sector con menor población y más alejado de la urbe. Siendo este el caso, la composición específica vegetal de esta zona se puede ver identificada en la Tabla 11 presentada a continuación.

Tabla 11.

*Composición específica y clasificación de la vegetación encontrada en la Zona Alta.*

Composición específica		Clasificación
Nombre científico	Nombre común	
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Cedrillo	Arbórea
<i>Baccharis latifolia</i> Pers.	Chilca	Arbustiva
<i>Rubus adenotrichos</i> Schlttdl.	Mora silvestre	Arbustiva
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Lengua de vaca	Herbácea
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fréjol	Herbácea
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	Gramma	Herbácea
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth)	Hierba de cuy	Herbácea
<i>Eragrostis nigricans</i> Kunth	Milín	Herbácea
<i>Viguiera quitensis</i> (Benth.) S. F. Blake	Pequeña Flor-Sol	Herbácea
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Callanayuyo	Herbácea
<i>Veronica persica</i> Poir	Verónica	Herbácea
<i>Asteraceae Bercht. &amp; J.</i>	Tarabo	Herbácea

<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Kikuyo	Herbácea
<i>Bidens andicola</i> L.	Ñiachag	Herbácea
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Helecho	Helecho
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Helecho costilla	Helecho
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	Yanaquero	Arbórea
<i>Lochroma fuchsoides</i> Kunth	Sacha pepino	Arbustiva
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Zarcillo	Arbustiva
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Alcancel	Arbustiva
<i>Cyperus odoratu</i> L.	Cortadera	Herbácea
<i>Calceolaria crenata</i> Lam.	Zapatito	Herbácea
<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth	Lechango	Enredadera

Dada la ubicación de esta zona, la accesibilidad a los puntos de muestreo se vio entorpecida por la lotización privada de grandes terrenos, su lejanía de la urbe y la pendiente que presentan las quebradas que forman parte esta microcuenca. Como consecuencia de la pendiente, la composición específica de esta zona está mayoritariamente comprendida por especies herbáceas y arbustivas distribuidas aleatoriamente dentro del transecto estudiado.

Tabla 12.

Resultados de diversidad alfa de la Zona Alta

Área de estudio	Río Ushimana		
Punto de muestro	Zona Alta		
Localización georeferenciada P1	-0.337232		-78.400745
Localización georeferenciada P2	-0.337551		-78.400218
Fecha	21 de abril, 2019		
Nombre científico	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Densidad (ha)
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	4	2.58064516	0.02580645
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	10	6.4516129	0.06451613
<i>Rubus adenotrichos</i> Schltl.	5	3.22580645	0.03225806
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	6	3.87096774	0.03870968
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	4	2.58064516	0.02580645
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	23	14.8387097	0.1483871
<i>Ageratina pichinchensis</i> (Kunth)	10	6.4516129	0.06451613

<i>Eragrostis nigricans</i> Kunth	12	7.74193548	0.07741935
<i>Viguiera quitensis</i> (Benth.) S. F. Blake	6	3.87096774	0.03870968
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	10	6.4516129	0.06451613
<i>Veronica persica</i> Poir	7	4.51612903	0.04516129
Asteraceae Bercht. & J.	6	3.87096774	0.03870968
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	23%	-	-
<i>Bidens andicola</i> L.	6	3.87096774	0.03870968
<i>Asplenium monanthes</i> L.	9	5.80645161	0.05806452
<i>Blechnum occidentale</i> L.	10	6.4516129	0.06451613
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	2	1.29032258	0.01290323
<i>Lochroma fuhsiioides</i> Kunth	3	1.93548387	0.01935484
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	3	1.93548387	0.01935484
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	4	2.58064516	0.02580645
<i>Cyperus odoratus</i> L.	7	4.51612903	0.04516129
<i>Calceolaria crenata</i> Lam.	5	3.22580645	0.03225806
<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth	3	1.93548387	0.01935484
<b>TOTAL</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>1</b>

Es posible evidenciar la proporción que mantiene esta comunidad vegetal al considerar los datos obtenidos de abundancia relativa los cuales guardan equidad a excepción de la especie *Paspalum candidum* Kunth, la cual se encuentra presente en todos los puntos de muestreo a lo largo del río Ushimana como parte de las hierbas comunes de los ríos de Quito.

#### 4.1.1.4 Especies vegetales encontradas en las zonas estudiadas

En la tabla a continuación se detallan los nombres de las especies vegetales encontradas dentro de las 3 zonas estudiadas, pudiéndose observar que únicamente 2 especies pueden ser encontradas en toda el área de estudio; *Paspalum candidum* Kunth (grama) y *Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov. (kikuyo), herbáceas ambas de la familia Poaceae, que se encuentra en un rango altitudinal que va de los 500 hasta los 3000 msnm. La grama (*Paspalum candidum* Kunth) es una hierba nativa común con pocas hojas e inflorescencia terminal sin un uso registrado, sin embargo, el kikuyo (*Pennisetum*

*clandestinum* Hochst. ex Chiov.) se encuentra clasificado como una planta introducida de fácil dispersión y usualmente es cultivada como forraje para jardinería (Oleas et al, 2016).

Por otra parte, *Eragrostis nigricans* Kunth fue observada en la Zona Baja y Zona Alta; las especies *Ageratina pichinchensis* Kunth (hierba de cuy), *Fuchsia loxensis* Kunth (zarcillo) y *Asplenium monanthes* L. (helecho) fueron encontradas en Zona Media y Zona Alta.

La totalidad de especies encontradas (riqueza) es 48 de las cuales 8 especies son únicas para la Zona Baja, 17 especies únicas en la Zona Media y 17 especies en la Zona Alta representadas mayoritariamente por herbáceas.

Tabla 13.

*Presencia de especies vegetales encontradas en las zonas de estudio.*

Nombre científico	Nombre común	PRESENCIA		
		Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
<i>Paspalum candidum</i> Kunth	Gramma	X	X	X
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	Kikuyo	X	X	X
<i>Eragrostis nigricans</i> Kunth	Milin	X		X
<i>Ageratina pichinchensis</i> Kunth	Hierba de cuy		X	X
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth	Zarcillo		X	X
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Helecho		X	X
<i>Solanum crinitipes</i> Dunal	Pungal	X		
<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	Hierba mora	X		
<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims	Ojos de poeta	X		
<i>Amaranthus caudatus</i> L.	Sangoracha	X		
<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	Guaycundo	X		
<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.	Cola de león	X		
<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché	Zambo	X		
<i>Sapium glandulosum</i> L.	Lechero	X		
<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana	Puca fichana		X	
<i>Duranta triacantha</i> Juss.	Espino chivo		X	

<i>Berberis hallii</i> Hieron	Chinia		X	
<i>Cavendishia bracteata</i> Hoerold	Zagalita		X	
<i>Oxalis lotooides</i> Kunth	Chulko		X	
<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	Urpi papa macho		X	
<i>Buddleja bullata</i> Kunth	Quishuar		X	
<i>Mimosa quitensis</i> Benth.	Algarrobo quiteño		X	
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Escobilla		X	
<i>Conyza canadensis</i> L.	Crisantemo		X	
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	Diente de león		X	
<i>Trifolium spp.</i> L.	Trébol		X	
<i>Gynoxys hallii</i> Hieron	Pikil		X	
<i>Neonelsonia acuminata</i> (Benth.)	Arracacha		X	
<i>Adiantum concinnum</i> Humb	Culantrillo		X	
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	Eucalipto		X	
<i>Inga silachensis</i>	Guaba		X	
<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth	Cedrillo			X
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Chilca			X
<i>Rubus adenotrichos</i> Schltldl	Mora silvestre			X
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Lengua de vaca			X
<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Fréjol			X
<i>Viguiera quitensis</i> (Benth.)	Pequeña Flor-Sol			X
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	Callanayuyo			X
<i>Veronica persica</i> Poir	Verónica			X
Asteraceae Bercht. & J.	Tarabo			X
<i>Bidens andicola</i> L.	Ñiachag			X
<i>Blechnum occidentale</i> L.	Helecho costilla			X
<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth	Yanaquero			X
<i>lochroma fuhsioides</i> Kunth	Sacha pepino			X
<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	Alcancel			X
<i>Cyperus odorotus</i> L.	Cortadera			X
<i>Calceolaria crenata</i> Lam	Zapatito			X
<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth	Lechango			X

#### 4.1.2 Índices de diversidad ecológica

Los resultados del índice de Margalef se encuentran a continuación en la Tabla 14:

Tabla 14.

*Resultados Índice de Margalef*

Índice de Margalef			
Fórmula	Resultados		
	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
$R = \frac{S-1}{\ln(n)}$	2.64	3.98	4.36

Teniendo en cuenta los valores obtenidos de este índice para las 3 zonas de estudio se determinó la existencia de una diversidad media, sin embargo, los valores disminuyen conforme el cauce del río experimenta más alteraciones. Así, la zona baja es la que presenta menos riqueza total de especies y un menor resultado en este índice pudiéndose denotar su más baja diversidad.

La heterogeneidad de la comunidad vegetal para cada zona de estudio se encuentra presentada a continuación, resultado de la aplicación del índice de Shannon – Wiener.

Tabla 15.

*Resultados Índice de Shannon-Wiener*

Índice de Shannon - Wiener			
Fórmula	Resultados		
	Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
$H' = \sum_{i=1}^S \left(\frac{ni}{N}\right) \ln \left(\frac{ni}{N}\right)$	0.18	3.57	4.22

En la Tabla 15 se observa que el valor más bajo es de la Zona Baja (0,18), mostrando de esta manera una menor biodiversidad en el área principalmente causado por la presencia de áreas turísticas, culturales, industriales, domésticas y de recreación, lo que ha disminuido drásticamente el desarrollo natural del ecosistema al encontrarse fuertemente bajo presión antrópica y expuesto a trabajos de jardinería al encontrarse cerca el Complejo Deportivo El Tingo.

Los resultados obtenidos en la medición de la similitud existente entre dos puntos de muestreo utilizando el coeficiente de similitud de Jaccard se encuentran a continuación:

Tabla 16.

*Resultados Coeficiente de Similitud de Jaccard*

<b>Coeficiente de Similitud de Jaccard</b>			
<b>Fórmula</b>	<b>Resultados</b>		
$I_j = \frac{c}{(a + b - c)}$	Zona Baja & Zona Media	Zona Baja & Zona Alta	Zona Media & Zona Alta
	0.0689	0.0968	0.1622

La similitud de especies se atribuye a la distribución uniforme de distintos ecosistemas y como consecuencia, no todas las especies pueden realizar flujo génico o se encuentran restringidas a un tipo de ecosistema (López, 2014).

Con los resultados obtenidos se concluye que la similitud de comunidades vegetales entre las 3 zonas de estudio es extremadamente baja, esto se debe principalmente a la altitud a la que se encuentra cada zona y los niveles de contaminación a los que se encuentran expuestas las plantas en cada área de este estudio.

## 4.2. Resultados fisicoquímicos del agua

### 4.2.1 Caudal

Como parte de las mediciones realizadas se obtuvieron los datos de caudal para cada una de las zonas de estudio con la finalidad de observar el comportamiento del cauce y la existencia de aportes de aguas residuales domésticas e industriales. De igual manera se pudo observar el aumento del caudal del río gracias a los aportes hídricos de las quebradas y quebradillas que lo alimentan hasta llegar a la Zona Baja del presente estudio. A continuación, se presentan los caudales obtenidos en las 3 zonas de muestreo:

Tabla 17.

*Caudal Zona Baja*

<b>Cálculo del caudal Zona Baja</b>				
<b>Ancho total:</b>			6.7m	
<b>Distancia entre secciones:</b>			1.34m	
<b>Sección</b>	<b>Velocidad media (m/s)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.1	0.45	0.5695	0.05695
2	0.7	0.5	0.6365	0.44555
3	0.8	0.45	0.6365	0.5092
4	0.4	0.3	0.5025	0.201
5	0.1	0.2	0.335	0.0335
<b>TOTAL</b>				<b>1.2462</b>

Tabla 18.

*Caudal Zona Media*

<b>Cálculo del caudal Zona Media</b>				
<b>Ancho total:</b>			5.38m	
<b>Distancia entre secciones:</b>			1.79m	
<b>Sección</b>	<b>Velocidad media (m/s)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>

1	0.1	0.05	0.31325	0.031325
2	0.5	0.3	0.537	0.2685
3	0.9	0.3	0.537	0.4833
4	0.1	0.05	0.31325	0.031325
TOTAL				<b>0.81445</b>

Tabla 19.

*Caudal Zona Alta*

<b>Cálculo del caudal Zona Alta</b>				
<b>Ancho total:</b>			3.02m	
<b>Distancia entre secciones:</b>			1.006m	
<b>Sección</b>	<b>Velocidad media (m/s)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Caudal (m<sup>3</sup>/s)</b>
1	0.1	0.01	0.15593	0.015593
2	0.1	0.3	0.3018	0.03018
3	0.2	0.3	0.3018	0.06036
4	0.1	0.01	0.15593	0.015593
TOTAL				<b>0.121726</b>

La diferencia de caudal entre la Zona Alta y Zona Baja es de 1.12 m<sup>3</sup>/s, esto se nota principalmente por la ubicación de los puntos de muestreo dado que la Zona Alta el río comienza a formarse a comparación con la Zona Baja en la cual ya existen aportes de las quebradas, quebradillas y riachuelos que forman parte de la microcuenca de la Quebrada Huaitajucho.

#### **4.2.2 Resultados fisicoquímicos**

Los resultados de las mediciones realizadas en campo 24 de abril del presente año y en laboratorio se presentan en la tabla 20 con su posterior análisis.

Tabla 20.

*Resultados análisis de parámetros fisicoquímicos*

	PARÁMETROS	EXPRESADO	UNIDADES	ZONA BAJA	ZONA MEDIA	ZONA ALTA
<b>FISICOS</b>	Caudal	Q	m <sup>3</sup> /s	1.246	0.814	0.122
	Temperatura	T	°C	16,16	15,32	14,69
	Turbidez	-	FNU	54,9	33,7	22,8
	Sólidos disueltos totales	SDT	mg/L	328	260	280
	Sólidos suspendidos totales	SST	mg/L	34	<8	38
	Sólidos volátiles totales	SVT	mg/L	203	143	152
<b>QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS</b>	Conductividad	Cond	PSU	0,14	0,12	0,12
	Potencial hidrógeno	pH	-	7,85	7,57	7,15
	Oxígeno disuelto	OD	%	64,4	81,5	109,1
	Demanda bioquímica de oxígeno	DBO	mgO <sub>2</sub> /L	<5	<5	<5
	Demanda química de oxígeno	DQO	mgO <sub>2</sub> /L	<8	<8	<8
	Nitritos	NO <sub>2</sub> -N	mg/L	0,112	0,116	0,355
	Nitratos	NO <sub>3</sub> -N	mg/L	1,5	1,7	4,5
	Fósforo total	(PO <sub>4</sub> )-3	mg/L	4,5	3,0	6,7
	Índice de coliformes fecales	CF	NMP/100 ml	1.7x10 <sup>4</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>	1.3x10 <sup>3</sup>

Se observa que los parámetros fisicoquímicos presentan variaciones para las 3 zonas de muestreo, esto es principalmente atribuido a la presencia de actividades antrópicas y la inclusión de aguas residuales al cauce principal del río.

Los valores de los parámetros pH y temperatura son similares para las 3 zonas, únicamente se ven afectados por la altura a la que se encuentra cada punto de muestreo. El valor de oxígeno disuelto (64,4%) obtenido para la Zona Baja se encuentra por debajo del límite establecido (80%) para preservación de flora y

fauna en agua fría dulces en la Normativa Nacional Vigente (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, 2015).

En campo fue evidenciado la presencia de rocas grandes en la Zona Alta, lo que contribuye a la aireación del cuerpo hídrico y proporciona distintos tipos de hábitat para las comunidades de macroinvertebrados. Por otra parte, se nota una menor concentración de fósforo en la Zona Media al ésta encontrarse en una zona con mayor dificultad de acceso por lo que no se evidencia la existencia de descargas domésticas al río.

Se observa el aumento de turbidez, indicativo de una falta de penetración de la luz natural que a su vez influye en la flora y fauna subacuática (Aznar, 2000) además de disminución de la fotosíntesis y oxígeno disuelto, causado por partículas suspendidas y materia orgánica (Silva Haun, 2015); el aumento de turbidez y sólidos totales corresponden a un nivel adecuado de presencia de iones. Los resultados para el agua de la Zona Baja son principalmente causados por las actividades a las que se ve expuesto el cauce (ganadería y agricultura), al igual que por las descargas de alcantarillado de aguas residuales domésticas e industriales aportadas por el arrastre de las principales quebradas de la microcuenca y escorrentía superficial. La acumulación de basura y de excrementos de ganado en los márgenes del cuerpo hídrico es atribuido a los vertidos continuos de los establecimientos y residencias de la zona además de los residuos sólidos generados dentro del Complejo Deportivo El Tingo, esto se puede ver reflejado en el aumento de todos los parámetros físicos para esta zona.

La disponibilidad de oxígeno se relaciona con la temperatura y altitud (Romero, 2017), esto a su vez se ve reflejado en la capacidad para mantener comunidades acuáticas y en la concentración de contaminación orgánica e inorgánica presente en el cuerpo hídrico.

### 4.3. Calidad ecológica

#### 4.3.1 Calidad biológica del río

Se contabilizó un total de 522 individuos distribuidos en las 3 zonas de muestreo; 36 en la Zona Baja, 412 en la Zona Media y 74 en la Zona Alta. Se registran 5 clases, 9 órdenes y 18 familias.

Tabla 21.

*Resultados ABI*

Índice Biótico Andino (ABI)		
Zona Baja	Zona Media	Zona Alta
28	30	46
Malo	Malo	Moderado

Con los resultados obtenidos de la valoración del Índice Biótico Andino (ABI) en las 3 zonas de estudio se determinó que la calidad de la Zona Baja y Media es “Mala” (14 - 34), en estas zonas se encuentran familias muy tolerantes a la contaminación (*Chironomidae*, *Muscidae*, *Hyalellidae*, *Syrphidae*), indicadores de aguas muy contaminadas y con abundante materia orgánica en descomposición (Encalada, 2011); la calidad de la Zona Alta se puede inferir como “Moderado” (35 – 58) a pesar de la presencia de familias indicadoras de aguas oligotróficas (*Simuliidae*, *Dolichopodidae*). La composición trófica para cada una de las zonas estudiadas se encuentra a continuación:

Tabla 22.

*Composición trófica Zona Baja*

Área de estudio	Río Ushimana		Riqueza
Punto de muestro	Zona Baja		
	784906	9968023	8

<b>Localización georeferenciada</b>					
<b>Fecha</b>		24 de abril, 2019			
<b>DATOS</b>					
<b>Composición trófica</b>				<b>Abundancia absoluta</b>	<b>Puntaje ABI</b>
<b>Familia</b>	<b>Phylum</b>	<b>Clase</b>	<b>Orden</b>		
<i>Planariidae</i>	<i>Platyhelminthes</i>	<i>Turbellaria</i>	<i>Tricladida</i>	5	5
<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	11	4
<i>Naucoridae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Hemiptera</i>	1	5
<i>Planariidae</i>	<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	2	1
<i>Simuliidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	6	5
<i>Chironomidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	5	2
<i>Muscidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	2
<i>Dolichopodidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	4
TOTAL				36	28

Tabla 23.

*Composición trófica Zona Media*

<b>Área de estudio</b>	Río Ushimana		<b>Riqueza</b>		
<b>Punto de muestro</b>	Zona Media				
<b>Localización georeferenciada</b>	787327	9965510	9		
<b>Fecha</b>	24 de abril, 2019				
<b>DATOS</b>					
<b>Composición trófica</b>			<b>Abundancia absoluta</b>	<b>Puntaje ABI</b>	
<b>Familia</b>	<b>Phylum</b>	<b>Clase</b>			<b>Orden</b>
<i>Hyaellidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Malacostraca</i>	<i>Amphipoda</i>	4	6
<i>Simuliidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	361	5
<i>Syrphidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	1
<i>Ceratopogonidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	4	4
<i>Dolichopodidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	1	4

<i>Baetidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	4	4
<i>Planariidae</i>	<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	5	1
<i>Physidae</i>	<i>Mollusca</i>	<i>Gasteropoda</i>	<i>Basommatophora</i>	1	3
<i>Ephydriidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	29	2
TOTAL				412	30

Tabla 24.

## Composición trófica Zona Alta

Área de estudio		Río Ushimana		Riqueza	
Punto de muestro		Zona Alta			
Localización georeferenciada		789373	9962616	12	
Fecha		24 de abril, 2019			
DATOS					
Composición trófica				Abundancia absoluta	Puntaje ABI
Familia	Phylum	Clase	Orden		
<i>Baetidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Ephemeroptera</i>	6	4
<i>Hyalellidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Malacostraca</i>	<i>Amphipoda</i>	2	6
<i>Muscidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	2
<i>Stratiomyidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	4
<i>Simuliidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	3	5
<i>Coenagrionidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Odonata</i>	3	6
<i>Staphylinidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Coleoptera</i>	1	3
<i>Dolichopodidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	2	4
<i>Planariidae</i>	<i>Annelida</i>	<i>Oligochaeta</i>	<i>Haplotaxida</i>	9	1
<i>Syrphidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	32	1
<i>Limoniidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Diptera</i>	9	4
<i>Aeshnidae</i>	<i>Arthropoda</i>	<i>Insecta</i>	<i>Odonata</i>	1	6
TOTAL				74	46

Haciendo uso del índice de diversidad de Shannon, es posible determinar que la zona con mayor diversidad es la Zona Alta (2,76), la Zona Media (0,80) disminuye en diversidad al encontrarse al inicio de una alteración fuerte y, la Zona Baja (0,15) cuenta con una diversidad muy baja de macroinvertebrados bentónicos. Dado que los factores físicos, químicos y biológicos establecen una relación directa con la estructura de una comunidad específica de macroinvertebrados bénticos (Soria, 2016), es importante recalcar que las diferencias entre composición y abundancia de macroinvertebrados se ve influenciada por el estrés ambiental y grado de contaminación de cada área estudiada.

#### 4.3.2 Calidad del hábitat fluvial

Los resultados obtenidos tras la aplicación del Índice de Hábitat Fluvial se muestran en la tabla 25; la puntuación final para Zona Baja y Zona Media las califica como “con limitaciones”, mientras que la Zona Alta se encuentra calificada como “adecuada”.

Tabla 25.

*Resultados Índice de Hábitat Fluvial*

PARÁMETROS IHF		ZONA BAJA	ZONA MEDIA	ZONA ALTA
1	Inclusión rápidos	5	5	5
2	Frecuencia de rápidos	6	6	4
3	Composición del sustrato	14	14	17
4	Regímenes de velocidad / profundidad	8	4	6
5	Porcentaje de sombra en el cauce	3	10	10
6	Elementos heterogeneidad	6	8	6
7	Cobertura de vegetación acuática	5	5	20
PUNTUACIÓN FINAL		47	52	68
RESULTADO		Regular	Regular	Regular

El apartado con una mayor representatividad es *Composición del sustrato* debido a que el tipo de sustrato encontrado en las zonas de muestreo estaba

conformado principalmente por arena, grava, cantos y rocas, lo que permite la existencia de diversos hábitats (Romero, 2017).

El puntaje con mayor impacto a la puntuación final del IHF para la Zona Baja es *Porcentaje de sombra en el cauce*, reflejo de la menor riqueza de especies vegetales y la menor abundancia de estas causando de esta manera una menor presencia de microhábitats.

#### 4.3.3 Calidad del bosque de ribera

Los resultados obtenidos tras la aplicación del Índice de la calidad del bosque de ribera andina (QBR-And) se muestran en la tabla 26:

Tabla 26.

*Resultados QBR-And*

QBR-And ZONA BAJA		ZONA BAJA	ZONA MEDIA	ZONA ALTA
1	Grado de cubierta de la zona de ribera	0	25	25
2	Estructura de la cubierta	0	10	15
3	Calidad de la cubierta	10	10	15
4	Grado de naturalidad del canal fluvial	20	25	25
PUNTUACIÓN FINAL		30	70	80

Dada la puntuación obtenida para la Zona Baja, esta es clasificada como **“Alteración fuerte, mala calidad”** afectada principalmente por su escasa cubierta vegetal, baja presencia de especies nativas, una mayor cantidad de especies invasores e introducidas producto de la presencia de actividades antrópicas del sector.

La Zona Media se clasifica como **“Inicio de alteración importante, calidad intermedia”**, en la cual existe un recubrimiento de árboles menor al 50% y de

estos la mayoría son especies invasoras (*Eucalyptus globulus*), además este tramo del río ya cuenta con un mayor aporte de contaminantes (tabla 20) y una mayor concentración de residuos sólidos acumulados.

La Zona Alta se clasifica como “Bosque ligeramente perturbado, calidad buena”. Presenta una mayor riqueza de especies vegetales, una mayor abundancia de especies nativas, menor impacto antrópico y una mayor naturalidad del canal fluvial. De igual manera, los resultados obtenidos en este índice son congruentes con los obtenidos previamente y los resultados de parámetros fisicoquímicos del agua analizada.

#### 4.3.4 Calidad ecológica

Basado en los resultados obtenidos previamente para el Índice Biótico Andino (ABI) y Calidad de Bosque de Ribera Andina (QBR-And) se realiza la evaluación de la calidad ecológica de las 3 zonas de estudio obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 27.

*Calidad ecológica de la Zona Baja*

ABI	QBR-And		
	>75	45-75	<45
>96	Muy bueno	Bueno	Regular
59-96	Bueno	Regular	Malo
35-58	Regular	Malo	Pésimo
<35	Malo	Pésimo	<b>Pésimo</b>

La mayor concentración de contaminantes en el agua, la baja capacidad de generar microhábitats para el desarrollo de comunidades de macroinvertebrados y la mayor presencia de especies vegetales invasoras aportan al resultado “pésimo” obtenido en esta zona tras la evaluación de la calidad ecológica.

Tabla 28.

*Calidad ecológica de la Zona Media*

ABI	QBR-And		
	>75	45-75	<45
>96	Muy bueno	Bueno	Regular
59-96	Bueno	Regular	Malo
35-58	Regular	Malo	Pésimo
<35	Malo	Pésimo	Pésimo

A pesar de su mayor riqueza vegetal, en esta zona se puede evidenciar la presencia de especies introducidas y una mayor concentración de residuos sólidos acumulados que limitan la capacidad ecológica de esta zona; aunque cuenta con una clasificación de “calidad intermedia”, los macroinvertebrados y resultados fisicoquímicos del agua de esta zona muestran el inicio de una alteración importante y una mayor concentración de contaminantes.

Tabla 29.

*Calidad ecológica de la Zona Alta*

ABI	QBR-And		
	>75	45-75	<45
>96	Muy bueno	Bueno	Regular
59-96	Bueno	Regular	Malo
35-58	Regular	Malo	Pésimo
<35	Malo	Pésimo	Pésimo

Teniendo en cuenta la ubicación del punto de muestreo de la Zona Alta y en base al análisis previamente realizado de cada uno de los parámetros medidos, se observa como resultado final de la aplicación del ECOSTRIAND que esta zona se encuentra en un estado “regular” principalmente por los aportes de contaminación derivados de actividades agrícolas y ganaderas del sector, haciendo que desde el punto más alto del río Ushimana este vaya degradando

su calidad ecológica conforme se ve gradualmente más expuesto a influencia antrópica.

#### 4.4. Percepción de la comunidad adyacente

Este trabajo pretende la mejora ambiental de la quebrada, que apoye el desarrollo sostenible de la comunidad, por lo tanto, es importante conocer la perspectiva general de la población. Ya que gran parte del trabajo que para recuperar la quebrada será responsabilidad de los pobladores; de esta manera, las encuestas fueron realizadas en las inmediaciones del Complejo Deportivo El Tingo, domicilios y establecimientos comerciales más cercanos a la quebrada y comerciantes del sector, en la Zona Baja del área de estudio. Los resultados se presentan a continuación:

##### 1. ¿Hace cuánto tiempo vive usted en este sector?

41 respuestas

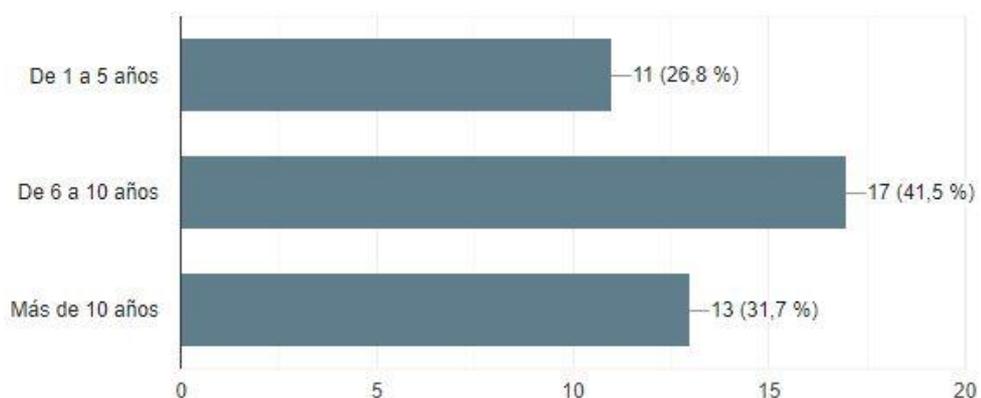


Figura 3. Resultado pregunta 1 encuestas a la población

El mayor porcentaje de la población encuestada ha vivido en el sector de 6 a 10 años; 31,7% habita más de 10 años mientras que solo el 26,8% habita 5 o menos tiempo. Se nota una población con una estadía alta y marcadas costumbres.

## 2. ¿Dispone de alcantarillado y agua potable?

41 respuestas

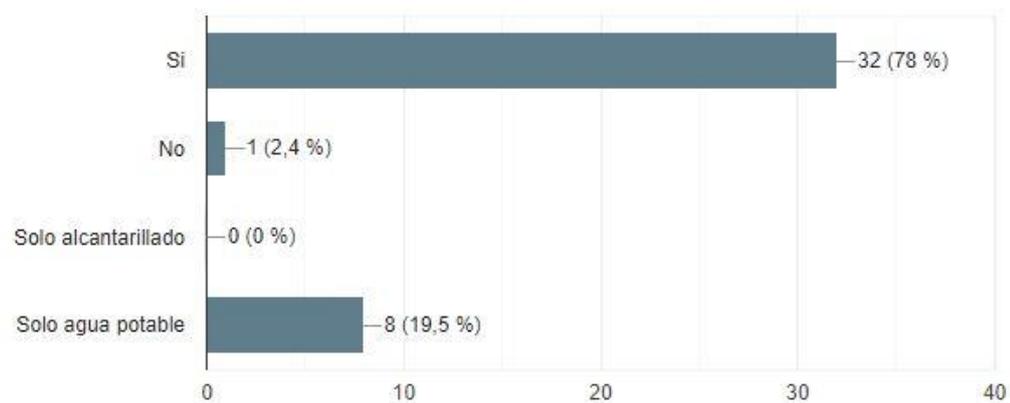


Figura 4. Resultados pregunta 2 encuestas a la población

El 78% de encuestados cuenta con servicio de agua potable y alcantarillado, el 19,5% solo dispone de agua potable y finalmente, apenas un 2,4% señala que no posee ninguno de estos servicios básicos provocando consecuentemente descargas de aguas residuales directamente al cuerpo hídrico.

## 3. ¿Conoce usted sobre la existencia de un río que cruza por el Complejo Deportivo El Tingo?

41 respuestas

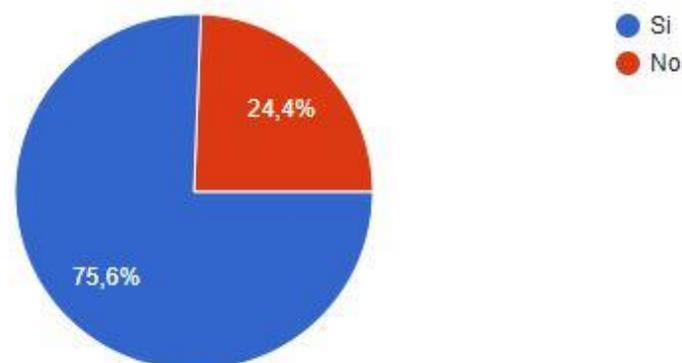


Figura 5. Resultados pregunta 3 encuestas a la población

A pesar de la cercanía de la población con el río Ushimana, casi un 25% de los encuestados desconocía la existencia de este o desconocía su nombre, resaltando así la falta de atención que recibe este cuerpo hídrico, De ahí la necesidad de socializar los resultados obtenidos durante este estudio, recalcando su importancia ecológica y los beneficios sociales que representa tener un río limpio.

#### 4. Considera usted que el río

41 respuestas

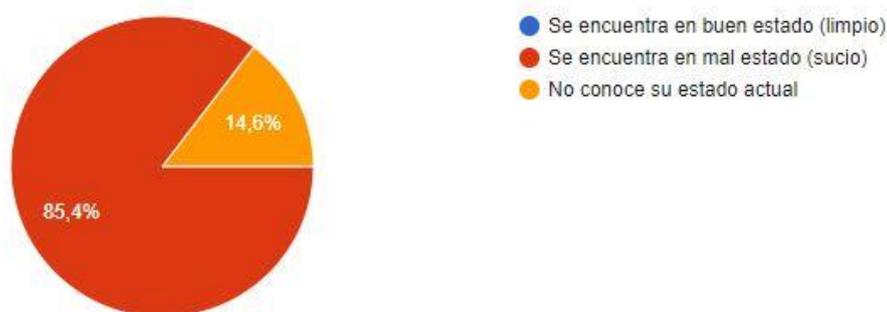


Figura 6. Resultados pregunta 4 encuestas a la población

El 85,4% (porcentaje alto) considera que el cuerpo hídrico se encuentra en mal estado (sucio), consecuentemente, ninguna persona considera el estado actual del río como "limpio" y solo el 14,6% de los encuestados desconoce su estado actual, sin embargo, su opinión se ve influenciada por su apreciación de las actividades del sector, siendo estas: comerciales, el balneario El Tingo y residenciales que aportan a la generación de residuos sólidos del sector en general.

## 5. Para usted, el río es importante para este sector porque:

41 respuestas

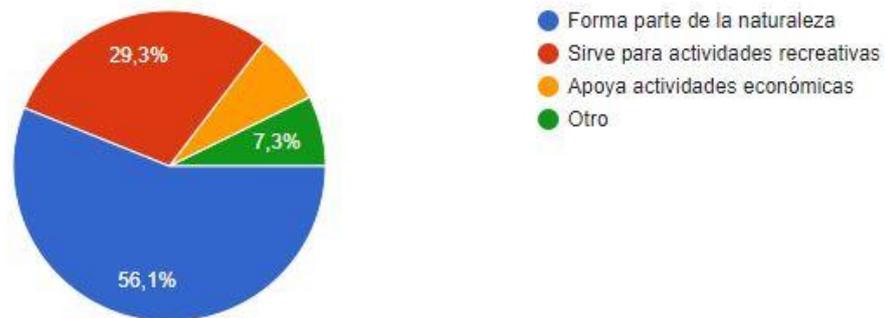


Figura 7. Resultados pregunta 5 encuestas a la población

Con el 56,1%, la mayor parte de los encuestados considera que el río forma parte de la naturaleza y debería ser cuidado para un mejor aprovechamiento de generaciones futuras y para un mayor bienestar al momento de realizar actividades recreativas. El 29,3% considera que el río solo sirve para actividades recreativas y no le da mayor importancia por su falta de influencia directa en su vida cotidiana.

## 6. ¿Considera usted necesario un espacio de recreación limpio y sin malos olores?

41 respuestas

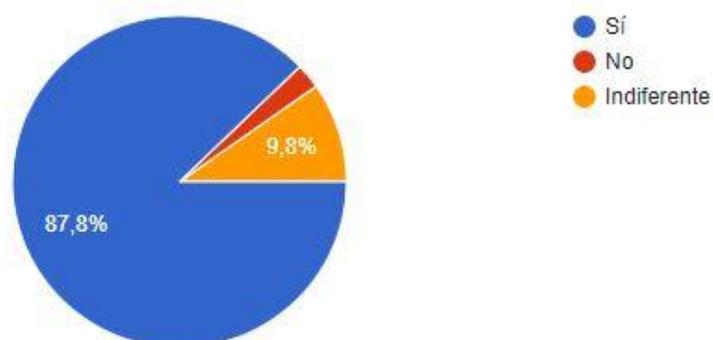


Figura 8. Resultados pregunta 6 encuestas a la población

En este caso, la necesidad de un espacio de recreación limpio y sin malos olores es de gran importancia para el desarrollo económico, cultural y social de los pobladores, pudiéndose observar que el 87,8% si considera necesario esto que un porcentaje menor (9,8%) es indiferente debido a que no hace uso de las instalaciones cercanas al río.

### 7. ¿Qué tipo de actividades realiza usted usualmente dentro del Complejo Deportivo El Tingo?

41 respuestas

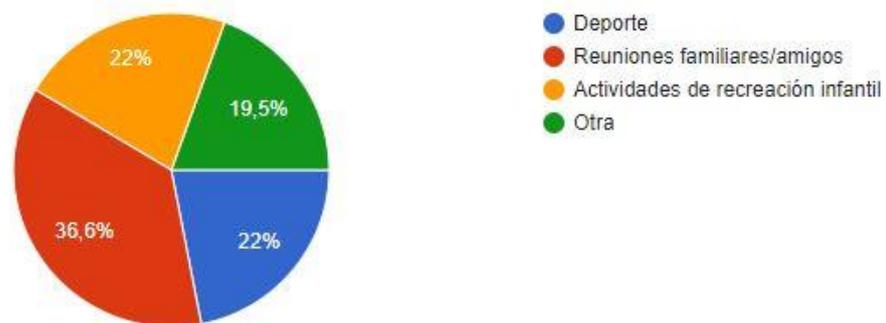


Figura 9. Resultados pregunta 7 encuestas a la población

La variedad de actividades realizadas dentro del Complejo Deportivo El Tingo y en sus inmediaciones le brinda carácter de necesario al cuidado ambiental con enfoque a las necesidades de la población, observándose que el 36,6% de sus usuarios lo utilizan para actividades sociales, un 22% para actividades deportivas y de recreación mientras que la mayoría de los encuestados cuya actividad dentro de este espacio fue descrita como “otra” utilizan esta área para circular hacia zonas residenciales o comerciales.

## 8. ¿Con qué frecuencia hace usted uso de las instalaciones del Complejo Deportivo El Tingo?

41 respuestas

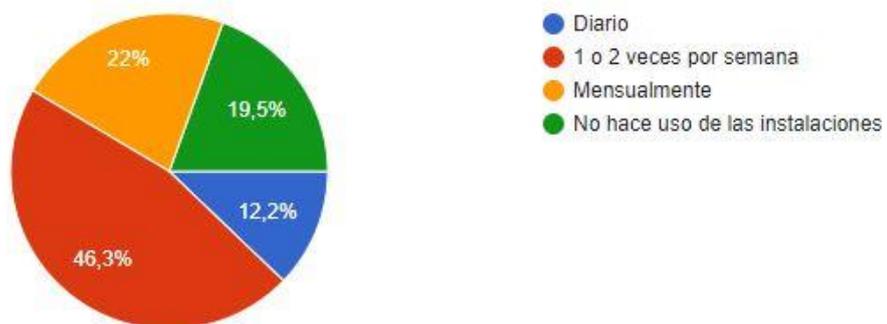


Figura 10. Resultados pregunta 8 encuestas a la población

Con 46,3% se observa un mayor uso de las instalaciones 1 o 2 veces por semana, 22% visita el lugar mensualmente, 19,5% no hace uso de las instalaciones y solo el 12,2% lo visita diario para las actividades previamente descritas.

Cabe recalcar que las instalaciones de esta área no son aprovechadas en su totalidad por los pobladores del sector, debido a su incomodidad frente a malos olores, residuos sólidos y heces fecales que pueden ser encontradas por el aprovechamiento en actividades ganaderas y caballares en el área cercana al cuerpo hídrico. La mayor parte de las instalaciones utilizados son las áreas recreativas infantiles y espacios deportivos delimitados.

### 9. ¿Cree usted que la quebrada que pasa por el Complejo Deportivo El Tingo necesita limpieza?

41 respuestas

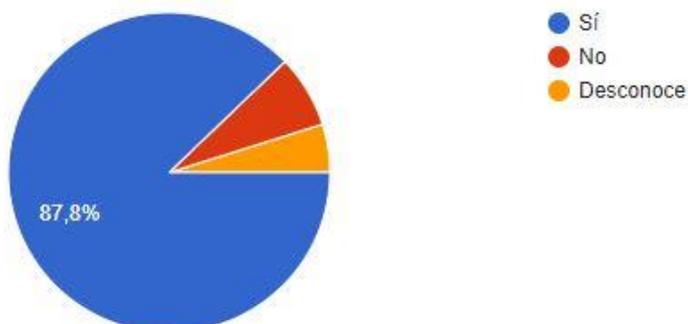


Figura 11. Resultados pregunta 9 encuestas a la población

Un 4,9% de los encuestados desconoce la necesidad de limpieza de la quebrada; 7,3% no considera necesaria su limpieza; la mayoría (87,8%) sí ve necesaria la limpieza de esta quebrada al ser testigos de la basura que se encuentra en la misma y de los aportes de aguas residuales por parte de edificaciones que no cuentan con acceso al alcantarillado público.

### 10. ¿Estaría usted dispuesto a realizar actividades de limpieza de la quebrada?

41 respuestas

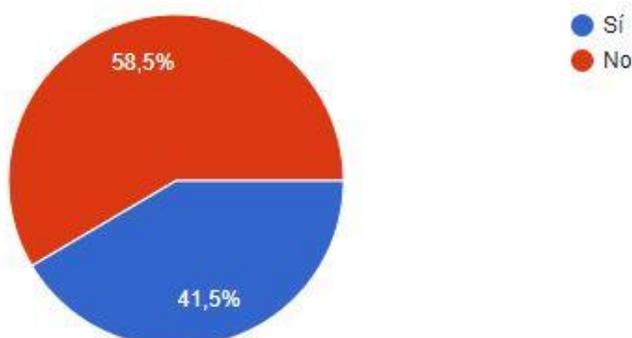


Figura 12. Resultados pregunta 10 encuestas a la población

Más de la mitad de los encuestados (58,5%) no estaría dispuesto a realizar actividades de limpieza de la quebrada, teniendo en cuenta el tiempo que habitan en el sector y los niveles de contaminación observados en el mismo por un período prolongado. El 41,5% de la población encuestada en la Zona Baja considera necesario y estaría dispuesta a colaborar en actividades de limpieza ya que esta zona ha demostrado ser la más contaminada por el acarreo de contaminación proveniente de zonas altas de microcuenca causando de esta manera malestar a la población.

### 11. ¿Considera usted que se debería evitar el libre acceso a la quebrada y al río?

41 respuestas

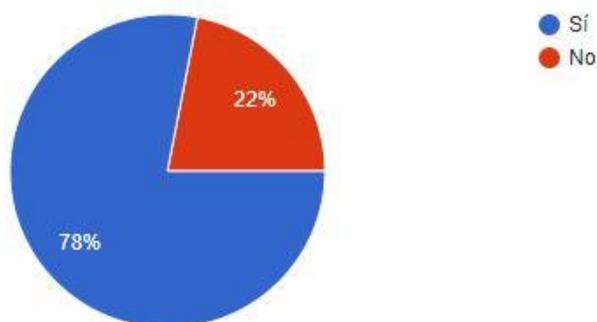


Figura 13. Resultados pregunta 11 encuestas a la población

Los pobladores muestran desaprobación al libre acceso a la quebrada y río (78%), esto se da por la clara evidencia de contaminación al suelo y agua por parte de ganado y por la observación de residuos sólidos (escombros y basura grande no común) en la cercanía del cuerpo de agua, además de tuberías de aguas residuales. 22% está de acuerdo con la libertad de acceso a la quebrada y río al ser este un espacio público.

## 12. ¿Qué tipo de actividades realiza usted en el sector?

41 respuestas

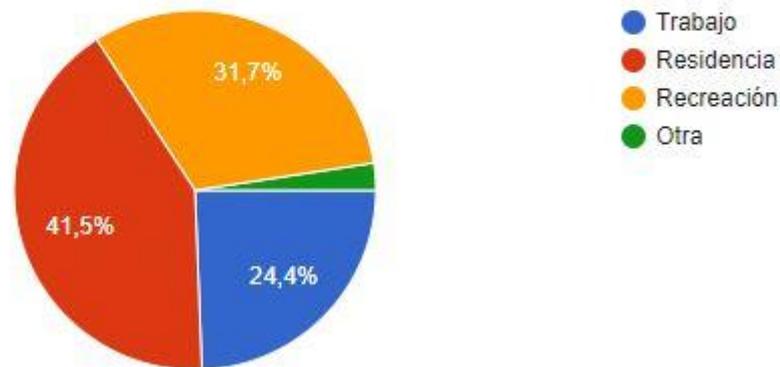


Figura 14. Respuestas pregunta 12 encuestas a la población

La Zona Baja del presente estudio, al encontrarse cerca de atractivos turísticos y culturales se ve expuesta a distintas actividades antrópicas siendo la principal residencial (41,5%), seguido por recreación (31,7%) y trabajo (24,4%). La generación de diversos tipos de residuos propios de estas actividades y el flujo constante de personas influencia directamente en la acumulación de basura en el cauce del río y sus orillas, además de su presencia en las instalaciones del complejo.

## 13. ¿Cree usted que con un río y quebrada más limpios aumentaría el trabajo y las actividades turísticas en el sector?

41 respuestas



Figura 15. Resultados pregunta 13 encuestas a la población

Un alto porcentaje de la población (82,9%) considera necesaria la limpieza de la quebrada y río de la Zona Baja para permitir el mejor desarrollo de actividades recreativas, laborales y turísticas del sector. Esto además permitiría aumentar la calidad de vida de los pobladores y una mejor utilización del Complejo Deportivo El Tingo.

#### 14. ¿Considera usted necesario un plan de reforestación para esta zona?

41 respuestas

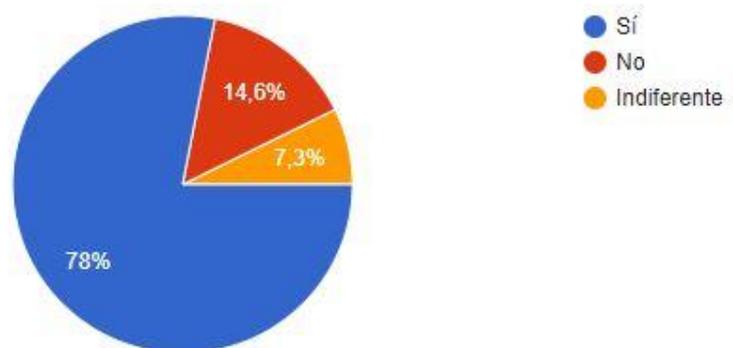


Figura 16. Resultados pregunta 14 encuestas a la población

El 14,6% no considera necesario un plan de reforestación, el 7,3% es indiferente y el 78% de personas está de acuerdo con la necesidad de reforestar el sector. Los resultados de "No" e "Indiferente" son congruentes con el desconocimiento de la población sobre el estado actual ambiental de la zona y de las especies nativas del sector.

## 15. ¿Qué tipo de plantas le gustaría encontrar en este sector?

41 respuestas

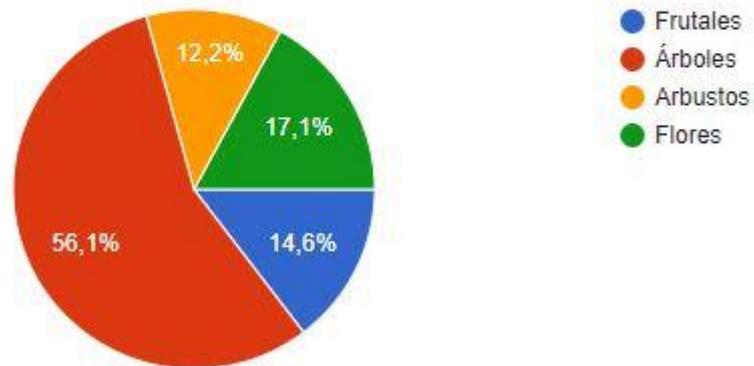


Figura 17. Resultados pregunta 15 encuestas a la población

La mayoría de las personas (56,1%) considera necesario la reforestación utilizando especies arbóreas nativas del sector para de esta manera aportar a la belleza paisajística y promover actividades económicas, culturales y sociales. La diversidad de criterios obtenidos para la reforestación de la zona está basada en el uso individual de cada persona, así, aquellos que demostraron un mayor uso recreativo desearían ver una mayor cantidad de flores y arbustos; personas cuya actividad principal es el deporte anhelan una mayor cantidad de arbustos y árboles frutales.

### 4.5. Plan de recuperación ambiental

#### 4.5.1 Recuperación ambiental

Recuperación hace referencia al restablecimiento de la estructura y autosuficiencia de un ecosistema (Aguilera, 2018). Sus principales objetivos son la estabilización de terrenos, seguridad pública y mejoramiento estético (Peñañiel, 2011). La recuperación se ve ligada directamente al concepto de

restauración ecológica, cuya meta es ayudar o iniciar la recuperación (Society for Ecological Restoration International, 2004).

Con la premisa sobre la importancia de las quebradas como parte de los sistemas hídricos y ecológicos asociados a las cuencas hidrográficas que sustentan la distribución de agua potable para el Distrito Metropolitano de Quito (NOVUM, 2014), la propuesta para la recuperación de la quebrada que pasa por el sector de El Tingo, se enmarca en la necesidad de la población de un ambiente limpio y sano que apoye de forma positiva el desarrollo de actividades económicas, culturales y sociales así como la generación de una conciencia sobre la conservación ambiental, siendo de esta manera un aporte para la parroquia y el Distrito Metropolitano.

Tras los estudios de calidad ambiental realizados, se obtuvo como resultado el estado actual de esta zona; siendo este “pésimo” según los resultados obtenidos del índice ECOSTRIAND, altos niveles de contaminación evidenciados en resultados de análisis fisicoquímicos del agua, una baja diversidad de vegetación y una percepción mayoritariamente negativa (mala calidad) de los pobladores aledaños. Además de esto se logra evidenciar la presencia de sistemas de descarga de aguas residuales directamente al cuerpo receptor, carencia del servicio de alcantarillado para toda la población, falta de conciencia ambiental con respecto al manejo de residuos y falta de control de actividades ganaderas. Teniendo en cuenta los distintos enfoques y procedimientos establecidos por NOVUM Asesores y Consultores Cía. Ltda. en su “Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito (2014)”, se establecieron diferentes prioridades de acuerdo con su posibilidad de realización. Así, el apoyo social para la restauración ecológica y recuperación ambiental de la zona es un elemento clave a la hora de tratar las distintas problemáticas ambientales del sector.

En estudios realizados con anterioridad al río Ushimana por Cabezas (2015) y Romero (2017) se expresa el estado ambiental grave y la deficiencia en gestión

ambiental de la parroquia Alangasí; siendo propuesto un plan de gestión para las descargas contaminantes al río Ushimana y la implementación de una franja riparia de vegetación natural autóctona de la zona. Al ser la Zona Baja aquella en la que se aprecian más altos niveles de contaminación, la toma de conciencia y responsabilidad por parte de pobladores de las zonas más altas cercanas a este cauce hídrico es un factor clave que debe ser tratado conjuntamente por el sector público y privado. Así mismo, tras el análisis de los resultados observados en este estudio y en base a la revisión de experiencias similares se llegó a la conclusión de que la necesidad prioritaria para una mejora ambiental significativa es involucrar activamente a los pobladores del sector en planes de reforestación y talleres con capacitaciones sobre el manejo de residuos sólidos.

#### **4.5.1.1 Objetivo general**

- Recuperar la calidad ecológica de la quebrada que pasa por el Complejo Deportivo El Tingo.

#### **4.5.1.2 Objetivos específicos**

- Disminuir el grado de contaminación del cuerpo hídrico.
- Recuperar la calidad paisajística del sector e impulsar el cuidado ambiental.
- Enriquecer la vegetación de ribera haciendo uso de especies nativas.

#### **4.5.2 Recuperación del río**

Tras el análisis de los parámetros fisicoquímicos realizados a las aguas del río Ushimana y determinación de su estado actual, se considera necesario implementar medidas para la descarga apropiada de aguas residuales (tratadas) hacia el cuerpo hídrico.

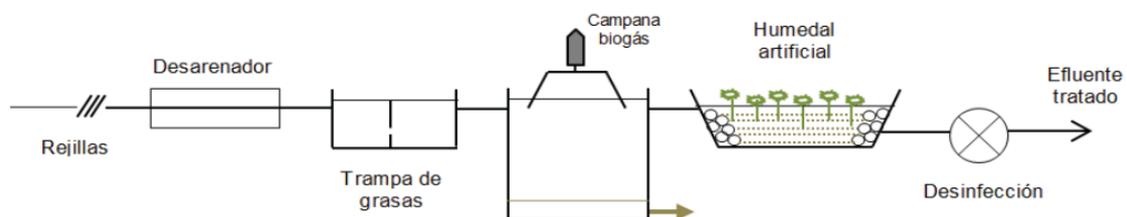
Teniendo en cuenta el largo período de contaminación al que se ha visto expuesto el río Ushimana, la necesidad de construcción de infraestructura se ha visto evidenciada ya que esto puede aportar con la estabilización de las

pendiente del lecho en las quebradas y resistir el desgaste del fondo ejercido por el curso natural del agua (Gaspari et al., 2013).

Como primera acción para la recuperación del río se encuentra la inspección y control de cumplimiento de ordenanzas de descarga de aguas residuales industriales a cuerpos hídricos por parte de la Autoridad Ambiental Responsable competente y su posterior monitoreo por parte de técnicos responsables contratados por el Gobierno parroquial.

Considerando que la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales requiere de un espacio y presupuesto considerable, la existencia de domicilios ubicados cerca de las orillas del río y la disponibilidad de presupuesto anual del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia, se propone la ubicación de esta en la zona baja del río para así facilitar la conducción de las aguas y evitar costos por bombeo.

Conforme a los estudios realizados por Cabezas (2015) sobre la gestión de las descargas contaminantes al río Ushimana, la alternativa de tratamiento más adecuada es la implementación de un Reactor Biológico de Flujo Ascendente (RAFA) más un humedal artificial cuya construcción requeriría aproximadamente de 5 ha y un presupuesto anual aproximado de 500.000 USD.



*Figura 18.* Esquema de PTAR RAFA más humedal.

Tomado de Cabezas, 2015, p. 74.

El sistema de tratamiento propuesto cuenta con una remoción teórica de 83%-95% y aporta a la reducción de fósforo y nitrógeno. Además se complementa

con: rejillas, desarenador, trampa de grasas, unidad RAFA, humedal artificial y desinfección (Cabezas, 2015).

#### **4.5.3 Gestión comunitaria**

La participación es un proceso en el cual la comunidad se compromete a la transformación de su propia realidad asumiendo las tareas que le corresponden (Skewes, Rehbein, & Mancilla, 2012). Es por esto por lo que, en base a la experiencia comunitaria obtenida sobre gestión de quebradas, específicamente en la gestión integral comunitaria de la Quebrada Ortega (sur de Quito), se nota propicia la utilización de talleres participativos con la finalidad de generar un listado de problemas ambientales de carácter local, definir su localización y las causas que los generan o incentivan.

Mediante la introducción de prácticas comunitarias participativas y enfocadas a la gestión y educación ambiental, se establece un método para empoderar y fortalecer a la comunidad con la finalidad común de recuperar este espacio público. Según lo observado de la experiencia de la Asociación de Cooperativas de Vivienda Alianza Solidaria en la ciudad de Quito, y las observaciones establecidas por NOVUM Asesores y Consultores Cía. Ltda. en su “Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito (2014)”, es posible proponer las siguientes acciones:

- Talleres, charlas y conferencias con temas enfocados a las causas y consecuencias del deterioro ambiental, así como la importancia de las quebradas y su necesidad de protección.
- Programar visita a localidades con experiencias exitosas con miembros más representativos de la comunidad para de esta manera encontrar un método guía y tener en cuenta las lecciones aprendidas.
- Realizar capacitaciones a líderes o personas destacadas dentro de cada zona analizada en el presente estudio con la finalidad de involucrarlos en temas de manejo de residuos sólidos, control de efluentes, reciclaje y

reutilización de materiales específicos, aprovechamiento y uso racional de recursos naturales y buenas prácticas ambientales.

- Divulgación de temas ambientales y difusión por medios de comunicación local o directamente a la población de las zonas más directamente involucradas para fomentar acciones de recuperación y cuidado de las quebradas del Distrito Metropolitano.

Como parte de las enseñanzas de la recuperación de la Quebrada Ortega al sur de Quito, se observa que establecer actividades comunitarias enfocadas no solo a la recuperación ambiental sino también a mejorar las relaciones con sus vecinos influencia directamente en el desempeño de cada uno de los esfuerzos ambientales. De igual manera, una buena práctica implementada ha sido el establecimiento de una bodega comunitaria para almacenar las herramientas con las que se realizan trabajos físicos en las orillas del río y en sus distintos ecosistemas; la planificación de un programa de limpieza y planificación de mingas fue un elemento destacado para la recuperación de la Quebrada Ortega por lo que se recomienda su implementación en la recuperación de la quebrada y río Ushimana.

A continuación, se presenta el plan propuesto para apoyar al desarrollo de la gestión comunitaria:

Tabla 30.

*Plan de gestión comunitaria.*

<b>ACTIVIDAD</b>	<b>PROPÓSITO</b>	<b>TEMAS</b>
Charla N°1	Introducción y presentación del equipo de trabajo	Presentación del equipo encargado de la gestión ambiental Actualidad del río Ushimana Exposición de problemática

		<p>Exposición de mejoras propuestas</p> <p>Conversatorio de opinión ciudadana</p> <p>Elección de líderes por zonas significativas</p> <p>Establecimiento de fechas de reunión y trabajo conjunto</p>
Capacitación N°1	Capacitación a líderes	<p>Visita a localidades con experiencias exitosas</p> <p>Capacitación a líderes sobre Calidad y servicios ambientales</p> <p>Capacitación sobre manejo de residuos sólidos, protección de cuerpos hídricos, servicios ambientales, reforestación y buenas prácticas ambientales</p>
Taller N°1	Organización del trabajo con líderes comunitarios	<p>Presentación de actividades del día</p> <p>División por equipos de trabajo enfocados en: residuos sólidos, educación ambiental, reforestación, logística y participación ciudadana</p> <p>Presentación de acuerdos y actividades propuestas por cada equipo.</p>
Conferencia N°1	Causas, consecuencias y propuestas de mejora para el deterioro ambiental de la zona	Exposición sobre causas, consecuencias y propuestas establecidas para mejorar la calidad ambiental del sector.

		Establecimiento de fecha para próximo taller.
Taller N°2	Planificación de actividades y responsables	<p>División de los equipos de trabajo</p> <p>Establecimiento de actividades para cada problemática a tratar</p> <p>Exposición y retroalimentación de factibilidad</p> <p>Presentación de planificación, medios y fechas de verificación del avance.</p>
Charla N°2	Reciclaje	<p>¿Qué es el reciclaje?</p> <p>¿Por qué reciclar?</p> <p>¿Cómo reciclar en mi hogar/negocio?</p> <p>Presentación de recicladores de base.</p>
Taller N°3	Evaluación de resultados	<p>Presentación de resultados logrados hasta la fecha por cada líder de equipo.</p> <p>Formación de mesas de trabajo para retroalimentación y propuestas de mejora.</p> <p>Reajuste de planificación y acciones a realizar.</p>
Taller N°4	Difusión de actividades y temas de educación ambiental	Difusión por medios de comunicación sobre los trabajos realizados, formas de aportar y temas de educación ambiental como: manejo de residuos sólidos, reforestación,

		calidad del agua y servicios ambientales.
--	--	---

#### 4.5.4 Recuperación ecológica

La recuperación ecológica fomenta, y de cierto modo depende de la participación a largo plazo de la población local (Society for Ecological Restoration (SER) International, 2004); en este caso se da con el objetivo de incentivar la formación de un bosque con plantas nativas, construcción de jardines, motivar la reforestación, construcción de espacios comunitarios de recreación y deporte y fortalecer la conciencia comunitaria sobre la gestión adecuada de residuos, así como prácticas de reciclaje.

Como principal acción para la recuperación ecológica se propone la reforestación de áreas comunitarias, cuyos objetivos principales son recuperar la estética del sitio y restablecer el microclima local, permitiendo de esta manera influenciar positivamente en el ambiente natural y en el bienestar de los usuarios de esta zona altamente concurrida.

##### 4.5.4.1 Plan de reforestación

Con la siembra de especies nativas se pretende incentivar la recuperación ecológica del sector además de permitir una mayor afluencia de insectos y aves que con su aporte de materia orgánica (estiércol) fomenta el desarrollo de microorganismos y el enriquecimiento del suelo.

Teniendo en cuenta la descripción provista por Sierra (1999), este ecosistema se clasifica como “*Bosque de neblina montano*” al encontrarse situado entre los 1.800 m hasta los 3.000 m de altitud y basado en las distintas especies vegetales y su correspondiente información que aparece en el libro “*Plantas de las*

quebradas de Quito: Guía Práctica de Identificación de Plantas de ribera” (Oleas, 2016) se propone la utilización de las siguientes plantas nativas, sin embargo, su empleo dependerá de la prioridad que el GAD parroquial le dé al proyecto así como de los recursos monetarios disponibles.

- *Oreopanax ecuadorensis* Seem (puma-maqui). Árbol útil como cerca viva y uso ornamental en parques y jardines.
- *Alnus acuminata* Kunth (aliso). Árbol que sirve para la reforestación y restauración ambiental.
- *Tournefortia fuliginosa* Kunth (yanaquero). Especie arbórea presente en la Zona Alta del presente estudio. En zonas rurales se lo encuentra como cerca viva o árbol ornamental.
- *Phyllanthus salviifolius* Kunth (cedrillo). Árbol encontrado en la Zona Alta. No se recomienda su presencia en sitios públicos, por lo que su utilidad se ve delimitada a las partes más bajas de las quebradas dado su uso ideal para restauración natural.
- *Solanum oblongifolium* Dunal (pungal). Árbol actualmente presente (baja abundancia) en la Zona Baja, es ideal para programas de restauración ya que controla la erosión, recupera suelos, protege taludes y brinda protección a las cuencas hídricas.
- *Baccharis latifolia* Pers (chilca). Especie arbustiva actualmente encontrada en la Zona Alta cuya presencia es ideal para programas de reforestación y restauración por su capacidad de aumentar la materia orgánica, retención de humedad y potencialidad ornamental en parques y jardines.
- *Berberis hallii* Hieron (chinia). Arbusto encontrado en la Zona Media, su follaje denso la hace útil como cerca viva e ideal para programas de reforestación y restauración.
- *Mimosa quitensis* Benth (algarrobo quiteño). Arbusto presente en la Zona Media, tiene uso ornamental en parques y jardines además de su potencial como cerca viva y para reforestación.

- *Rubus glaucus* Benth (mora de Quito). Según los resultados de las encuestas y opinión de la población, el uso de plantas frutales también debería ser empleado en esta zona, además de sus frutos comestibles es una buena opción como cerca viva.
- *Otholobium mexicanum* Grimes (chanchilva). Arbusto que puede ser aprovechado por su capacidad de ser reproducida en viveros, capacidad para atraer aves e insectos y fijar nitrógeno en el suelo.
- *Durantha triacantha* Juss (espino chivo). Especie arbustiva presente en la Zona Media, ideal para parques y jardines; potencial para restauración ecológica.
- *Lupinus pubescens* Benth (ashpa chocho). Especie herbácea que crece de manera silvestre en Quito pero que sin embargo puede ser utilizada para recuperación de ambientes degradados por su capacidad de fijar nitrógeno.
- *Passiflora mixta* L. (taxo). Enredadera con fruto comestible que puede ser empleada con fines ornamentales por sus flores tubulares rosa.
- *Stenomesson aurantiacum* Herb (falsa cebolla). Dada su fácil dispersión, manejo, resistencia a sequías y potencial ornamental puede ser utilizada en parques y jardines.

De igual manera, el plan de reforestación para esta zona deberá aprovechar los sitios planos de las instalaciones que actualmente existen dentro del Complejo Deportivo El Tingo para la realización de jardines, caminarias, senderos y zonas de recreación. Para aquellos sectores en los que las pendientes de la quebrada sean significativas, se deberá implementar estrategias de mejoramiento paisajístico y protección de las laderas mediante arborización y tratamiento vegetal con plantas nativas del sector.

Con la finalidad de conservar suelos erosionados, se plantea una combinación de rocas con plantas que brinden un efecto estético y ornamental. Así mismo, para proteger el contorno de la quebrada se puede conformar una plantación de cortina conformada por hileras de árboles y arbustos intercalados. Teniendo en

cuenta las necesidades morfológicas, adaptabilidad y función de protección de vientos de la especie *Eucalyptus globulus* (eucalipto), además de la presencia de individuos adultos en esta zona, se propone su uso para la protección del contorno de la quebrada; de igual manera, dadas las características de *Solanum oblongifolium* (pungal) se la pueda utilizar para programas de restauración por ya que controla la erosión, ayuda a recuperar suelos, protege taludes y protege las cuencas hídricas. Teniendo en cuenta la infraestructura presente alrededor del río en la Zona Baja (sector residencial y comercial), se presenta como Anexo 12 un esquema de la utilización de las dos especies arbóreas previamente mencionadas y, con el listado de especies vegetales presentado anteriormente se recomienda la conformación de una plantación de cortina conformada por hileras de árboles y arbustos intercalados (Peñañiel, 2011).

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. Conclusiones**

Tras el análisis de resultados del diagnóstico ambiental se evidencian los altos niveles de coliformes fecales, mayor turbidez y sólidos suspendidos; los cambios en la diversidad entre cada una de las zonas demuestran a su vez la influencia de las actividades antrópicas en la vegetación de ribera y denotan la presencia cada vez mayor de especies invasoras mejor adaptación a la contaminación.

El cauce del río se encuentra contaminado desde la Zona Alta, haciendo necesarias acciones preventivas y correctivas para evitar un mayor daño ecosistémico. La calidad hídrica y ecológica del río Ushimana y su quebrada, se encuentran altamente contaminados y en mal estado ambiental por una gestión deficiente y el crecimiento demográfico de la zona, factor que introduce una mayor presión antrópica en sus ecosistemas y cuyo resultado se ve reflejado en la disminución de diversidad y aumento de contaminación a lo largo de su recorrido.

El mal olor y la acumulación de basura hacen que las áreas aledañas al río y su quebrada provoquen malestar a los moradores y usuarios de zonas recreativas, especialmente aquellas con mayor cercanía. El mayor grado de contaminación observado se encuentra aguas abajo, en el barrio El Tingo, representando de esta manera un mayor potencial de peligro a la salud de los pobladores del sector, así como de turistas.

Las principales fuentes de contaminación que se presentan en las tres zonas analizadas son la descarga de aguas residuales, acumulación de basura en el río y el arrastre de residuos generados por actividades ganaderas por efectos de escorrentía superficial; por esta razón se propuso el plan de recuperación ambiental con enfoque a estas problemáticas cuya aplicación tendría una influencia positiva para el sector.

## 5.2. Recomendaciones

Para la realización de propuestas de recuperación se requieren de recursos y conocimientos específicos, por esto es necesario el apoyo de un equipo de trabajo multidisciplinario, así como la cooperación interinstitucional para su correcto desarrollo y posible implementación en otros sectores que presenten problemáticas similares.

Las propuestas presentadas deben ser analizadas y desarrolladas con mayor profundidad teniendo en cuenta puntos de vista de distintos profesionales y de todos los actores involucrados con el fin de mejorarlos y poder realizar una adecuada planificación antes de su implementación.

El conocimiento y análisis de experiencias de sectores con problemáticas similares previo a la elaboración de lineamientos para recuperación ambiental es indispensable y la difusión de sus aprendizajes aporta a la conciencia ciudadana para desarrollar mejores acciones conjuntas con una mayor sostenibilidad temporal.

La posibilidad de complementar los estudios realizados con análisis de suelos aportaría al estudio una perspectiva con mayor profundidad.

Dado el tiempo requerido para muestreo, análisis de campo y laboratorio de todos los parámetros analizados, se recomienda la conformación de un equipo de trabajo de por lo menos 2 personas.

## REFERENCIAS

- Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M., & Prat, N. (2009). Propuesta de un protocolo de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA) y su aplicación a dos cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, 28(1), 35–64.
- Aguilera, K. (2018). El estado del arte de la restauración ecológica en los Andes ecuatorianos hasta el año 2016. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 12 de junio de 2019 de [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15287/El ESTADO DEL ARTE DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LOS ANDES ECUATORIANOS HASTA EL AÑO 2016.docx.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/15287/El_ESTADO_DEL_ARTE_DE_LA_RESTAURACION_ECOLOGICA_EN_LOS_ANDES_ECUATORIANOS_HASTA_EL_AÑO_2016.docx.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alangasí, G. A. D. P. de. (2012). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Alangasi. Distrito Metropolitano de Quito. Recuperado el 10 de abril de 2019 de <http://alangasi.gob.ec/lotaip/lotaip-2012/category/14-k-planes-y-programas?download=20:plan-de-desarrollo-gadpa>
- Albuja, P. (2013). Plan de manejo ambiental de la quebrada Ashintaco, cantón Quito, provincia de Pichincha. Recuperado el 11 de mayo de 2019 de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6234/1/T-ESPE-047050.pdf>
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 2(23), 12–19. Recuperado el 15 de enero de 2019 de <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Cabezas, V. S. (2015). Evaluación de la calidad del agua del Río Ushimana en el área de influencia de la Parroquia Alangasí y propuesta del plan de gestión de las descargas contaminantes de la zona de estudio, 145. Recuperado el 06 de abril de 2019 de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/11927>.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevX.7.041008>

- Cárdenas-Castro, E., Lugo-Vargas, L., González-Acosta, J. A., & Tenjo-Morales, A. I. (2018). MACROINVERTEBRADOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL RÍO BOGOTÁ. *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Recuperado el 01 de junio de 2019 de <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/1004>
- Díaz, E. M., & Romero, A. P. (2017). Estudio de una microcuenca hidrográfica en el Lote 79 de la Empresa Forestal Integral Macurijes dirigido a la prevención de los incendios forestales. *Revista Científico Estudiantil Ciencias Forestales y Ambientales*, 2(1), 60–67. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <http://cifam.upr.edu.cu/index.php/cifam/article/view/70/70>
- Encalada, A., Rieradevall, M., Ríos-Touma, B., García, N., & Prat, N. (2011). Protocolo simplificado y guía de evaluación de la calidad ecológica de ríos andinos (CERA-S). Recuperado el 11 de mayo de 2019 de <http://www.ub.edu/riosandes/index.php/protocolo-cera-s.html>
- Gamarra, O. A., Barrena, M. Á., Ordinola, C., Barboza, E., Leiva, D., Rascón, J., & Corroto, F. (2018). Calidad del bosque de ribera en la cuenca del río Utcubamba, Amazonas, Perú. *Arnaldoa*, 25(2), 653–678. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n2/a18v25n2.pdf><https://doi.org/10.22497/arnaldoa.252.25218>
- Gaspari, F., Rodríguez Vagaría, A., Senisterra, G., Delgado, M. I., & Besteiro, S. (2013). Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas. (E. de la U. de La Plata, Ed.) (Primera ed). Buenos Aires: La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/27877>
- González, M. R. (2014). GESTIÓN AMBIENTAL PARA UN MODELO SOSTENIBLE Rehabilitación y reanimación turística del Balneario Mar Azul ,. *Estudios y Perspectivas En Turismo*, 13(Octubre), 35–47.

Recuperado el 03 de julio de 2018 de <http://www.estudiosenturismo.com.ar/search/PDF/v13n1y2a03.pdf>

Guerra, J. M. (2018). Influencia del uso del suelo sobre la calidad ecológica de la cuenca del río San Pedro. Universidad de las Américas. Recuperado el 30 de mayo de 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10337>

López, A. (2014). Composición florística y estructura de un bosque montano alto en Patichubamba, provincia de Pichincha, Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. Recuperado el 20 de mayo de 2019 de [https://www.researchgate.net/publication/281746385\\_Lopez\\_M\\_N\\_Ramirez\\_2004\\_Composicion\\_floristica\\_y\\_abundancia\\_de\\_las\\_especies\\_en\\_un\\_remanente\\_de\\_bosque\\_deciduo\\_secundario\\_Acta\\_Biologica\\_Venezuelica\\_24\\_29-71](https://www.researchgate.net/publication/281746385_Lopez_M_N_Ramirez_2004_Composicion_floristica_y_abundancia_de_las_especies_en_un_remanente_de_bosque_deciduo_secundario_Acta_Biologica_Venezuelica_24_29-71)

Margalef, R. (1956). Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Investigaciones Pesqueras*, 3, 99–106. Recuperado el 09 de junio de 2019 de [http://digital.csic.es/bitstream/10261/164477/1/Margalef\\_1956.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/164477/1/Margalef_1956.pdf)

Martella, M. B., Trumper, E. V, Bellis, L. M., Renison, D., Giordano, P. F., Bazzano, G., & Gleiser, R. M. (2012). Manual de Ecología Evaluación de la biodiversidad Esfuerzo de muestreo. *Reduca (Biología)*, 5(1), 71–115. Recuperado el 10 de junio de 2019 de [https://www.academia.edu/35360295/Manual\\_de\\_Ecolog%C3%ADa\\_Evaluaci%C3%B3n\\_de\\_la\\_biodiversidad](https://www.academia.edu/35360295/Manual_de_Ecolog%C3%ADa_Evaluaci%C3%B3n_de_la_biodiversidad)

Montaño Huerta, M. D. (2018). Recuperación de la quebrada Suruhuayco, Cotogchoa, Ecuador, a partir de la propuesta de “crianza de los paisajes vivos.” *Arquitecturas Del Sur*, 36(54). Recuperado el 11 de mayo de 2019 de [https://www.researchgate.net/publication/330645515\\_Recuperacion\\_de\\_la\\_quebrada\\_Suruhuayco\\_Cotogchoa\\_Ecuador\\_a\\_partir\\_de\\_la\\_propuesta\\_de\\_crianza\\_de\\_los\\_paisajes\\_vivos](https://www.researchgate.net/publication/330645515_Recuperacion_de_la_quebrada_Suruhuayco_Cotogchoa_Ecuador_a_partir_de_la_propuesta_de_crianza_de_los_paisajes_vivos)

- Nacif, N., & Espinosa, M. del P. (2015). Ciudades vulnerables: estudio de indicadores para un desarrollo urbano sustentable en San Juan, Argentina. Recuperado el 03 de julio de 2018 de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51857>
- Nellemann, C., & Corcoran, E. (2010). *Dead planet, living planet. Biodiversity and ecosystem restoration for sustainable development. Land Degradation & Development* (Vol. 23). Recuperado el 11 de junio de 2019 de <https://doi.org/10.1002/ldr.1054>
- Nieto, C., Malizia, A., Carilla, J., Izquierdo, A., Rodríguez, J., Cuello, S., ... Grau, H. R. (2016). Patrones espaciales en comunidades de macroinvertebrados acuáticos de la Puna Argentina. *Biología Tropical*, 64(June), 747–762. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44945722023>
- NOVUM Asesores y Consultores Cía. Ltda. (2014). Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito, 114. Recuperado el 25 de octubre de 2018 de <http://www.fondoambientalquito.gob.ec/sites/default/files/2016-08/Recuperacion%20Quebrada%20Habas%20Corral%20-%20Propuesta.pdf>
- Oleas, N. H., Rios-Touma, B., Peña Altamirano, P., & Bustamante, M. (2016). Plantas de las quebradas de Quito: Guía práctica de identificación de plantas de ribera. Recuperado el 13 de noviembre de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/301767061\\_Plantas\\_de\\_las\\_Quebradas\\_de\\_Quito\\_Guia\\_Practica\\_de\\_Identificacion\\_de\\_Plantas\\_de\\_Ribera](https://www.researchgate.net/publication/301767061_Plantas_de_las_Quebradas_de_Quito_Guia_Practica_de_Identificacion_de_Plantas_de_Ribera)
- Pardo, I., Álvarez, M., Casas, J., Moreno, J., Vivas, S., Bonada, N., Alba-Tercedor, J., Jáimez-Cuellas, P., Moya, G., Prat, N., Robles, S., Suárez, M. L., Toro, M., y Vidal-Abarca, M. R. (2002). El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. Recuperado el 10 de junio de 2019 de

<https://www.limnetica.com/documentos/limnetica/limnetica-21-2-115.pdf>

- Peñafiel, J. (2011). CENTRO DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA, 1, 1–54. Recuperado el 25 de octubre de 2018 de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/5257>
- Reyes, C. A. (2018). *Cambios en la composición de la comunidad de quironómidos (Díptera:Chironomidae) con relación al uso de suelo*. Universidad de las Américas. Recuperado el 13 de abril de 2019 de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10274>
- Ríos-Touma, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). *The Andean biotic index (ABI): Revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation*. *Revista de Biología Tropical*, 62(Febrero), 249–273. Recuperado el 13 de abril de 2019 de <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15791>
- Rocha, Z., Cuellar, L., Díaz, X., & Vargas, J. (2017). Bioindicadores de la calidad del agua en áreas con restauración ecológica de la quebrada la colorada, Villa de Leyva, Boyacá. *I3+ Investigación, Innovación, Ingeniería*, 2(2), 10. Recuperado el 11 de junio de 2019 de <https://doi.org/10.24267/23462329.108>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254. Recuperado el 10 de junio de 2019 de <https://doi.org/10.18257/raccefyn.335>
- Romero, I. N., & Zúñiga, T. K. (2017). Evaluación de la calidad ecológica del Río Ushimana utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, 2–3. Recuperado el 06 de abril de 2019 de [http://rraae.org.ec/Record/0038\\_42234dbf8018762bc49e738ffd1f0ba](http://rraae.org.ec/Record/0038_42234dbf8018762bc49e738ffd1f0ba)

- Ruiz-Picos, R. A., López-López, E., & Sedeño-Díaz, J. E. (2016). Ensamblajes de macroinvertebrados acuáticos relacionados con diversos usos del suelo en los ríos Apatlaco y Chalma-Tembembe ( cuenca del Río Balsas ), México Aquatic macroinvertebrates assemblages related to diverse land uses in the Apatlaco and Chalma-Temb. *Hidrobiológica*, 26(3), 443–458. Recuperado el 14 de noviembre de 2018 de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-88972016000300443](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972016000300443)
- Sermeño C., J. mMiguel, Perez, D., Muños Aguillón, S. M., Serrano Cervantes, L., Flores Rivas, W. A., & Monterrosa Urias, A. J. (2010). Metodología estandarizada de muestreo de micro-hábitat de macroinvertebrados acuáticos mediante el uso de la Red D en ríos de El Salvador, 27. Recuperado del 13 de abril de 2019 de [http://ri.ues.edu.sv/2992/1/METODOLOGIA ESTANDARIZADA MUESTREO INVERTEBRADOS ACUATICOS.pdf](http://ri.ues.edu.sv/2992/1/METODOLOGIA_ESTANDARIZADA_MUESTREO_INVERTEBRADOS_ACUATICOS.pdf)
- Sierra, R. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. (R. Sierra, Ed.) Quito. p. 86 Recuperado el 11 de Junio de 2019.
- Silva Haun, R., & Arancibia Fortes, J. (2015). Utilización de los índices de hábitat fluvial, bosque de ribera y macrófitas para la determinación de calidad del recurso hídrico del estero Catapilco, región de Valparaíso. *Anales Museo de Historia Natural de Valparaiso*, 28, 09–30. Recuperado el 21 de enero de 2019 de [http://www.mhmv.cl/636/articles-56751\\_archivo\\_01.pdf](http://www.mhmv.cl/636/articles-56751_archivo_01.pdf)
- Skewes, J. C., Rehbein, R., & Mancilla, C. (2012). Ciudadanía y sustentabilidad ambiental en la ciudad: la recuperación del humedal Angachilla y la organización local en la Villa Claro de Luna, Valdivia, Chile. *EURE (Santiago)*, 38(113), 127–145. Recuperado el 03 de julio de 2018 de <https://doi.org/10.4067/S0250-71612012000100006>
- Society for Ecological Restoration (SER) International, G. de trabajo sobre

ciencia y políticas. (2004). Principios de SER International sobre la Restauración Ecológica. Recuperado el 12 de junio de 2019 de [https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER\\_Primer/ser-primer-spanish.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.ser.org/resource/resmgr/custompages/publications/SER_Primer/ser-primer-spanish.pdf)

Soria, I. F. (2016). Evaluación de la calidad ecológica del Río Jatunhuayco (EPMAPS) utilizando comunidades de macroinvertebrados como indicadores de la calidad del agua, 155. Recuperado el 21 de enero de 2019 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/16736>

Thomas F, D., & Acosta, S. (2003). Flora del bajío y de regiones adyacentes: Potamogetonaceae. Recuperado el 20 de mayo de 2019 de <http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumeness/FLOBA/Acanthaceae117.pdf>

Tropical Plants Database, Ken Fern. Recuperado el 19 de mayo de 2019 de <http://tropical.theferns.info/viewtropical.php?id=Sapium+glandulosum>

Villamarín, C., Prat, N., y Rieradevall, M. (2014). Caracterización física, química e hidromorfológica de los ríos altoandinos tropicales de Ecuador y Perú. Recuperado el 19 de mayo de 2019 de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/lajar/v42n5/art12.pdf>

Von Bertrab, A., & Zambrano, L. (2010). *Participatory monitoring and evaluation of a Mexico City wetland Restoration effort. Ecological Restoration*, 28(3), 343–353. Recuperado el 04 de julio de 2018 de <https://doi.org/10.3368/er.28.3.343>

Wong Chauvet, D. (2005). Del caos al orden, Guayaquil y su desarrollo urbano actual. *Ciudades*, 9, 179-191. Recuperado el 03 de julio de 2018 de [https://www.researchgate.net/publication/28233237\\_Del\\_caos\\_al\\_orden\\_Guayaquil\\_y\\_su\\_desarrollo\\_urbano\\_actual](https://www.researchgate.net/publication/28233237_Del_caos_al_orden_Guayaquil_y_su_desarrollo_urbano_actual)

## **ANEXOS**

Anexo 1. Resultados Índice de Hábitat Fluvial (IHF) de Zona Baja.

HOJA DE CAMPO: Evaluación del Hábitat Fluvial			Índice IHF																
<table border="1"> <tr> <td>Estación</td> <td colspan="4">Zona Baja</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td colspan="4">24 de abril, 2019</td> </tr> <tr> <td>Operador</td> <td colspan="4">Xavier Thujes</td> </tr> </table>					Estación	Zona Baja				Fecha	24 de abril, 2019				Operador	Xavier Thujes			
Estación	Zona Baja																		
Fecha	24 de abril, 2019																		
Operador	Xavier Thujes																		
Bloques			Puntuación																
<b>1. Inclusión rápidos</b>																			
Rápidos	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	5															
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.		0																
			TOTAL (una categoría) 5																
<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																
			TOTAL (una categoría) 2																
<b>3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</b>																			
	% Bloques y piedras	1 - 10%	2	2															
		> 10%	5																
	% Cantos y gravas	1 - 10%	2	2															
		> 10%	5																
	% Arena	1 - 10%	2																
		> 10%	5	5															
	% Limo y arcilla	1 - 10%	2																
		> 10%	5	5															
			TOTAL (sumar categoría) 14																
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>																			
	somero: < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.		10																
	lento: < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías		8																
	Sólo 2 de las 4		6																
	Sólo 1 de las cuatro		4																
			TOTAL (una categoría) 8																
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>																			
	Sombreado con ventanas		10																
	Totalmente en sombra		7																
	Grandes claros		5																
	Expuesto		2	3															
			TOTAL (una categoría) 3																
<b>6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)</b>																			
	Hojarasca	> 10% ó < 75%	4																
		< 10% ó > 75%	2																
	Presencia de troncos y ramas		2																
	Raíces expuestas		2																
	Diques naturales		2																
			TOTAL (una categoría) 6																
<b>7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)</b>																			
	% Plocon + briófitos	10 - 50%	10																
		< 10% ó > 50%	5	5															
		Ausencia absoluta	0																
	% Pecten	10 - 50%	10																
		< 10% ó > 50%	5																
		Ausencia absoluta	0																
	% Fanerógamas	10 - 50%	10																
		< 10% ó > 50%	5																
		Ausencia absoluta	0																
			TOTAL (sumar categoría) 5																
			<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>																
			47																

HOJA DE CAMPO: Evaluación del Hábitat Fluvial			Índice IHF						
<table border="1"> <tr> <td>Estación</td> <td>Zona Media</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>24 de abril, 2019</td> </tr> <tr> <td>Operador</td> <td>Xavier Ibáñez</td> </tr> </table>				Estación	Zona Media	Fecha	24 de abril, 2019	Operador	Xavier Ibáñez
Estación	Zona Media								
Fecha	24 de abril, 2019								
Operador	Xavier Ibáñez								
Bloques			Puntuación						
<b>1. Inclusión rápidos</b>									
Rápidos	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	5						
	Piedras, cantos y gravas medianamente fijadas por sedimentos finos. Inclusión > 60%.	0							
TOTAL (una categoría)			5						
<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	6						
	Constancia de flujo laminar o rápidos someros. Relación distancia entre rápidos/anchura del río >25	4							
	Sólo pozas	2							
TOTAL (una categoría)			6						
<b>3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</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							
TOTAL (sumar categoría)			14						
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>									
	somero: < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10							
	lento: < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías	8							
	Sólo 2 de las 4	6							
	Sólo 1 de las cuatro	4	4						
TOTAL (una categoría)			4						
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>									
	Sombreado con ventanas	10							
	Totalmente en sombra	7							
	Grandes claros	5							
	Expuesto	3							
TOTAL (una categoría)			10						
<b>6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)</b>									
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4							
	< 10% ó > 75%	2							
Presencia de troncos y ramas		2							
Raíces expuestas		2							
Diques naturales		2							
TOTAL (una categoría)			8						
<b>7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)</b>									
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
% Pecton	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
% Fanerógamas	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
TOTAL (sumar categoría)			5						
<b>PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)</b>			<b>52</b>						

HOJA DE CAMPO: Evaluación del Hábitat Fluvial			Índice IHF						
<table border="1"> <tr> <td>Estación</td> <td>Zona Alta</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>21 de abril, 2019</td> </tr> <tr> <td>Operador</td> <td>Xavier Injies</td> </tr> </table>				Estación	Zona Alta	Fecha	21 de abril, 2019	Operador	Xavier Injies
Estación	Zona Alta								
Fecha	21 de abril, 2019								
Operador	Xavier Injies								
Bloques			Puntuación						
<b>1. Inclusión rápidos</b>									
Rápidos	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							
TOTAL (una categoría)			5						
<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							
TOTAL (una categoría)			4						
<b>3. Composición del sustrato (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser 0 para cada apartado)</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							
TOTAL (sumar categorías)			17						
<b>4. Regímenes de velocidad / profundidad</b>									
	somero: < 0.5 m 4 categorías. Lento-profundo, lento-somero, rápido-profundo y rápido-somero.	10							
	lento: < 0.3 m/s Sólo 3 de las 4 categorías	8							
	Sólo 2 de las 4	6							
	Sólo 1 de las cuatro	4							
TOTAL (una categoría)			6						
<b>5. Porcentaje de sombra en el cauce</b>									
	Sombreado con ventanas	10							
	Totalmente en sombra	7							
	Grandes claros	5							
	Expuesto	3							
TOTAL (una categoría)			10						
<b>6. Elementos heterogeneidad (si hay ausencia de hojarasca el valor debe ser 0 puntos)</b>									
Hojarasca	> 10% ó < 75%	4							
	< 10% ó > 75%	2							
Presencia de troncos y ramas		2							
Raíces expuestas		2							
Diques naturales		2							
TOTAL (una categoría)			6						
<b>7. Cobertura de vegetación acuática (en caso de ausencia absoluta el valor debe ser cero para cada apartado)</b>									
% Plocon + briófitos	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
% Pecten	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
% Fanerógamas	10 - 50%	10							
	< 10% ó > 50%	5							
	Ausencia absoluta	0							
TOTAL (sumar categorías)			20						
PUNTUACIÓN FINAL (suma de las puntuaciones anteriores)			68						

<b>ÍNDICE QBR-And</b> Calidad de la ribera para Comunidades arbóreas Protocolo CERA		 UNIVERSITAT DE BARCELONA  Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management) Departament d'Ecologia
La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		Estación <u>Zona Baja</u> Observador <u>Xavier Tàrrades</u> Fecha <u>24 de abril, 2019</u>
<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>		Puntuación bloque 1 <u>0</u>
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 %	
<b>Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)</b>		Puntuación bloque 2 <u>0</u>
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 %	
<b>Calidad de la cubierta</b>		Puntuación bloque 3 <u>10</u>
Puntuación		
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas	
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas	
10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.	
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas	
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas	
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas	
<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>		Puntuación bloque 4 <u>20</u>
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	
5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes	
- 10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	
<b>Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)</b>		<u>30</u>

**ÍNDICE QBR-And**  
*Calidad de la ribera para*  
*Comunidades arbóreas*  
**Protocolo CERA**

UNIVERSITAT DE BARCELONA  
**B**  
 Grup de recerca F.E.M.  
 (Freshwater Ecology and Management)  
 Departament d'Ecologia

La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos	Estación <u>Zona Media</u>
	Observador <u>Xavier Ibáñez</u>
	Fecha <u>24 de abril, 2019</u>

<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>		Puntuación bloque 1 <u>25</u>
Puntuación		
<u>25</u>	> 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%	

<b>Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)</b>		Puntuación bloque 2 <u>10</u>
Puntuación		

25	recubrimiento de árboles superior al 75 %	
<u>10</u>	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 %	
<u>+ 5</u>	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 %	

<b>Calidad de la cubierta</b>		Puntuación bloque 3 <u>10</u>
Puntuación		

25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos	
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas	
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas	
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas	

+ 10	>75% des los arbustos son de especies autóctonas.	
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas	
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas	
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas	

<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>		Puntuación bloque 4 <u>25</u>
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	
- 5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes	
- 10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado	

<b>Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)</b>		<u>70</u>
---	--	-----------

<b>ÍNDICE QBR-And</b> Calidad de la ribera para Comunidades arbóreas Protocolo CERA		 UNIVERSITAT DE BARCELONA  Grup de recerca F.E.M. (Freshwater Ecology and Management) Departament d'Ecologia						
La puntuación de cada uno de los 4 apartados no puede ser negativa ni exceder de 25 puntos		<table border="1"> <tr> <td>Estación</td> <td>Zona Alta</td> </tr> <tr> <td>Observador</td> <td>Xavier Irujes</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>24 de abril, 2019</td> </tr> </table>	Estación	Zona Alta	Observador	Xavier Irujes	Fecha	24 de abril, 2019
Estación	Zona Alta							
Observador	Xavier Irujes							
Fecha	24 de abril, 2019							
<b>Grado de cubierta de la zona de ribera</b>		Puntuación bloque 1 <b>25</b>						
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%							
<b>Estructura de la cubierta (se contabiliza toda la zona de ribera)</b>		Puntuación bloque 2 <b>15</b>						
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 %							
<b>Calidad de la cubierta</b>		Puntuación bloque 3 <b>15</b>						
Puntuación								
25	Todos los árboles de la zona de ribera autóctonos							
10	Como máximo un 25% de la cobertura es de especies de árboles introducidas							
5	26 a 50% de los árboles de ribera son especies introducidas							
0	Más del 51% de los árboles de la ribera son especies introducidas							
+ 10	>75% de los arbustos son de especies autóctonas.							
+ 5	51-75% o más de los arbustos de especies autóctonas							
- 5	26-50% de la cobertura de arbustos de especies autóctonas							
- 10	Menos del 25% de la cobertura de los arbustos de especies autóctonas							
<b>Grado de naturalidad del canal fluvial</b>		Puntuación bloque 4 <b>25</b>						
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							
- 5	si hay basuras en el tramo de muestreo de forma puntual pero abundantes							
- 10	si hay un basurero permanente en el tramo estudiado							
<b>Puntuación final (suma de las anteriores puntuaciones)</b>		<b>80</b>						

Anexo 7. Resultado de análisis fisicoquímico de la Zona Baja



**UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS**  
**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS**

**LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL**  
**INFORME DE RESULTADOS**

INF. LAB. AMB 48975  
 ORDEN DE TRABAJO No. 61278

SOLICITADO POR:	JARAMILLO AMPARITO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	MIRASIERRA		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	ZONA BAJA		
FECHA DE RECEPCIÓN:	08/05/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	16H23
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 09/05/2019 AL 28/05/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARÍA:	28/5/2019		
<b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	<5	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	-
DQO	mgO2/L	<8	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	-
FOSFORO TOTAL	mg/L	4,5	MAM-15, MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	12,60
NITRATOS (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	1,5	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22,30
NITRITOS (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,112	MAM-81 / COLORIMETRICO HACH 375 MODIFICADO	21,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	328	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	4,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	34	MAM-31 / APHA 2540 D MODIFICADO	19,00
*SOLIDOS VOLATILES	mg/L	203	APHA 2540 E	-



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE



1 1/1



**B.F. ALICIA CEPA**  
 JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
 Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

---

**INFORME**

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	1.7X10 <sup>4</sup>	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:  
 NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro



Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE



1 1/1



**B.F. MAGALY CHASI – MsC.**  
 JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA

RMI-4.1-04

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
 Telefax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Anexo 8. Resultado de análisis fisicoquímico de la Zona Media



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48976  
ORDEN DE TRABAJO No. 61278

SOLICITADO POR:	JARAMILLO AMPARITO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	MIRASIERRA		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	ZONA MEDIA		
FECHA DE RECEPCIÓN:	08/05/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	16H23
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 09/05/2019 AL 28/05/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	28/5/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	POCO TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	<5	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	-
DQO	mgO2/L	<8	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	-
FOSFORO TOTAL	mg/L	3,0	MAM-15, MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	12,60
NITRATOS (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	1,7	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22,30
NITRITOS (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,116	MAM-81 / COLORIMETRICO HACH 375 MODIFICADO	21,00
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	260	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	4,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	<8	MAM-31 / APHA 2540 D MODIFICADO	-
* SOLIDOS VOLATILES	mg/L	143	APHA 2540 E	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos, en el alcance de la acreditación del SAE\*



B.F. ALICIA CEPA  
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

2 / 11

RAM-4.1.04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sabral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Teléfax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	1.3X10 <sup>3</sup>	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:  
NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con ( \* ) NO están incluidos, en el alcance de la acreditación del SAE\*



B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA

2 / 11

RMI-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sabral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Teléfax: 3216-740 - Web: www.facquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Anexo 9. Resultados de análisis fisicoquímicos de la Zona Alta



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS  
OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS

INF. LAB. AMB 48977  
ORDEN DE TRABAJO No. 61278

SOLICITADO POR:	JARAMILLO AMPARITO		
DIRECCION DEL CLIENTE:	MIRASIERRA		
MUESTRA DE:	AGUA		
DESCRIPCIÓN:	ZONA 6		
FECHA DE RECEPCIÓN:	08/05/2019	HORA DE RECEPCIÓN:	16H23
FECHA DE ANÁLISIS:	DEL 09/05/2019 AL 28/05/2019		
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA:	28/5/2019		
CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA			
CARACTERÍSTICA:	TURBIA	ESTADO:	LIQUIDO
		CONTENIDO:	1 GALON
OBSERVACIONES:	* Los resultados se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al personal técnico del OSP. * La fecha de recepción corresponde a la fecha en la que se emite la orden de trabajo.		

RESULTADOS				
PARAMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODOS	INCERTIDUMBRE %
DBO5	mgO2/L	<5	MAM-38 / APHA 5210 B MODIFICADO	-
DQO	mgO2/L	<8	MAM-23A / MERCK 112,28,29,132 MODIFICADO	-
FOSFORO TOTAL	mg/L	6,7	MAM-15, MAM-17 / APHA 4500-P C y/o C y E MODIFICADO	12,60
NITRATOS (N-NO <sub>3</sub> )	mg/L	4,5	MAM-43 / APHA 4500-NO3 B MODIFICADO	22,30
NITRITOS (N-NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,355	MAM-81 / COLORIMETRICO HACH 375 MODIFICADO	-
SOLIDOS DISUELTOS	mg/L	280	MAM-30 / APHA 2540 C MODIFICADO	4,00
SOLIDOS SUSPENDIDOS	mg/L	38	MAM-31 / APHA 2540 D MODIFICADO	19,00
* SOLIDOS VOLATILES	mg/L	152	APHA 2540 E	-



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*



3 1/1

B.F. ALICIA CEPA  
JEFE DE AREA DE AMBIENTAL

RAM-4.1.04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

PARAMETROS	UNIDAD	RESULTADO	METODO
INDICE DE COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	1.3X10 <sup>3</sup>	MMI-12/SM 9221-E MODIFICADO

DATOS ADICIONALES:  
NMP/100ml: Número más probable de coliformes por 100 mililitro



Servicio de Acreditación Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE 1C 04-002, LABORATORIO DE ENSAYOS

Los ensayos marcados con (\*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE\*



3 1/1

B.F. MAGALY CHASI - MsC.  
JEFE DE AREA DE MICROBIOLOGIA

RMI-4.1-04



Dirección: Francisco Viteri s/n y Gilberto Gatto Sobral - Teléfonos: 2502-262 / 2502-456, ext. 15, 18, 21, 31, 33  
Telefax: 3216-740 - Web: www.facuquimuce.edu.ec - E-mail: laboratoriososp@hotmail.com

Anexo 10. Clasificación de clase etaria según altura y ancho

Clases etarias		
Tipo	Altura (m)	Anchura (m)
Pequeña	0.25 - 0.75	0.10 - 0.50
Mediana	0.76 - 1.75	0.51 - 1
Grande	1.76 - >3	1.01 - 3

Anexo 11. Clases etarias de especies encontradas

	NOMBRE CIENTÍFICO	CLASE ETARIA		
		PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE
ZONA BAJA	<i>Paspalum candidum</i> Kunth	X		
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	X		
	<i>Eragrostis nigricans</i> Kunth	X		
	<i>Solanum crinitipes</i> Dunal		X	
	<i>Solanum nigrescens</i> M. Martens & Galeotti	X		
	<i>Thunbergia alata</i> Bojer ex Sims			X
	<i>Amaranthus caudatus</i> L.		X	
	<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	X		
	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br.		X	
	<i>Cucurbita ficifolia</i> Bouché		X	
	<i>Sapium glandulosum</i> L.		X	
ZONA MEDIA	<i>Brachyotum ledifolium</i> (Desr.) Triana		X	
	<i>Duranta triacantha</i> Juss.		X	
	<i>Berberis hallii</i> Hieron			X
	<i>Cavendishia bracteata</i> Hoerold		X	
	<i>Oxalis lotoides</i> Kunth		X	
	<i>Hydrocotyle bonplandii</i> A. Rich.	X		
	<i>Buddleja bullata</i> Kunth		X	
	<i>Mimosa quitensis</i> Benth.			X
	<i>Sida rhombifolia</i> L.		X	
	<i>Conyza canadensis</i> L.		X	
	<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	X		
	<i>Trifolium spp.</i> L.	X		
	<i>Gynoxys hallii</i> Hieron		X	
	<i>Neonelsonia acuminata</i> (Benth.)	X		
<i>Adiantum concinnum</i> Humb	X			

	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill			X
	<i>Paspalum candidum</i> Kunth	X		
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	X		
ZONA ALTA	<i>Ageratina pichinchensis</i> Kunth	X		
	<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth		X	
	<i>Asplenium monanthes</i> L.	X		
	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth			X
	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.		X	
	<i>Rubus adenotrichos</i> Schldtl		X	
	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	X		
	<i>Phaseolus vulgaris</i> L.	X		
	<i>Viguiera quitensis</i> (Benth.)	X		
	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	X		
	<i>Veronica persica</i> Poir	X		
	Asteraceae Bercht. & J.	X		
	<i>Bidens andicola</i> L.	X		
	<i>Blechnum occidentale</i> L.	X		
	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth			X
	<i>Lochroma fuhsiioides</i> Kunth		X	
	<i>Alternanthera porrigens</i> (Jacq.) Kuntze	X		
	<i>Cyperus odorotus</i> L.	X		
	<i>Calceolaria crenata</i> Lam	X		
	<i>Cynanchum microphyllum</i> Kunth	X		
	<i>Paspalum candidum</i> Kunth	X		
	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. Ex Chiov.	X		
	<i>Eragrostis nigricans</i> Kunth	X		
	<i>Ageratina pichinchensis</i> Kunth	X		
<i>Fuchsia loxensis</i> Kunth		X		

Anexo 12. Esquema de plantación cerca de la quebrada



**LEYENDA**

Complejo Deportivo El Tingo se encuentra representado en color rosado.

Lotes/construcciones privadas de color naranja.

Río Ushimana de color azul.

Eucalipto, triángulo verde.

Pungal, triángulo naranja.

Anexo 13. Zona Baja



Anexo 14. Zona Media



Anexo 15. Zona Alta



