



# UNIVERSIDAD DE CUENCA

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Carrera de Ingeniería Agronómica**

**Impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la parroquia Cumbe**

*Trabajo de titulación previo a la obtención  
del título de Ingeniera Agrónoma*

**Autoras:**

**Ruth Gabriela García Guerrero**

CI: 0105309215

ruthgarcia4@hotmail.com

**Sandra Paulina Merchán Tepán**

CI: 0105403604

sandy16-94@hotmail.com

**Director:**

Ing. Hugo Alberto Cedillo Tapia. MSc.

CI: 0301482030

**Cuenca, Ecuador**

**25 de marzo de 2022**



## RESUMEN

Las fuentes hídricas abastecen de agua a todo el mundo, por esta razón es de suma importancia proteger las mismas garantizando condiciones aptas de calidad y cantidad. El objetivo de esta investigación fue determinar el impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la Parroquia Cumbe. En este trabajo se evaluó la regeneración natural de las especies, la calidad y la cantidad de agua. Se tomó en cuenta dos quebradas de investigación (Q1 y Q2). Para evaluar la regeneración natural se consideró 6 años de recuperación de la vegetación después de haber sido establecidas las protecciones. Se realizó el inventario de la vegetación, evaluando la diversidad en base a la riqueza, índice de Shannon, Simpson y densidad. Para determinar la calidad de agua, se tomó las muestras en las quebradas Q1 y Q2, y para la cantidad se realizó aforos por medio del método volumétrico. La composición de especies fue estadísticamente diferente entre los escenarios de investigación. Los promedios en riqueza diversidad y densidad fueron superiores en Q1 lo que marca una influencia positiva de las protecciones. Los datos obtenidos para cantidad de agua no presentaron diferencias significativas. Los parámetros de la calidad de agua, están dentro de rangos aceptables. La quebrada protegida Q1, mostró valores similares a la quebrada no protegida. Se recomienda considerar o especificar otros espacios de evaluación como la práctica de agricultura, ganadería o incluso la minería cerca de las fuentes hídricas, para tener certeza de los resultados a obtenerse en un futuro sobre la calidad de agua.

**Palabras clave:** Regeneración natural. Protecciones. Fuentes hídricas. Calidad de Agua.



## **ABSTRACT**

Water sources supply water to the whole world, for this reason it is of the utmost importance to protect them, guaranteeing suitable conditions of quality and quantity. The objective of this research was to determine the impact generated by the protection and recovery of vegetation on the quality of water in sources of water importance in the Cumbe Parish. In this work, the natural regeneration of the species, the quality and the quantity of water were evaluated. Two research streams (Q1 and Q2) were taken into account. To evaluate natural regeneration, 6 years of vegetation recovery were considered after the protections had been established. The inventory of the vegetation was carried out, evaluating the diversity based on the richness, the Shannon index, Simpson and density. To determine the quality of water, samples were taken in the Q1 and Q2 streams, and for the quantity, gauging was carried out by means of the volumetric method. Species composition was statistically different between the research scenarios. The averages in richness, diversity and density were higher in Q1, which indicates a positive influence of the protections. The data obtained for amount of water did not show significant differences. The water quality parameters are within acceptable ranges. The protected stream Q1 showed similar values to the unprotected stream. It is recommended to consider or specify other evaluation spaces such as the practice of agriculture, livestock or even mining near water sources, to be certain of the results to be obtained in the future on water quality.

**Keywords:** Natural regeneration. Protections. Hydrical sources. Water Quality.



## Tabla de contenido

ÍNDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ANEXOS .....	8
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA.....	9
1. INTRODUCCION .....	17
2 REVISIÓN LITERARIA .....	19
2.1. <i>Regeneración natural</i> .....	20
2.2. <i>Composición Florística</i> .....	21
2.3. <i>Evaluación de la importancia ecológica</i> .....	23
2.4. <i>El agua</i> .....	25
2.4.1. <i>Calidad del agua</i> .....	26
2.4.2. <i>Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua</i> .....	29
3. OBJETIVOS .....	35
3.1. <i>Objetivo General:</i> .....	35
3.2. <i>Objetivos Específicos:</i> .....	35
4. HIPOTESIS.....	35
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	36
5.1.1. <i>Hidrografía</i> .....	37
5.2. METODOLOGÍA.....	38
5.2.1. <i>Metodología para objetivo Uno “Evaluar la regeneración natural de la vegetación en dos captaciones de agua dentro del áreas de recarga hídrica, para el sistema de agua de la parroquia Cumbe”</i> .....	38



5.2.2.	<i>Metodología para objetivo dos: “Comparar la cantidad y calidad de agua, en las captaciones para el sistema de agua de la parroquia Cumbe”</i> .....	41
6.	<b>RESULTADOS</b> .....	47
7.	<b>DISCUSIÓN</b> .....	55
8.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	59
9.	<b>REVISION BIBLIOGRAFICA</b> .....	60
10.	<b>ANEXOS</b> .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> cuadro de referencia de valores para determinar la calidad de agua .....	29
<b>Tabla 2:</b> parámetros a evaluar para la regeneración natural.....	41
<b>Tabla 3:</b> puntos de muestreo para análisis de calidad de agua.....	42
<b>Tabla 4:</b> parámetros evaluados en la calidad de agua. ....	44
<b>Tabla 5:</b> factores y tratamientos evaluados.....	45
<b>Tabla 6:</b> especies indicadoras identificadas en los dos escenarios de estudio.. ....	47
<b>Tabla 7:</b> resultado de los análisis de riqueza para q1 y q2.....	48
<b>Tabla 8:</b> valores de abundancia, dominancia, frecuencia, relativos y índice de valor importancia, registrados en la quebradas de estudio .....	49



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> ubicación de la zona de estudio.....	37
<b>Figura 2</b> mapa de la zona de muestreo.....	39
<b>Figura 3:</b> puntos de muestreo para análisis de agua.....	45
<b>Figura 4:</b> nmms para visualizar la disimilitud de la composición de especies entre los dos escenarios de investigación q1 y q2.....	47
<b>Figura 5:</b> promedios $\pm$ error estándar para alcalinidad total, considerando el factor de temporada (a) y protección (b) registrados en las quebradas de estudio. Q1: con protección; q2: sin protección.....	50
<b>Figura 6:</b> promedios $\pm$ error estándar para dureza total, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano.....	51
<b>Figura 7:</b> promedios $\pm$ error estándar para dureza magnésica, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano.....	52
<b>Figura 8:</b> promedios $\pm$ error estándar para magnesio, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano.....	53



## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1:</b> zona de estudio (gañadel).....	69
<b>Anexo 2:</b> protecciones .....	69
<b>Anexo 3:</b> establecimiento de parcelas .....	70
<b>Anexo 4</b> recolección de muestras de vegetación .....	71
<b>Anexo 5:</b> resultados de índice de valor importancia por especie (ivi's).....	71
<b>Anexo 6:</b> toma de muestras de agua .....	73
<b>Anexo 7:</b> cadena de custodia .....	73
<b>Anexo 8:</b> caudales.....	74
<b>Anexo 9:</b> análisis de agua mes de agostoanexo 7: analisis de agua mes de agosto .....	75
<b>Anexo 10:</b> análisis de agua mes de octubre .....	79





## **ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA**

ETAPA EP: Empresa pública Municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca.

ONGs: Organizaciones no gubernamentales.

ANOSIM: Análisis de Similitudes.

NMDS: Análisis de escalamiento multidimensional no métrico.

MLG. Modelos lineales generalizados.

ICA: Índice de calidad de agua.

SDT: Solidos disueltos totales.



Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Ruth Gabriela García Guerrero, autora del trabajo de titulación **“Impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la parroquia Cumbe”**, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de marzo de 2022

---

Ruth Gabriela García Guerrero

C.I: 0105309215



### Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Ruth Gabriela García Guerrero en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la parroquia Cumbe”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de marzo de 2022

---

Ruth Gabriela García Guerrero

C.I: 0105309215



### Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Sandra Paulina Merchán Tepán, autora del trabajo de titulación **“Impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la parroquia Cumbe”**, certifico que todas la ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 25 de marzo de 2022

---

Sandra Paulina Merchán Tepán

C.I: 0105403604



### Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Sandra Paulina Merchán Tepán en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación **“Impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la parroquia Cumbe”**, de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 25 de marzo de 2022

---

Sandra Paulina Merchán Tepán

C.I: 0105403604



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la vida, por brindarme la sabiduría y paciencia para no decaer y lograr esta meta.

Agradezco a la Universidad de Cuenca por abrirme la puerta y darme la oportunidad de culminar la carrera, y a todos los profesores que hicieron parte de esta linda experiencia, apoyándome con sus enseñanzas y sus sabios consejos.

Un Agradecimiento especial a mi tutor el Ing. Hugo Cedillo por el apoyo brindado durante la investigación. De igual manera agradezco al Ing. Oswaldo Jadán, Ing. Pablo Borja e Ing. Jorge García, por cada una de sus aportaciones para mejorar este trabajo, mis más sinceros agradecimientos.

También agradezco al Ing. Eduardo Tacúri e Ing. Eduardo Chica, por siempre estar prestos a resolver cualquier inquietud o problema, por ser más que docentes, amigos.

Agradezco a la empresa ETAPA-EP por permitirnos trabajar en sus laboratorios y sobre todo el apoyo brindado por el Ing. Ángel Peralta y la Dr. Cecilia Arízaga, los cuales fueron muy valiosos en esta investigación. Y de igual manera un agradecimiento al GAD de la parroquia Cumbe por su apoyo en esté trabajo.

Agradezco a mis amigos, quienes me enseñaron la verdadera amistad y permanecieron a mi lado apoyándome y haciendo más ameno este camino, especialmente a Karlita, Ma. Augusta y Alberto.

Agradezco a Paulina, por ser mi compañera de tesis y mi amiga, por ser mi apoyo, por su paciencia y perseverancia. ***Gabriela García***



Agradezco a Dios por darme la vida y sabiduría para continuar cumpliendo mis metas profesionales como personales.

A la Universidad de Cuenca permitirme formar parte de ella forjando en el valor de respeto e igualdad.

Agradezco a mi familia por ser un pilar para mí y confiar en la capacidad de superación siendo ellos mi orgullo dando gracias a dios por tenerlos junto a mi lado.

Quiero agradecer a cada uno de los profesores que formaron parte de este largo camino que gracias a sus conocimientos hemos salido adelante, más que profesores son nuestros amigos. De manera especial al Ingeniero Hugo Cedillo, Ingeniero Oswaldo Jadàn, Ingeniero Jorge García, e Ingeniero Pablo Borja por guiarnos en el proceso de este trabajo de titulación.

Agradezco al ingeniero Ángel peralta y por medio de el a la empresa ETAPA EP por brindarnos sus instalaciones y laboratorios para el desarrollo las actividades.

Agradezco a mis compañeros que compartimos las aulas de aprendizaje, de manera especial a Vilma, Gloria gracias por su apoyo y compartir experiencias que me ayudaron en mi desarrollo.

A mi compañera de trabajo Gaby, gracias al apoyo mutuo logramos cumplir nuestro sueño tan anhelado, demostramos que con firmeza y entrega los sueños se pueden cumplir.

***Paulina Merchán***



## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Isabel y Leonel, por creer en mí, por darme la oportunidad y las herramientas para superarme, por guiar mis pasos y darme las fuerzas para no decaer. A mis hermanos Diego y Mateo, por todos sus consejos, por ayudarme cada vez que necesitaba, por brindarme alegría, seguridad y confianza.

A mi esposo Felipe, por ser un pilar fundamental en mi vida, por el amor y confianza depositados en mí, porque nunca me ha dejado sola.

Especialmente a mi hijo Isaac, por enseñarme lo más lindo de la vida y por ser mi mayor motivación para seguir adelante.

A todos ellos dedico este trabajo.

### ***Gabriela***

El presente trabajo está dedicado a mis hijos Danna y Gael por enseñarme el sentido de la vida y darme la fuerza por continuar adelante siento mi mayor motivación.

A mi madre, Cecilia por demostrarme que en la vida se puede lograr lo que se propone solo depende de la dedicación y perseverancia, que a pesar de las dificultades siempre nos sacó adelante con su ejemplo.

A mi esposo Leonel, por ser el apoyo incondicional durante mis estudios y demostrar que donde hay confianza, amor y sinceridad se puede cumplir las metas planteadas.

A mi familia en general que supieron darme el apoyo incondicional y siempre hubo esas palabras de aliento para no rendirme, en especial a mis queridos Tíos, y Tías.

### ***Paulina***





## 1. INTRODUCCION

En Latinoamérica, las fuentes de agua que abastecen a las ciudades más grandes están cubiertas en el 40% por bosques, 30% por tierras de cultivo, 20% por pastizales y 10% por otros usos de la tierra (Yañez, 2018). En gran parte, la cuenca alta colectora de las aguas utilizadas en las ciudades aún de carácter rural, particularmente las ubicadas en los Andes; estas cada vez sufren de mayores presiones antrópicas (UNESCO, 2017). La presión proviene del cambio del uso del suelo, que frecuentemente pasa desde bosques primarios a suelo agrícola, para la producción forestal y otras actividades económicas. Esto sucede frecuentemente en la región andina de Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, Venezuela y casi toda Centroamérica y México (Yañez, 2018). En estos países, la calidad de agua es un tema que preocupa cada vez más en países de todo el mundo por motivos como la salud de la población, el desarrollo económico nacional y la calidad ambiental de los ecosistemas (Chávez, 2018).

Generalmente, los contaminantes son la causa más importante de la pérdida de calidad del agua en todo el mundo (UNESCO, 2017). El crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor (Torre, 2017). Para el año 2030 el mundo tendrá que afrontar un déficit mundial del 40% de agua (UNESCO, 2017). Las autoridades del sector de abastecimiento de agua y saneamiento, los gobiernos locales y las empresas de agua buscan en soluciones basadas en la naturaleza, conocidas en algunos países como infraestructura verde (Yañez, 2018). En la actualidad, existen datos puntuales levantados por Universidades, Empresas de Agua y ONGs en la provincia del Azuay. Estos datos demuestran altos grados de



contaminación orgánica relacionada a la presencia de coliformes fecales y sedimentos provenientes de áreas deforestadas (Calle, 2012).

La parroquia Cumbe posee muy pocas zonas boscosas, de las cuales una población de 1500 familias se beneficia del recurso hídrico que estos bosques proporcionan. Sin embargo, estas zonas han sido intervenidas por acciones antrópicas como la actividad industrial, actividades agrícolas y pecuarias, lo cual disminuye o empeora su calidad y reduce el caudal del agua (Vizñay, 2015). En este lugar, de estudio se puede notar mayor actividad pecuaria junto o cerca de las zonas de recarga hídrica. Estudios recientes muestran que el agua es contaminada por excretas ganaderas las cuales llegan al recurso directamente a través de escurrimientos, infiltraciones y percolación profunda en las granjas. También es afectada indirectamente por escorrentías y flujos superficiales desde zonas de pastoreo y tierras de cultivo (Vizñay, 2015).

Bajo los antecedentes mencionados se desarrolló la presente investigación en donde se estudió de la calidad, cantidad de agua y su relación con la regeneración natural en áreas de recarga hídrica que abastecen al sistema de agua potable Cumbe. Se evaluaron parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en el agua además de la identificación y clasificación de plantas por familia, género y especie. En este estudio se destacó la importancia del manejo adecuado del recurso hídrico y el cuidado de la diversidad natural a lo largo de los afluentes.



## 2 REVISIÓN LITERARIA

Según Dudley (2008), las áreas ecológicas son espacios claramente definidos reconocidos y gestionados para la conservación a largo plazo de la naturaleza. En el Ecuador estas áreas representan el 20% del territorio nacional (Tapia, 2010), que están a cargo de diferentes entidades encargadas de realizar su respectivo manejo.

Los bosques son tierras boscosas consideradas como una comunidad vegetal que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel de 5 a 10%. Estos son capaces de alcanzar esta altura como mínimo cabe recalcar que a través del tiempo la extinción de estas áreas se han visto disminuidas (FAO, 2015). El bosque es uno de los recursos naturales más importantes con que cuentan el Ecuador, constituye una unidad ecosistémica formada por árboles, arbustos y demás espacios vegetales y animales resultado de un proceso ecológico espontáneo que se interrelaciona con otros recursos como el agua, biodiversidad, suelo, aire y paisaje (Blanco, 2016).

El páramo es un ecosistema natural sobre el límite de bosque cerrado en los Andes del Norte, dominado por pajonales, arbustales, humedales y pequeños bosquetes. Es un ecosistema de clima frío y es muy frágil a los cambios en el uso de la tierra, por lo que su potencial para el uso productivo es, en términos generales, muy limitado. Sin embargo, mucha gente de una gran riqueza cultural, pero el problema económico hace que se aproveche los recursos de este paisaje. Al mismo tiempo, una gran población aguas abajo aprovecha indirectamente, aunque de manera sustancial, especialmente a través de su servicio ambiental hídrico (Santos & Molina, 2012).



Los Biocorredores son espacios del territorio en los que se recupera la conectividad ecológica, articula hábitats fragmentados, incorpora al paisaje actividades productivas sostenibles y propicia la asociatividad. Se busca extender estrategias de intervención a un territorio mayor, amplía el impacto del trabajo de las comunidades y otros actores sociales e institucionales. Desde este enfoque, las áreas de conservación no son aisladas de las comunidades que viven en su entorno, por el contrario, estas son el actor principal de una nueva sustentabilidad (Díaz & Vera, 2015).

### **2.1.Regeneración natural**

La regeneración podría verse como un ciclo complejo y continuo de procesos ecológicos como la polinización, germinación de semillas y el establecimiento de plantas acompañado de otros factores. La germinación de las semillas en la regeneración se ve afectado por varios factores como dispersión por animales, viento y agua (Muñoz, 2017).

A la regeneración natural se la considera un proceso complejo y continuo que empieza desde la polinización hasta el establecimiento de la planta, durante este proceso se ve afectado por la variación espacial de las mismas (Norden, 2014). Existen diversos factores que influyen en el crecimiento y regeneración. Los cuales varían de acuerdo a cada una de las especies y estas dependen de parámetros como: la forma de crecimiento, medios físicos, calidad del suelo y agua. Estos afectan directamente al desarrollo y crecimiento de las plantas duran la regeneración natural (FAO, 2001).

La evaluación de la regeneración natural está relacionada con la cuantificación



natural en masas forestales, independientemente del método a utilizar. Es aplicada en masas regulares porque la cuantificación de la regulación en masas irregulares tiene aspectos inseparables, en cualquiera de las dos maneras se trata de evaluar la densidad de las áreas de estudio (Canales et al., 2013).

## 2.2. Composición Florística

Los estudios de composición florística, permiten conocer las especies de un área geográfica, su distribución y fisonomía. También tienen impacto sobre la conservación del ambiente, porque se consigue una visión más amplia de los mecanismos biológicos que allí operan. Con ello se logran propagar las especies encontradas y preservar las condiciones ecológicas que permitan su existencia (López Vargas et al., 2015).

La composición florística se ve afectada por factores ambientales como la humedad, temperatura entre otros, factores físicos como la estructura del suelo y su composición y factores biológicos como la fauna existente en el lugar (Jadán et al., 2021a). Esta tiene una relación directa que genera resultados tanto positivos como negativos. Además de considerar los rangos altitudinales y topográficas lo que permite diferenciar la variación de la vegetación (Quiroz, 2016). Durante el estudio de composición florística se debe considerar los siguientes índices:

**Índice de diversidad y similitud.** Este parámetro nos permite diferenciar las diferentes comunidades con base a su riqueza florística ya sea para su restauración o conservación. También se la considera como una manera de mitigar la pérdida de la biodiversidad. Estos índices son herramientas para analizar las comunidades ecológicas, lo que genera cada índice una respuesta diferente (Tepán & Toledo, 2016).



**Índice de Shannon.** Este índice mide la diversidad de especies y la varianza de los mismos en los diferentes escenarios para lo que es recomendable comparar en diferentes hábitats (Tepán & Toledo, 2016).

Su ecuación es:

$$H' = - \sum_{I=1}^S P_i \ln (P_i)$$

**Dónde:**

H' = Índice de Shannon

S = Número total de especies en el muestreo

P<sub>i</sub> = Abundancia Proporcional de la i-ésima especie

**Índice de Simpson.** Está relacionado con la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de las mismas especies. Afín con las especies dominantes (Suarez & Laserna, 2016).

$$S = \frac{1}{\sum \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}$$

**Donde:**

S = Índice de Simpson.

N = Número total de individuos.

N<sub>i</sub> = Número de individuos de la misma especie.



### 2.3. Evaluación de la importancia ecológica

Para realizar la evaluación de la importancia ecológica se necesitan dos índices, el Índice de Valor de Importancia por especie (IVI) y el Índice de Valor de Importancia por familia (IVIF). Estos dos índices son los que nos posibilitan el poder comparar el peso ecológico o la importancia ecológica relativa de cada especie y familia dentro de un tipo de bosque, y revela el valor en la comunidad vegetal. La obtención de los índices de valor de importancia similares para las especies indicadoras, sugieren la igualdad o semejanza, en composición y estructura entre sitios (Gutiérrez et al., 2015).

**Índices de valor de importancia por especie (IVI's).** Este índice proporciona la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. Está constituido por la suma de tres parámetros relativos, las cuales son la abundancia relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa y se expresa como:

$$IVI's = \frac{Dr + Fr + Ar}{3}$$

**Dónde:**

Dr=Dominancia relativa

Fr = Frecuencia relativa

Ar = Abundancia relativa

**Abundancia relativa.** Indica el % de participación que tiene cada una de las especies en una determinada área y se expresa como la relación porcentual entre el número de individuos de una especie determinada con el total de individuos en un área



determinada. Además, el medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales (Sonco, 2013).

$$Ar = \left( \frac{Ni}{\Sigma N} \right) x 100$$

**Frecuencia.** Se define como la probabilidad de encontrar un atributo por ejemplo una especie en una unidad de área muestreada. Mide la dispersión de las especies dentro del hábitat, es decir que la frecuencia es una expresión de la regularidad de la distribución de cada especie sobre el terreno (Sonco, 2013).

$$F = \left( \frac{a}{A} \right) x 100$$

**Dónde:**

a= número de apariciones de una determinada especie

A= número de apariciones de todas las especies

**Frecuencia relativa.** La frecuencia relativa es la relación que existe entre la frecuencia absoluta de una determinada especie en relación a la sumatoria de las frecuencias absolutas, expresada en porcentaje (Sonco, 2013).

$$Fr = \left( \frac{Fi}{\Sigma F} \right) x 10$$

**Dónde:**

Fi= Frecuencia absoluta de la especie i





$\Sigma F$ = Sumatoria de las frecuencias absolutas de todas las especies de la parcela

**Dominancia relativa.** Dominancia es la cobertura de todos los individuos de una especie, medida en unidades de superficie. Mientras que dominancia relativa es la dominancia de una especie, referida a la dominancia de todas las especies.

$$Dr = \left( \frac{\text{Dominancia de la } sp}{\text{dominancia de todas las spp}} \right) \times 100$$

#### 2.4. El agua

El agua es el líquido vital esencial para la vida e importante para desarrollo de las sociedades. Esta cubre el 70% de la superficie del planeta (Cirelli, 2012). Durante muchos años se ha considerado el agua para darle cualquier uso sin tener en cuenta la calidad o la necesidad para los usos ambientales. Dentro de los usos de mayor demanda del agua se encuentra la Agricultura y para el consumo humano. Por ende es de importancia tanto en calidad y seguridad al ser suministrada (Martínez et al., 2019) . Según la OMS, (2012) nos dice que el agua no solo depende de la cantidad suministrada sino de la calidad de la misma.

**Fuentes de agua - Fuentes subterráneas.** La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares. Lo curioso de las fuentes subterráneas están libres de gérmenes y microorganismos dañinos para la salud. Es decir, las aguas subterráneas pueden considerarse aptas para el consumo humano. Sin embargo, es recomendable hacer estudios clínicos de la misma, y llevar a cabo algún proceso de purificación para considerarla 100% potable (Garcia & Vera, 2021).



**Fuentes superficiales.** Estas están constituidas por el agua de los lagos, ríos, arroyos, etc. Debido a la agricultura, ganadería, la industria y a la sobrepoblación, en muchas ocasiones el agua superficial está contaminada, por lo que debe pasar por un proceso de purificación para el consumo humano. Conocer qué tipos de fuentes de agua existen en nuestra naturaleza nos lleva a apreciar y cuidar este recurso, y saber cuándo es apta para el consumo, y cuándo debe ser tratada para considerarse potable (Lozada et al., 2009).

Dentro de las aguas superficiales encontramos las aguas loticas o corrientes. Estas son masas de agua que se mueven siempre en una misma dirección como ríos, riachuelos, arroyos, quebradas, etc. (Lozada et al., 2009).

#### **2.4.1. Calidad del agua**

El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria (USGS, 2017). Los factores que determinan la calidad del agua son: las características químicas, físicas y biológicas (Baque-Mite et al., 2016). Es evidente que no es necesario que reúna los mismos requisitos un agua destinada al consumo humano que una destinada al riego (Orellana & Lalvay, 2018).

Es importante establecer tratamientos y límites necesarios para los diferentes usos y actividades, y de este modo garantizar una buena calidad de vida para todos los ciudadanos, a la vez que cuidamos y respetamos el medio ambiente (Vega & Ortega, 2017). El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de



producción y consumo humano (Baque-Mite et al., 2016).

En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (FAO, 2006).

Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas está el aumento y concentración de la población. A esto se suma las actividades productivas no adecuadas (prácticas agrícolas expansivas), presión sobre el uso inadecuado del agua, mal uso de la tierra. También sobresale la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas sin tratar, y carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales (Galárraga, 2000). Los efectos que se produce en el agua es la contaminación microbiológica con la transmisión hídrica de enfermedades y pérdida de la capacidad productiva de los suelos regados (Dolnicar & Hurlimann, 2010).

**Importancia de la calidad del agua.** Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas. Aunque el recurso hídrico sea constante, la calidad de la misma disminuye rápidamente, como consecuencia de la contaminación de las fuentes de agua, lo cual genera el estrés hídrico. El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarían enfermedades en la salud pública (Londoño, 2006).



**Monitoreo de la calidad de agua.** El monitoreo de calidad de agua es una herramienta de vital importancia para la gestión ambiental, que permite evaluar las tendencias temporales y espaciales de la calidad o estado del ambiente. El monitoreo de calidad de agua permite implementar acciones “a priori” lo cual evita que la degradación ambiental continúe e incremente.

El programa de monitoreo ambiental permite establecer indicadores de cumplimiento ambiental durante la ejecución del proyecto, así como el control y la mejora continua en sus operaciones (Tovar et al., 2008). El monitoreo de agua se considera “un parámetro o un valor derivado de parámetros, que sugiere, proporciona información acerca de, o describe el estado de un fenómeno, el medio ambiente o un área, con un significado que se extiende más allá de que estén directamente vinculados con el valor de un parámetro”. Al aplicar esto a la gestión hídrica, se podría definir un indicador de la calidad del agua como “un parámetro o valor derivado de parámetros que sugiere, proporciona información de o describe el estado de calidad de las aguas que se estén estudiando” (Tovar et al., 2008).

**Parámetros que determinan la calidad de agua.** La calidad del recurso puede verse afectada por factores tanto físicos, químicos y biológicos. Entre estos resaltan el aumento de la población humana, la masiva urbanización que afecta no sólo a grandes centros urbanos, el vertimiento de nuevos patógenos y productos químicos empleados en las diversas industrias. También sobresale el cambio climático y el crecimiento de especies invasoras en los ecosistemas (Quim, 2017).

**Parámetros físicos.** Dentro de estos parámetros debemos considerar: color real, conductividad, sólidos disueltos totales (SDT), turbiedad y temperatura. Estos se



consideran muy importantes ya que colaboran en el mantenimiento y/o degradación de la calidad del agua.

**Parámetros químicos.** Los parámetros más importantes para la calidad del agua son: el oxígeno disuelto, pH, dureza, Demanda Biológica de oxígeno y demanda química de oxígeno. Conjuntamente estos parámetros mencionados ayudaran a determinar la calidad de agua.

*Tabla 1: Cuadro de referencia de valores para determinar la calidad de agua*

PARAMETROS	METODO	UNIDAD
ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	mgCaCO <sub>3</sub> /l
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	mgCaCO <sub>3</sub> /l
DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	mgCaCO <sub>3</sub> /l
DUREZA MAGNESICA	POR DIFERENCIA	mgCaCO <sub>3</sub> /l
CALCIO	POR DIFERENCIA	
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO <sub>3</sub> – E	mgN/l
pH	PEE/LS/FQ/07	

Realizado por: Autoras  
Fuente. ETAPA-EP

#### 2.4.2. Factores que influyen en la cantidad y calidad del agua

**Uso del suelo.** Los cambios en el uso de la tierra sobre la calidad del agua han sido ampliamente comprobados. Estos provocan alteraciones en los regímenes hídricos, cambios dramáticos de la calidad y cantidad del agua, especialmente al uso potable

Las prácticas de manejo en el uso de la tierra tienen una influencia muy fuerte en la calidad y cantidad del agua. Se dice que el 80% del deterioro de la calidad del



agua, se debe a sedimentos suspendidos, en su mayoría provenientes de la erosión de suelos como producto de presencia de urbanizaciones, deforestación, actividades agrícolas y ganaderas. Estas últimas actividades son las que mayor impacto causan en la calidad del agua (Auquilla et al., 2005).

El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad. Por lo tanto el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos (Auquilla et al., 2005).

Los impactos de las prácticas del uso de la tierra se pueden agrupar en dos categorías: impactos sobre los valores de uso y valores de no uso. Los valores de uso pueden ser consuntivos, por ejemplo, el riego y el uso doméstico, y no consuntivos, como el transporte. Las masas de agua y las zonas de ribera pueden tener también valores de usos no significativos, por ejemplo, almacén y hábitat de biodiversidad (Auquilla et al., 2005).

**La actividad ganadera.** La ganadería es una de las prácticas de uso de la tierra más comunes, con impactos sobre la calidad del recurso hídrico. Cuando se da un sobrepastoreo, es un efecto muy negativo desde el punto de vista bacteriológico y químico. Generalmente este efecto se observa en lugares de alta precipitación, fuertes pendientes, cercanos a fuentes de agua. Los contaminantes provenientes de estas áreas son arrastradas con facilidad y rapidez hacia los cuerpos de agua. El impacto más



significativo se da en el caso de que estas fuentes hídricas estén desprovistas de cobertura vegetal, o la ausencia de una zona de amortiguamiento. Esto se debe a que las corrientes arrastran microorganismos patógenos, nutrientes y sólidos suspensos (Chagas et al., 2007).

Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados. Asimismo, la contaminación de las aguas superficiales por nutrientes provenientes de áreas de pastoreo afecta la calidad del agua (Flores, 2016).

Es por ello que un efecto sobre la calidad del agua se da por la intensidad del sobrepastoreo, ya que afecta la densidad del suelo, con el incremento del pisoteo. De tal forma que, al ocurrir una lluvia o riego, la capacidad de almacenamiento del suelo es superada fácilmente e inevitablemente ocurrirá arrastre de nutrientes. Esto se da por efecto de la escorrentía y lixiviación a las fuentes de agua (Chagas et al., 2007).

Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Es afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (Flores, 2016).

**Actividad agrícola.** La agricultura constituye una de las actividades más practicadas en el mundo, particularmente en áreas rurales. Su impacto sobre la calidad del agua es



de mucha importancia. Aproximadamente el 70% de los recursos hídricos del mundo son usados por la agricultura, lo cual significa el principal factor de la degradación de éstos, como consecuencia de la erosión y de la escorrentía química. La agricultura es el mayor usuariodel agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía con productos proveniente de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por repercusiones en la calidad del agua a escala mundial (Bracho et al., 1993).

La agricultura tiene un fuerte impacto sobre el ambiente, especialmente sobre las condiciones de las aguas superficiales y subterráneas. También es considerada como una fuente importante de contaminación en las aguas dulces de América Latina. Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (Moreano & Mishel, 2015).

En la actualidad, los organismos dedicados a determinar la calidad de agua realizan muestreos más diversos. Estos incluyen agua, sedimento y biota, con la finalidad de determinar con mayor precisión los plaguicidas que se encuentran en el medio acuático (Chagas et al., 2007). La contaminación de aguas superficiales está íntimamente relacionada con el proceso de pérdida de suelos, por el arrastre de sedimentos debido a la agricultura. Ésta posee dos dimensiones principales: la dimensión física, consistente en la pérdida de la capa arable del suelo, y la





degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y cárcavas que provocan los altos niveles de turbidez. De igual manera al usar estiércol de ganado como abono en la agricultura, una porción significativa de amonio puede ser transportada a los cuerpos de agua por escorrentías de los campos agrícolas (Barceló, 2010).

### **Actividades humanas**

La deforestación exagerada que se ha dado por parte del hombre ha eliminado las masas boscosas, lo cual ha sido causa principal en el caudal de los ríos. Es decir, se refleja en la más rápida evacuación del agua y en la calidad de la misma. La acumulación de aguas contaminadas se da a través de dos fenómenos: las aguas de lluvias que se escurren por el suelo y el subsuelo. Luego, arrastran sub productos de las actividades humanas que cambian su calidad natural.

El agua usada en el consumo humano y riego, luego de ser usada y transformada su calidad físico- química, son reintegradas a los cuerpos de aguas naturales. El deterioro de la calidad causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos. Así induce la efectiva disponibilidad e incrementa la competencia por agua de calidad (Londoño, 2006).

**Cobertura vegetal.** La falta de cobertura vegetal aumenta la escorrentía, agrava el efecto de la lluvia sobre el suelo, lo cual permite que esta aumente, se rompan los agregados del suelo y que con mayor facilidad las aguas las transporten. Esto evidencia que el estado del suelo y de la vegetación eleva el material particulado y la



tasa de sedimentos arrastrados. La alta cantidad de sedimentos que transportan estas corrientes por la erosión significa disminuir la calidad del recurso agua, limitan su uso en procesos industriales, hidro energéticos, de irrigación en zonas agua abajo. Además significa un mayor costo en su purificación para el consumo humano (Villegas, 2004).

Otros factores que afectan la cantidad y calidad del agua son las prácticas de manejo forestal que se realizan en terrenos. Esto se da cuando el manejo forestal cambia la producción del área que afecta los niveles de las corrientes externas e internas que provoca sedimentación de los canales de riego, incremento de avenidas, riesgos y daños por inundaciones. Una atención singular merece la cobertura forestal y principalmente la boscosa, la cual es fundamental para garantizar la calidad de agua y niveles aceptables de escurrimiento y conservación de suelos (Villegas, 2004).

El bosque cuando está intacto, el agua se mantiene limpia y existen en grandes cantidades. Opuestamente, cuando existe la necesidad de talar los árboles con el objetivo de sembrar, obtener leña, incremento de infraestructura, manejo de la ganadería al aire libre, se tiene un agua con exceso de sedimentos. Bajo estas circunstancias, la cuenca poco a poco se degrada a tal nivel que hay cauces donde ya no fluye el agua (Londoño, 2006).



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1.Objetivo General:**

Determinar el impacto generado por la protección y recuperación de la vegetación sobre la calidad de agua en fuentes de importancia hídrica de la Parroquia Cumbe.

#### **3.2.Objetivos Específicos:**

- Evaluar la regeneración natural de la vegetación en dos captaciones de agua dentro del áreas de recarga hídrica, para el sistema de agua de la parroquia Cumbe.
- Comparar la cantidad y calidad de agua, en las captaciones para el sistema de agua de la parroquia Cumbe.

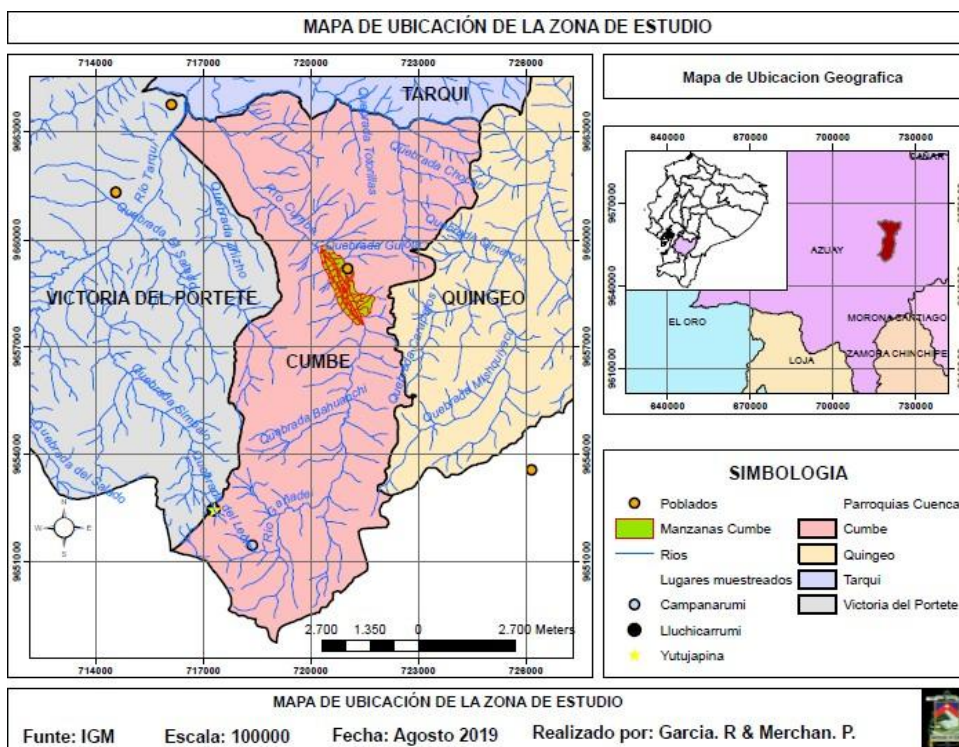
### **4. HIPOTESIS**

Las protecciones de fuentes de agua dentro de áreas de recarga hídrica mejoran la calidad y cantidad de agua con potencialidades para consumo humano.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Área de estudio

La investigación se realizó en la parroquia Cumbe que se encuentra ubicada al Sur del Cantón Cuenca de la Provincia del Azuay. Esta parroquia está situada a 27 km de la ciudad de Cuenca. Su área de recarga hídrica se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM: 717000E – 9663000N y 724000E – 9649000N. La altitud de la parroquia es variada, oscila entre los 2640 m.s.n.m a 3460 m.s.n.m. El tipo de formaciones vegetales y los usos del suelo son cambiantes. Esto configura fisiográficamente una gran unidad ambiental, cuya característica principal es de recarga hídrica, con presencia de humedales y especies de flora y fauna, nativas y endémicas, usos del suelo y conflictos por especies invasoras o uso inapropiados del suelo (Quiroz, 2016).





*Figura 1 Ubicación de la zona de estudio*

**Fuente: Geoportal del IGM**

**Los límites son de la parroquia son: Norte:** Parroquia Tarqui; **Sur:** Parroquia Jima del Cantón Sigsig y El Cantón Nabón; **Este:** Parroquia San José de Raranga del Cantón Sigsig y la Parroquia de Quingeo y; **Oeste:** Parroquia Victoria del Portéte

### **5.1.1. Hidrografía**

La parroquia esta bañada por el río del mismo nombre y para la población es el recurso más importante. La cuenca del Rio Cumbe tiene una superficie aproximada de 44,02 km<sup>2</sup>. Presenta un rango altitudinal que va desde los 2640 m s.n.m. hasta los 3460 m s.n.m. y una longitud del rio de 13.3 kilómetros.

La arteria principal del Rio Cumbe nace en el cerro de Ingahuasi y en su recorrido recibe aguas de varios afluentes como son las siguientes quebradas: El Chorro, El Salado, Gañadel, Bahuanchi entre otras. Este río es de mucha importancia para el regadío de la zona, sobre todo de los pastizales de la parte norte de la parroquia. También es importante para las faenas agrícolas, en la parte sur, cuyas aguas se utilizan para el consumo humano y otros usos (Inga y Ríos, 2010).



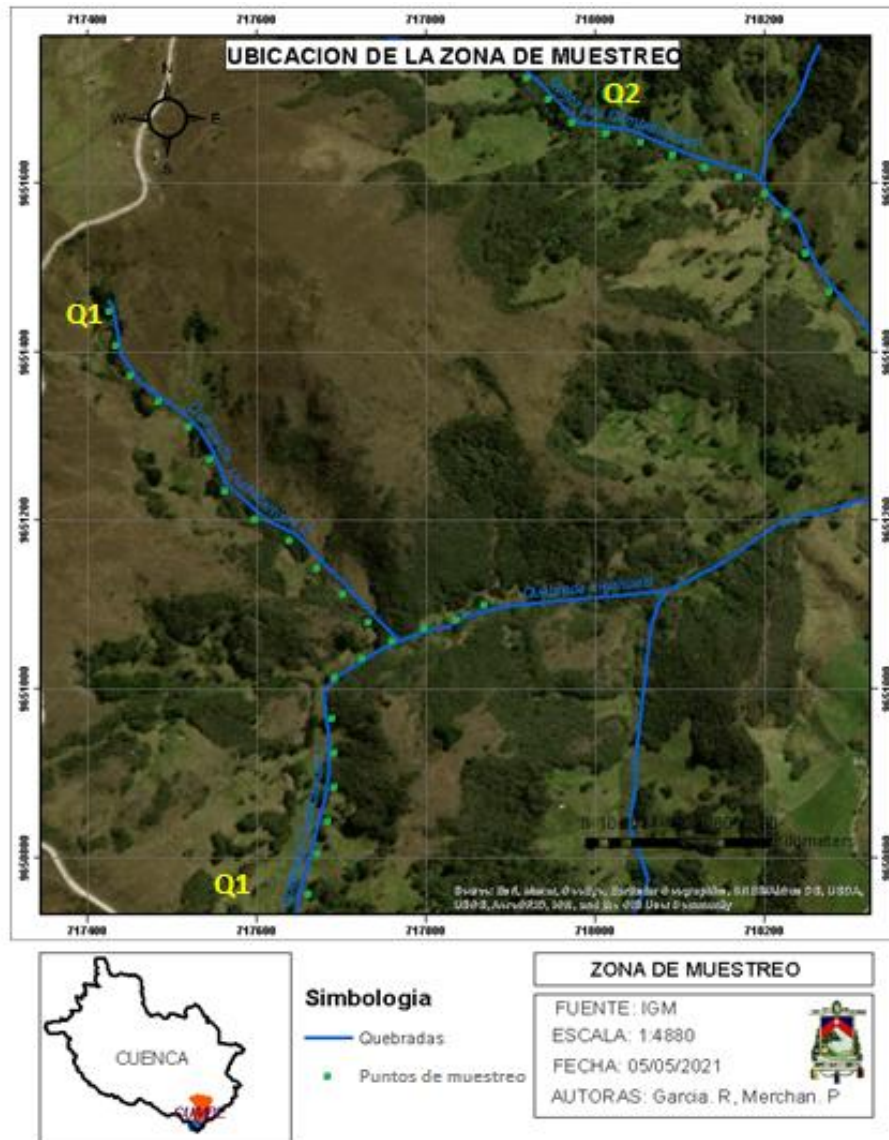
## 5.2.METODOLOGÍA

*5.2.1. Metodología para objetivo Uno “Evaluar la regeneración natural de la vegetación en dos captaciones de agua dentro del áreas de recarga hídrica, para el sistema de agua de la parroquia Cumbe”*

La regeneración natural vegetal fue evaluada mediante la composición de especies, riqueza, índices de diversidad alfa de Shannon y Simpson, y densidad de la vegetación. También se calculó el índice de valor importancia.

### **Definición de sitios de muestreo**

Se consideró dos escenarios de investigación:1) Quebradas protegidas - Q1 y 2) Quebradas no protegidas - Q2. Para definir estas quebradas se utilizó el mapa de vegetación y red hídrica (Figura 2), en donde se definió o delimitó Q1 y Q2. Para Q1 se consideró la edad de seis años mínimo de recuperación de la vegetación después de haber sido establecidas las protecciones (registros de ETAPA). Q1 corresponde a las dos quebradas llamadas Lluchicarrunmi, que tienen una longitud de 954,4 m. Q2 corresponde a la quebrada Campanarrumi tiene una longitud de 506,7 m.



*Figura 2 Mapa de la zona de muestreo.*

## Toma de Datos

Dentro de Q1 según el largo de las quebradas se instaló 34 parcelas de muestreo y en Q2, 12 parcelas de 3 m × 2 m. Tanto en Q1 y Q2, en cada parcela se contabilizó todos los individuos correspondientes a hierbas, arbustos y árboles. Se midió para cada especie el porcentaje de cobertura. También se recolectó muestras botánicas para su identificación taxonómica a nivel de especie. Las parcelas estuvieron separadas 30



m de distancia horizontal.

### **Análisis estadístico – objetivo 1**

En cada parcela dentro de los escenarios de investigación se determinó la composición de especies; esta composición fue comparada entre los dos escenarios de investigación (Q1 y Q2) mediante un análisis de similitudes ANOSIM ( $P < 0,05$ ). Además, la disimilitud de la composición fue representada espacialmente mediante un análisis de escalamiento multidimensional no métrico (NMDS). Un análisis de especies indicadoras fue realizado con base a la relación significativa entre la frecuencia y abundancia para determinar cuáles son las especies que caracterizan a los dos escenarios de estudios, Q1 y Q2 (Jadán et al., 2021b).

También se calculó la riqueza de especies (número de especies). Con los datos de composición de especies y abundancias se calculó los índices de Shannon, Simpson y densidad. Estas variables fueron comparadas entre las dos quebradas de investigación a través de la prueba t – Student ( $P < 0,05$ ) para los datos normales y con la prueba de Mann-Whitney para los datos no normales. Se determinó la normalidad utilizando el test de Shapiro Wills. Además, se describieron las 10 especies más abundantes tanto en Q1 y Q2.

Con los datos de composición de especies y abundancias de cálculo la densidad relativa (Ecuación 1; tabla 2). Con los porcentajes de cobertura de cada especie en cada parcela se calculó la dominancia relativa (Ecuación 2; Tabla 2). Con los datos de densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa (Ecuación 3; tabla 2) se calculó el índice de valor importancia – IVI para especie dentro de cada quebrada de investigación (Q1 y Q2; Ecuación 4; Tabla 2). El IVI permitió conocer las especies





más importantes ecológicamente.

*Tabla 2: Parámetros a evaluar para la regeneración natural*

<b>Parámetro Ecológico; Nro – fórmula</b>	<b>Fórmula</b>
Densidad relativa – 1	$Dr = \left( \frac{\text{Densidad de la especie}}{\text{Densidad de todas las spp}} \right) * 100$
Dominancia relativa – 2	$Dr = \left( \frac{\text{Dominancia de la sp}}{\text{Dominancia de todas las spp}} \right) * 100$
Frecuencia relativa – 3	$Fr = \left( \frac{Fi}{\Sigma F} \right) * 100$
Abundancia Relativa – 3	$Ar = \left( \frac{Ni}{\Sigma N} \right) * 100$
Índice de valor de importancia - por especie (IVI's) – 4	$IVI's = \frac{Dr \pm Fr + Ar}{3}$

5.2.2. **Metodología para objetivo dos:** “Comparar la cantidad y calidad de agua, en las captaciones para el sistema de agua de la parroquia Cumbe”

#### **Ubicación de los puntos de muestreo para cantidad y calidad de agua**

Para determinar cantidad de agua se tomó muestras de agua en Q1 y Q2 tanto en verano como en invierno (Tabla 3). En Q1 se tomó seis muestras (tres en verano y tres en invierno) en tres sitios definidos a lo largo de la quebrada, en la zona media y baja. En Q2 solo se tomaron muestras en la parte baja en las dos temporadas.

**Tabla 3:** Puntos de muestreo para análisis de calidad de agua.

Temporada	Quebradas	Sitios	X	Y
Verano	Q1	1. Lluchicarrumi 1	-3.156	-79.041
		2. Lluchicarrumi 2	-3.154	-79.040
		3. Captación Protegida	-3.153	-79.041
	Q2	Campanarrumi	-3.157	-79.041
Invierno	Q1	1. Lluchicarrumi 1	-3.156	-79.041
		2. Lluchicarrumi 2	-3.154	-79.040
		3. Captación Protegida	-3.153	-79.041
	Q2	Campanarrumi	-3.157	-79.041

### Cantidad de Agua - Determinación del caudal

Para medir el caudal instantáneo ( $Q$ ;  $m^3s^{-1}$ ) que es el volumen de agua suministrado por unidad de tiempo (Montero, 2007), se realizó en la parte final del área de la quebrada un aforo empleando el método volumétrico. Este método es utilizado para corrientes pequeñas como riachuelos (Alvarado, 2017); se consideró que el caudal es menos a 5 l/s. Para realizar este aforo, la corriente se desvió hacia un canal o cañería que descarga en un recipiente adecuado; el tiempo que demora su llenado se midió utilizando un cronómetro de manera precisa. La ecuación aplicada para determinar el caudal fue  $Q = \frac{V}{T}$  de donde: ( $Q$ = caudal,  $V$ = Volumen de agua,  $T$ = tiempo).



## **Toma de muestras para medir la calidad de agua**

Las muestras para los análisis químicos y bacteriológicos fueron tomadas en los mismos sitios donde se realizó los aforos (Tabla 3; Figura 3). Para ello se consideró los parámetros descritos por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2011), en donde detalla que para una mayor variabilidad de muestras se debe tomar como mínimo dos en cada uno de los puntos de muestreo. Para los **análisis físico-químico** se utilizó envases de plástico o vidrio, con buen cierre y nuevos; la cantidad de muestra necesaria fue de aproximadamente 1000 ml (1litro). Para **análisis bacteriológicos** se utilizó frascos con capacidad de 250 a 300 ml, de plástico o vidrio, esterilizados, con tapa hermética y de boca ancha. Las muestras fueron enviadas el mismo día al laboratorio para evitar alteración en los resultados. Se realizó la respectiva cadena de custodia para conservar adecuadamente las muestras.

## **Análisis de muestras en laboratorio**

Los análisis físico-químicos y bacteriológicos se ejecutaron en correspondencia al tipo y número de parámetros establecidos para determinar el índice de calidad de agua (ICA) según (Caho & López, 2017). Este proceso se lo realizó en los laboratorios de ETAPA- EP donde se identificó la presencia de DBO5 (Demanda biológica de oxígeno a lo largo de 5 días), fósforo total, nitritos + nitratos y OD (oxígeno disuelto) para los análisis físico-químicos.

Para el análisis físico se analizó las siguientes variables: color real, conductividad, sólidos disueltos totales (SDT), turbiedad y temperatura. En el análisis químico se determinó la acidez, alcalinidad, pH, dureza cálcica, dureza magnésica, dureza total además de la presencia de metales como calcio y magnesio. En el



Análisis Bacteriológico se identificó la presencia de Coliformes totales y termotolerantes.

**Tabla 4:** *Parámetros evaluados en la calidad de agua.*

Parámetros para la calidad de agua		
PARAMETROS	METODO	UNIDAD
ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	mgCaCO <sub>3</sub> /l
COLOR REAL	SM 2120 C	UG
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	uS/cm
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	mgCaCO <sub>3</sub> /l
DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	mgCaCO <sub>3</sub> /l
DUREZA MAGNESICA	POR DIFERENCIA	mgCaCO <sub>3</sub> /l
CALCIO	POR DIFERENCIA	
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO <sub>3</sub> – E	mgN/l
Ph	PEE/LS/FQ/07	
TURBIEDAD	SM 2130 B	NTU
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	NMP/100ml
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	NMP/100ml

### **Normas para determinar de la calidad de Agua**

Para garantizar la validez de los resultados, se debe evitar la contaminación de las muestras antes de que lleguen al laboratorio. Cabe recalcar que estas normas detallan las características de los envases a utilizar en la recolección de muestras. La toma de muestras se realizó en base a las normas vigentes detalladas en: Normatécnica ecuatoriana NTE INEN 2169:98. (Aznar, 2011).

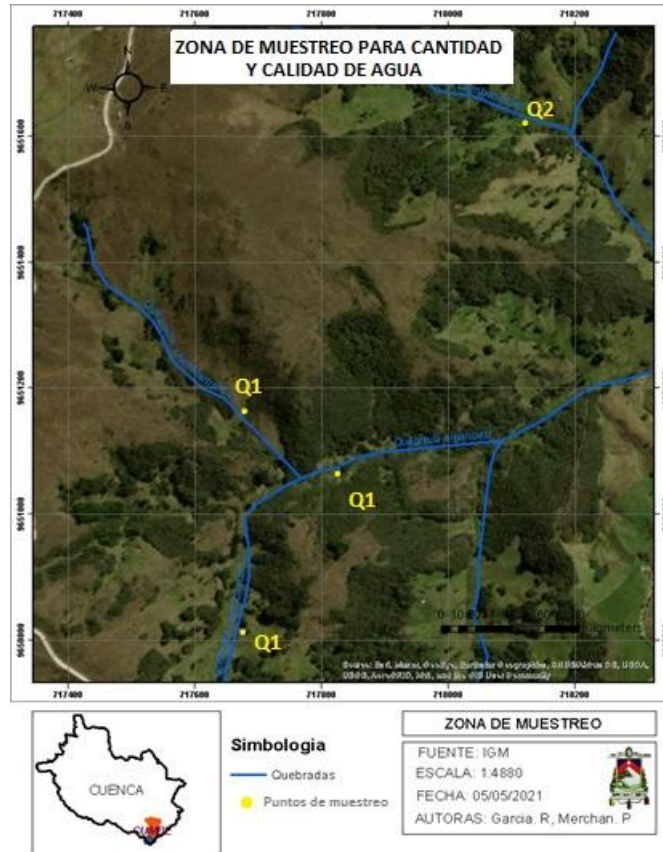


Figura 3: Puntos de muestreo para análisis de agua

### Análisis estadístico – objetivo 2

Para la cantidad y calidad de agua, en primer lugar, se aplicó un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Se consideró dos factores: 1) Temporada con dos niveles de análisis: a) invierno y b) verano. 2) Protección, en el cual se consideró dos niveles: a) Q1 (con protección) y b) Q2 (sin protección) (Tabla 5).

Tabla 5: Factores y tratamientos evaluados

Factor	Niveles
1) Temporada	Invierno
	Verano
2) Protección	Q1: con protección
	Q2: sin protección

Luego, se aplicaron Modelos Lineales Generalizados (MLG) para comparar los

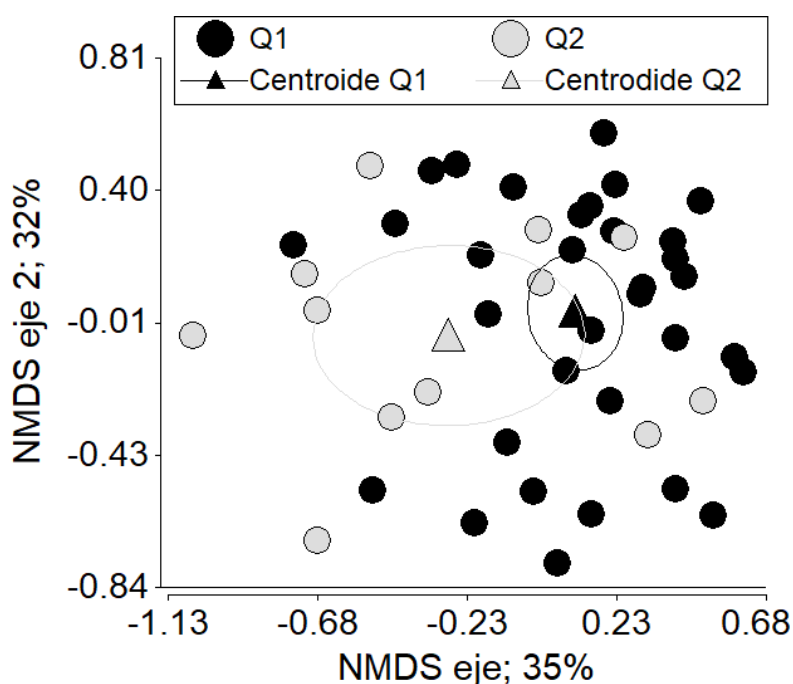


factores de Temporada, Protección y su interacción. Se utilizó la familia Gamma, logarítmica para las variables continuas como lo sugiere Cayuela (2009), de caudal instantáneo para cantidad y para la calidad: alcalinidad total, color real, conductividad, dureza total, dureza cálcica, dureza magnésica, calcio, magnesio, nitratos-nitritos, pH, turbiedad, coliformes totales y coliformes termotolerantes, Según Bandera and Pérez (2018) estos modelos proporcionan una vía de análisis para los datos en donde no se requiere que la variable evaluada (dependiente) se distribuya normalmente. Además, estos modelos permiten reducir los sesgos cuando los datos están incompletos, desbalanceados o ajustar datos dispersos. Para las comparaciones de medias entre tratamientos se empleó la prueba DGC bajo un nivel de significancia de ( $P < 0.05$ ) (Di Rienzo et al., 2017).

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Composición de especies, Riqueza, Shannon y Simpson - Objetivo 1

La composición de especies fue estadísticamente diferente entre las quebradas de investigación (ANOSIM;  $R^2 = 0.22$ ;  $P = 0,01$ ) según la protección. El primer eje del NMDS separa a la composición de especies con un 35% y en el segundo eje con el 32%. Se registraron dos especies indicadoras ( $P < 0,05$ ) para Q1 y siete para Q2.



**Figura 4:** NMDS para visualizar la disimilitud de la composición de especies entre los dos escenarios de investigación Q1 y Q2.

**Tabla 6:** Especies indicadoras identificadas en los dos escenarios de estudio..

Especies	Escenarios de estudio	Valor indicador	P
Hypericum laricifolium	Q1	0.7	0.023
Lachemilla orbiculata	Q1	0.62	0.033
Asplenium harpeodes	Q2	0.69	0.026



Guzmania sp	Q2	0.59	0.028
Mikania sp	Q2	0.63	0.005
Rubus ulmifolius	Q2	0.54	0.017
Solanum arboreum	Q2	0.48	0.041
Valeriana chaerphyilloides	Q2	0.58	0.005

### Riqueza, diversidad y densidad

En las quebradas **Q1** y **Q2** se observaron en total 70 y 30 especies (Tabla 5). Los promedios de todas las variables evaluadas fueron significativamente superiores en Q1, es decir en las quebradas protegidas. Esto indica una positiva influencia de las protecciones colocadas en las quebradas correspondientes a Q1.

**Tabla 7:** Resultado de los análisis de riqueza para Q1 y Q2

Variable	Q1	Q2	P
Riqueza total	70	30	
Riqueza*	10,6 ± 3,6	7,1 ± 1,7	0,0006
Shannon	1,9 ± 0,4	1,5 ± 0,3	0,0035
Simpson	0,8 ± 0,01	0,7 ± 0,1	0,0047
Densidad (ind/6 m <sup>2</sup> )	110,7 ± 44,3	71,7 ± 25,9	0,0063

\*

En Q1 o quebradas protegidas, las especies más abundantes fueron *Equisetum* spp (749 individuos), *Rhynchospora ruiziana* (457), *Dryopteris filix-mas* (336), *Lolium multiflorum* (314), *Lachemilla orbiculata* (204), *Hypericum laricifolium* (202), *Fuchsia vulcanica* (110), *Lolium perenne* (105), *Oxalis* sp. (88) y *Daucus montanus* (83). En Q2 o quebrada no protegida, las especies más abundantes fueron: *Rhynchospora ruiziana* (167 individuos), *Lolium multiflorum* (160), *Mikania* sp. (104), *Equisetum* spp (90), *Trifolium repens* (50), *Dryopteris filix-mas* (50),





*Asplenium harpeodes* (48), *Guzmania sp.* (29), *Baccharis latifolia* (28), *Valeriana chaerphylloides sm* (22).

### Índice de valor importancia

En la tabla 6 se presentan las 10 especies con el mayor valor del IVI en cada quebrada. El total de las especies y sus valores de abundancia, dominancia, frecuencia, relativos y el Índice de Valor Importancia se muestran en el Anexo 5.

**Tabla 8:** Valores de abundancia, dominancia, frecuencia, relativos y índice de valor importancia, registrados en la Quebradas de Estudio

Quebradas	Especie	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	Índice de valor importancia - IVI
Q1	<i>Equisetum spp</i>	19,9	6,2	6,1	32,1
Q1	<i>Rhynchospora ruiziana ( L)</i>	12,1	3,2	6,9	22,2
Q1	<i>Dryopteris filix-mas</i>	8,9	1,8	7,7	18,5
Q1	<i>Lolium multiflorum</i>	8,3	5,0	3,3	16,6
Q1	<i>Hypericum laricifolium</i>	5,4	2,0	4,7	12,1
Q1	<i>Lachemilla orbiculata</i>	5,4	2,4	3,6	11,5
Q1	<i>Fuchsia vulcanica</i>	2,9	1,5	4,1	8,6
Q1	<i>Sensu stricto</i>	0,5	7,7	0,3	8,5
Q1	<i>Lolium perenne</i>	2,8	2,5	1,9	7,2
Q1	<i>Trifolium repens</i>	1,9	4,7	0,6	7,1
Q2	<i>Lolium multiflorum</i>	18,6	15,9	5,8	40,3
Q2	<i>Rhynchospora ruiziana</i>	19,4	8,3	8,1	35,9
Q2	<i>Mikania sp,</i>	12,1	6,4	5,8	24,3
Q2	<i>Equisetum spp</i>	10,5	8,1	4,7	23,2
Q2	<i>Asplenium harpeodes</i>	5,6	3,8	9,3	18,7
Q2	<i>Dryopteris filix-mas</i>	5,8	2,3	9,3	17,4
Q2	<i>Trifolium repens</i>	5,8	5,8	2,3	14,0
Q2	<i>Baccharis latifolia</i>	3,3	5,9	3,5	12,7
Q2	<i>Guzmania sp,</i>	3,4	3,4	5,8	12,6
Q2	<i>Valeriana chaerphylloides</i>	2,6	2,5	4,7	9,7

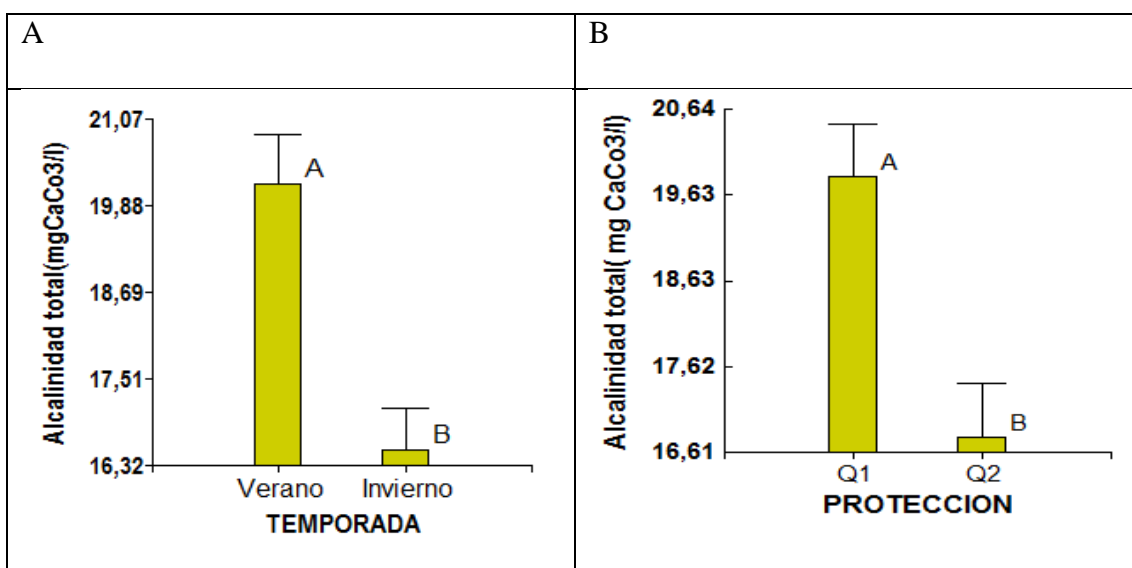
### 6.2. Cantidad y calidad de agua Objetivo dos

### 6.2.1. Cantidad de agua

Los datos obtenidos para la cantidad de agua no presentaron diferencias significativas en los dos factores de evaluación y tampoco en su interacción: (Temporada  $P=0,9215$ ; Protección  $P=0,5284$ ; Temporada-protección  $P=0,5284$ ).

### 6.2.2. Calidad de agua

La alcalinidad total fue estadísticamente diferente considerando el factor de temporada ( $P = 0,0061$ ) con los mayores valores para la temporada de verano (Figura 5A). También fue estadísticamente diferente bajo el factor de protección ( $P = 0,013$ ) con los mayores valores para Q1 (Figura 5B). La interacción entre los dos factores (temporada – protección) no presentó diferencias significativas ( $P = 0,543$ ).

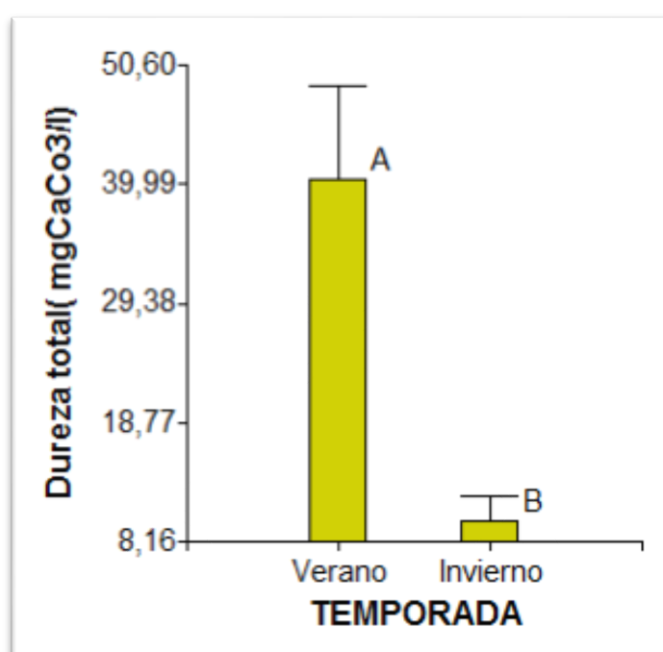


**Figura 5:** Promedios  $\pm$  error estándar para alcalinidad total, considerando el factor de temporada (A) y protección (B) registrados en las quebradas de estudio. Q1: con protección; Q2: sin protección.

La conductividad no presentó diferencias significativas en los dos factores de

evaluación ni en su interacción: (Temporada:  $P = 0,737$ ; Protección:  $P = 0,1195$ ; Temporada-protección:  $P = 0,99$ ).

La dureza total fue estadísticamente diferente considerando el factor de evaluación Temporada ( $P=0,0030$ ) con mayores valores para la temporada de verano (Figura 6). Mientras que, para el factor de Protección, la dureza no fue significativa estadísticamente ( $P=0,4789$ ), ni en su interacción ( $P=0,4032$ ).

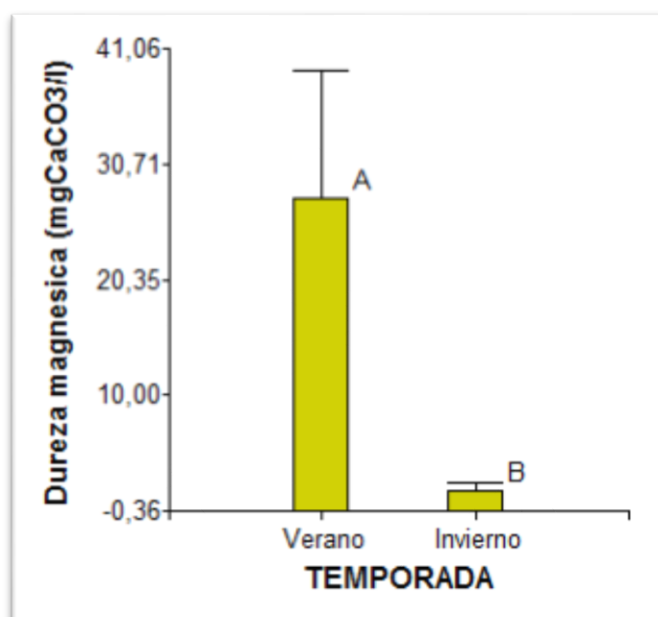


**Figura 6:** Promedios  $\pm$  error estándar para dureza total, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano.

La dureza cálcica no presentó diferencias significativas en los dos factores de evaluación, ni en su interacción: (temporada:  $P=0,2977$ ; protección:  $P=0,4778$ ; temporada-protección:  $P=0,2595$ ).

La dureza magnésica fue estadísticamente diferente considerando el factor de temporada (temporada:  $P=0,0027$ ) con los mayores valores para la temporada de

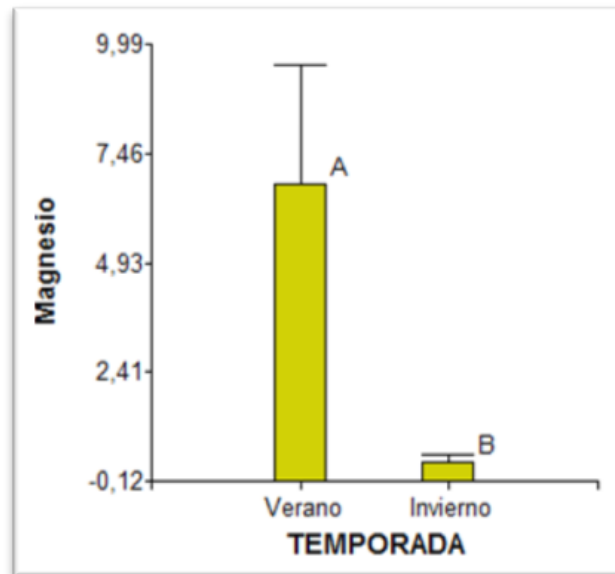
verano (Figura 7). Mientras que para el factor de protección no fue significativo ( $P=0,4726$ ), ni la interacción de los dos factores ( $P= 0,9501$ ).



**Figura 7:** Promedios  $\pm$  error estándar para dureza magnésica, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano.

El calcio no presentó diferencias significativas en los dos factores de evaluación ni en su interacción: (Temporada:  $P= 0,2971$ ; Protección:  $P= 0,4796$ ; Temporada-protección:  $P = 0,2592$ ).

El magnesio fue estadísticamente diferente considerando el factor de Temporada (Temporada:  $P=0,0020$ ) con los mayores valores para la temporada de verano (Figura 8). Mientras que para el factor de Protección no fue significativo ( $P=0,3863$ ), no fue significativa estadística la interacción de sus dos factores ( $P= 0,8167$ ).



**Figura 8:** Promedios  $\pm$  error estándar para magnesio, considerando el factor de temporada, para las variables de invierno y verano

La presencia de Nitritos y Nitratos no demostró diferencias significativas en los factores de evaluación, ni en su interacción: (Temporada  $P= 0,9859$ ; Protección  $P= 0,4586$ ; Temporada-protección:  $P= 0,9859$ ).

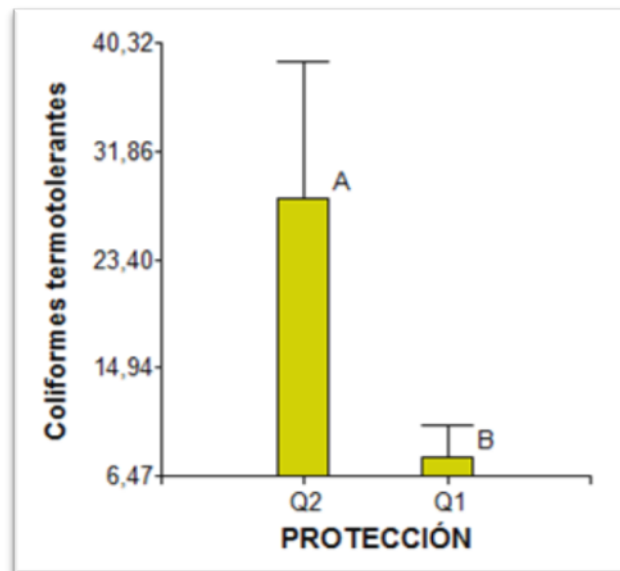
El pH no fue estadísticamente diferente considerando los factores de evaluación ni en su interacción (Temporada  $P=0,051$ ; Protección  $P=0,1271$ ,  $P= 0,8266$ ).

La turbiedad no presentó diferencia significativa en ninguno de los factores, ni en la interacción de sus dos factores: (Temporada:  $P= 0,7382$ ; Protección:  $P= 0,2400$ ; Temporada-protección:  $P=0,6474$ ).

La presencia de coliformes totales no presentó diferencia significativa en ninguno de los factores, ni en su interacción: (Temporada:  $P = 0,2358$ ; Protección:  $P= 0,1465$ ; Temporada- protección:  $P=0,8514$ ).

La presencia de coliformes termotolerantes fue estadísticamente diferente

considerando el factor de protección (Protección:  $P=0,0428$ ) con los mayores valores para la Q2 (Figura 9). Mientras que para el factor Temporada no fue significativo ( $P=0,3766$ ), ni en su interacción ( $P=0,5982$ ).



**Figura 9:** Promedios  $\pm$  error estándar para Coliformes Termotolerantes, considerando el factor de protección para las quebradas de estudio Q1: con protección y Q2: Sin protección



## 7. DISCUSIÓN

La composición florística fue diferente para las quebradas de estudios lo cual sustentado por el número y las diferentes especies indicadoras. Factores ambientales ligados a los filtros ambientales o de nicho como el clima y suelos posiblemente estén influyendo sobre esta variación (Castellanos & Newton, 2015). También la correlación espacial o distancia geográfica que se asocia con los agentes dispersores pueden ser predictores sobre esta variación en la composición de especies (Chain et al., 2012). Además, la influencia de las protecciones juega en las quebradas Q1 marca la existencia de mayores especies indicadoras, en donde existen diferentes biotipos tantas plantas leñosas y herbáceas. Esto da a conocer una influencia directa de las estrategias de conservación y protección para fomentar la formación de micro hábitats que facilitan la regeneración natural de diferentes especies. En un estudio realizado en México por Báez et al. (2017) en donde se analizó el efecto del manejo sobre la vegetación demuestran que una zona con manejo presentó mayores valores en variables de diversidad y estructura.

Los mayores valores en las variables de diversidad (riqueza, Shannon y Simpson) y la densidad de individuos en Q1 o quebradas protegidas marcan un escenario favorable para las áreas gestionadas. Esto quiere decir que el esfuerzo por conservar áreas de recarga hídrica es muy importante, lo cual se ve reflejado en las variables cuantitativas de la vegetación. Estudios similares resaltan mayores valores de riqueza y diversidad en zonas no intervenidas (Aldaz, 2021); aquí se resalta la importancia de la conservación de los páramos ya que esto influye en la presencia mayor o menor vegetación. Además, el estudio de (Caranqui et al., 2016) en la Provincia de Chimborazo se analizó la composición y diversidad de la vegetación en



áreas altoandinas recomiendan que se respete los procesos naturales de regeneración que se da en estas áreas. En los escenarios o quebradas conservadas es muy probable que las condiciones de hábitat sean más favorables para que se desarrolle la vegetación vascular. Aquí posiblemente condiciones exentas a la presencia o pisoteo de animales favorezcan para que las plantas desarrollen eficientemente sus procesos ecofisiológicos y así desarrollen diferentes especies con un alto número de individuos.

La diversidad florística entre la quebrada protegida (Q1) y la no intervenida (Q2), comparten varias familias, géneros y especies. Sin embargo, se pudo evidenciar la dominancia de ciertas familias y especies sobre el resto. Entre las especies más importantes ecológicamente presentes en nuestro estudio se encuentran *Equisetum spp*, *Rhynchospora ruiziana* y *Lolium multiflorum*. Para el caso de la especie *Equisetum spp*. Predominante en la quebrada Q1 de acuerdo con Gallardo et al (2006) *Equisetum spp*, es una especies con alta diversidad dentro de las plantas vasculares ya que se desarrolla muy bien cerca de humedales o en presencia de cuerpos de agua.

(Beltran et al., 2009) realizó un estudio de clasificación de la vegetación en la provincia de Tungurahua los cuales fueron muestreados dentro del rango altitudinal correspondiente a los 3740 y 4100 m. Los sistemas ecológicos presentes en este sitio fueron Bosques montanos Norte-Andinos siempreverdes en donde una de las especies predominantes fue *Rhynchospora ruiziana*. Esta especie fue predominante tanto en Q1 como Q2 y es considerada como maleza que sirve de alimento para los rumiantes. Además, es una especie cosmopolita típica de los humedales, se encuentran principalmente en las orillas de los ríos, márgenes, potreros como maleza o embalses (Peralta & Royuela, 2019).





La familia Poaceae (Gramineae) también presentó alta diversidad en las dos quebradas. Esta familia botánica se encuentra entre las principales familias más diversas a nivel mundial (Watson & Dallwitz, 1992). También forma parte de la cadena alimenticia, en especial para el ser humano y animales rumiantes, por ende tiene importancia económica y social (Jurga & Zwolińska, 2020). En nuestro estudio esta familia representada por *Lolium multiflorum*, se encuentra presente en la Q2 (quebrada no protegida). En esta quebrada de estudio no existe ningún tipo de protección y es un área de presencia ganadera. Además, se conoce que algunas especies de ciertas familias, entre estas la familia Poaceae, llegan a adaptarse a condiciones climáticas y edafológicas desfavorables (Rocha et al., 2021). Posiblemente sean estas las razones por su presencia y amplia diversidad.

Con respecto al agua tanto de calidad como en cantidad, la población de Cuenca consume agua de sus ríos, riachuelos, quebradas, lagos o masas de agua, que a su vez tienen origen en las zonas altas o en humedales altos como los páramos (PNUMA, 2008). En nuestro estudio, los resultados del caudal de agua indican que la cantidad de agua no varió, cuya posible razón es que las condiciones climáticas de los años muestreados fueron muy similares (Anexo 7). La temperatura no varió en gran medida, además, es importante considerar el uso del suelo en los dos años muestreados fue el mismo. De acuerdo a (Camara et al., 2019) el uso del suelo no solo afecta el ciclo hídrico, caudal y flujo de agua, sino también en su calidad. Asimismo, se conoce que el agua subterránea aporta a caudales de ríos, riachuelos, humedales, entre otros cuerpos de agua, esta es la que permite el mantenimiento del caudal durante los meses más secos del año (Merz, 2013).

En la calidad de agua, la variable alcalinidad total mostró diferencia



significativa tanto en temporada y protección; mientras que la mayoría de variables no mostraron diferencia significativa, tal es el caso de: turbiedad, pH, coliformes totales, nitritos-nitratos, calcio, dureza cálcica, coliformes termotolerantes, magnesio, dureza magnésica, dureza total, alcalinidad.

Se ha demostrado que la evaporación, en donde está relacionada la temperatura, además del flujo de agua subterránea salina y la concentración de compuestos debido a las actividades antrópicas o naturales, da como resultado la concentración de cationes como el magnesio (Sheldon & Fellows, 2010). En este estudio, se encontró resultados similares, pues este elemento mostró una mayor cantidad en época de verano. Además, el aumento de magnesio en el agua, conduce a una mayor dureza. Los resultados del presente estudio para la variable dureza magnésica y dureza total, muestran similitud con estudios de Rapan et al (2017); Cotruvo J, Bartram J, 2009). Además, esta variable tiene relación estrecha con la anterior (magnesio). El magnesio también provoca un incremento en la alcalinidad del agua, pues las acciones antrópicas más el aumento de temperatura en época de verano, desencadenan procesos químicos.

Finalmente, nitritos y nitratos no varían entre los años de estudio, pues este es muy volátil y de rápido movimiento. Estos elementos están relacionados con la vegetación y el suelo (Van Vliet & Zwolsman, 2008). Sin embargo, no hubo un cambio considerable de la vegetación en las quebradas. Las precipitaciones y grandes caudales son los responsables de que el agua arrastre consigo sedimentos y se vea reflejado en la turbiedad, lo cual sucedió principalmente en invierno (USEPA, 2006). Sin embargo, nuestros resultados no cumplen este fenómeno, pues las precipitaciones no variaron en exceso entre las dos temporadas.



Los coliformes termotolerantes están arraigados a actividades de ganadería, pues estas bacterias se encuentran en los intestinos de los animales, como por ejemplo del ganado (Schedule, 2018). Sin embargo, no hubo diferencias entre los dos escenarios de estudio (Q1 y Q2) cuya posible razón sea el saneamiento del agua que se da por parte de la empresa pública. Además, la turbiedad, está relacionada con los coliformes. El pH tiene relación con la alcalinidad y el calcio, por lo que al no variar este, tampoco varían los elementos anteriores. Además, este parámetro no presentó cambios, lo cual sucede cuando ciertos accionares antrópicos los provocan (Stevanovic et al., 2017).

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Existe una variada diversidad florística entre los dos escenarios quebradas o cual es evidente a través de las diferentes especies indicadoras que variaron en cantidad y fueron distintas. También, según el IVI hay especies que más resaltaron como *Equisetum* spp y *Lolium multiflorum*. Cabe mencionar que en estas zonas existe ganadería y por ende se justifica la existencia de esta última y de otras que se registraron y que sirven para pastoreo. Con respecto a la riqueza de especies diversidad florística y densidad los mayores valores están presentes en las zonas o quebradas protegidas. Esto resalta, la importancia de acciones o actividades de conservación asociadas a procesos productivos.

Los parámetros de la calidad de agua, están dentro de rangos aceptables. Las quebradas de estudio (Q1 y Q2) mostraron valores similares. Los parámetros evaluados varían en algunos casos, tales como: alcalinidad total, dureza total, dureza magnésica, magnesio coliformes termotolerante. Estos resultados no son



determinantes ni contundentes, pues se debe mantener la recolección de datos y muestras para futuros estudios.

Como recomendaciones, se debe realizar con más frecuencia levantamientos de información sobre diversidad florística de la zona. Esto se manifiesta, ya que únicamente se ha venido realizando monitoreo constante sobre la calidad de agua.

Considerar o especificar otros espacios de evaluación como la práctica de agricultura, ganadería o incluso la minería cerca de las fuentes hídricas. También la existencia de fábricas cercanas a la quebrada para tener certeza de los resultados a obtenerse en un futuro sobre la calidad de agua. Además, realizar una investigación detallada de posibles especies que sí sean purificadoras.

## 9. REVISION BIBLIOGRAFICA

Aldaz, J. M. C. (2021). *Caracterización florística en zonas con alto potencial de recarga hídrica del paramo de ichubamba yasepan*. Casa Editora del Polo.

Alvarado, E. (2017). *Manual de Medición de Caudales*. 24.

Aquilla, R. C., Astorga, Y., & Jiménez, F. (2005). *Influencia del uso del suelo en la calidad del agua en la subcuenca del río Jabonal, Costa Rica* (N.º 48). 48, 12.

Baque-Mite, R., Simba-Ochoa, L., González-Ozorio, B., Suatunce, P., Diaz, E., & Cadme, L. (2016, septiembre). Calidad del agua destinada al consumo humano en un cantón de Ecuador. 20, 9, 109-117.

Barceló, L. D. (2010). *Contaminación y calidad química del agua: El problema de los contaminantes emergentes*. 27.



- Beltran, K., Salgado, S., Cuesta, F., Leon, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., Cardenas, A., & Velastegui, A. (2009). *Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador—PDF Descargar libre*. <https://docplayer.es/12396677-Distribucion-espacial-sistemas-ecologicos-y-caracterizacion-floristica-de-los-paramos-en-el-ecuador.html>
- Blanco, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 37(4), 34-56. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844>
- Bracho, G., Cuador, J., & Rodríguez, R. M. (1993). *Calidad del agua y sedimento en el lago de Maracaibo, estado Zulia*. 15.
- Calle. (2012). *El Agua en el Ecuador: La contaminación del agua en Ecuador*. <http://agua-ecuador.blogspot.com/2012/04/la-contaminacion-del-agua-en-ecuador.html>
- Camara, M., Jamil, N. R., & Abdullah, A. F. Bin. (2019). Impact of land uses on water quality in Malaysia: A review. *Ecological Processes*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s13717-019-0164-x>
- Canales, A. W., Ceroni, A., Domínguez, G., & Castillo, A. (2013). RESPUESTA DE LA REGENERACIÓN NATURAL DE LA *Uncaria guianensis* (Aubl.) J.F. Gmel “UÑA DE GATO”, AL EFECTO DE LA LUZ EN BOSQUES SECUNDARIOS DENTRO DEL BOSQUE NACIONAL ALEXANDER VON HUMBOLDT, PUCALLPA – PERÚ. *Ecología Aplicada*, 12(1-2), 111. <https://doi.org/10.21704/rea.v12i1-2.444>



- Caranqui, J., Lozano, P., & Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE*, 7(1), 33-45.  
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Castellanos, C., & Newton, A. C. (2015). Environmental Heterogeneity Influences Successional Trajectories in Colombian Seasonally Dry Tropical Forests. *Biotropica*, 47(6), 660-671.  
<https://doi.org/10.1111/btp.12245>
- Chagas, C., Piazza, V., De Siervi, M., Santanatoglia, O., Moretón, J., Paz, M., Castiglioni, M., & Iruetia, C. (2007). Calidad del agua de escorrentía superficial en sistemas ganaderos extensivos e intensivos de. *Agrochimica -Pisa-*, 51, 130-136.
- Chain, A., Finegan, B., Vilchez, S., & Casanoves, F. (2012). Determinants of rain-forest floristic variation on an altitudinal gradient in southern Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology*, 28(5), 463-481.  
<https://doi.org/10.1017/S0266467412000521>
- Chávez, A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 304-308.  
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>
- Cirelli, A. F. (2012). *El agua: Un recurso esencial*. 25.
- Cotruvo J, Bartram J, E. (2009). Calcium and Magnesium in Drinking-water. *World Health Organization*, 1-194.
- Díaz, J., & Vera, M. (2015). *SISTEMATIZACIÓN Construcción de Biocorredores para el Buen Vivir – Territorio Costa*. 84.



- Dolnicar, S., & Hurlimann, A. (2010). *Desalinated Versus Recycled Water*.  
[https://www.researchgate.net/publication/313560499\\_Sustainable\\_water\\_for\\_the\\_future\\_water\\_recycling\\_versus\\_desalination/link/5954664da6fdcc1697894980/download](https://www.researchgate.net/publication/313560499_Sustainable_water_for_the_future_water_recycling_versus_desalination/link/5954664da6fdcc1697894980/download)
- FAO. (2001). *Nociones ambientales básicas para profesores rurales y extensionistas*. <http://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm>
- FAO. (2006). *La valoración económica del agua en la agricultura*.
- FAO. (2015). *FRA 2015 Términos y Definiciones*. 37.
- Flores, F. (2016). *INCIDENCIA DE LA AGRICULTURA Y GANADERÍA SOBRE LA CALIDAD DE AGUA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA COMUNIDAD EL CAPULÍ, PROVINCIA DEL CARCHI*. 28.
- Galárraga, R. (2000). *INFORME NACIONAL SOBRE LA GESTION DEL AGUA EN EL ECUADOR* (p. 88) [Foro Mundial del Agua]. Cepal.
- García, M., & Vera, A. (2021). *Identificación y clasificación de los microhábitats de agua dulce*.  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0065-17372016000100012](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0065-17372016000100012)
- Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S., & Castro, F. (2015). Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 113.  
[https://doi.org/10.21930/rcta.vol16\\_num1\\_art:385](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:385)
- INTA. (2011). *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*.  
<https://inta.gob.ar/>
- Jadán, O., Donoso, D. A., Cedillo, H., Bermúdez, F., & Cabrera, O. (2021a). Floristic Groups, and Changes in Diversity and Structure of Trees, in



- Tropical Montane Forests in the Southern Andes of Ecuador. *Diversity*, 13(9), 400. <https://doi.org/10.3390/d13090400>
- Jadán, O., Donoso, D. A., Cedillo, H., Bermúdez, F., & Cabrera, O. (2021b). Floristic Groups, and Changes in Diversity and Structure of Trees, in Tropical Montane Forests in the Southern Andes of Ecuador. *Diversity*, 13(9), 400. <https://doi.org/10.3390/d13090400>
- Jurga, M., & Zwolińska, A. (2020). Phytoplasmas in Poaceae species: A threat to the most important cereal crops in Europe. *Journal of Plant Pathology*, 102(2), 287-297. <https://doi.org/10.1007/s42161-019-00481-6>
- Londoño, C. L. (2006). *Los recursos naturales y el medio ambiente en la economía de mercado* (N.º 1). 4(1), 19.
- López Vargas, L. E., Becoche Mosquera, J. M., Macías Pinto, D. J., Ruiz Montoya, K., Velasco Reyes, A., & Pineda, S. (2015). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA RESERVA FORESTAL - INSTITUCIÓN EDUCATIVA CAJETE, POPAYÁN (CAUCA). *Luna Azul*, 41, 131-151. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.8>
- Lozada, P. T., Vélez, C. H. C., & Patiño, P. (2009). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 8(Extra 15), 3.
- Martínez, R. C., Lino, M., Briones, V., & Osejos, M. (2019). Revistas Científicas. *Revista Bases de La Ciencia*. e-ISSN 2588-0764, 4(3), 41-54. [https://doi.org/10.33936/rev\\_bas\\_de\\_la\\_ciencia.v4i3.1838](https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v4i3.1838)





- Merz, S. K. (2013). *Characterising the Relationship between Water Quality and Water Quantity*. August, 1-116.
- Montero, J. (2007). *El Método del Caudal Básico para la determinación de Caudales de Mantenimiento Aplicación a la Cuenca del Ebro*. 179.
- Moreano, E., & Mishel, L. (2015). *Influencia de la actividad agrícola y pecuaria en la calidad del agua de dos micro cuencas del Río El Ángel, Provincia del Carchi*. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/4540>
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), Article 2. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/326>
- Norden, N. (2014). DE PORQUÉ LA REGENERACIÓN NATURAL ES TAN IMPORTANTE PARA LA COEXISTENCIA DE ESPECIES EN LOS BOSQUES TROPICALES. *Colombia Forestal*, 17(2), 247. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2014.2.a08>
- Orellana, J. A., & Lalvay, T. D. C. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista interamericana de ambiente y turismo*, 14(1), 65-79. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2018000100065>
- Peralta, J., & Royuela, M. (2019). *Cyperaceae*. <https://www.unavarra.es/herbario/htm/Cyperaceae.htm>
- PNUMA. (2008). Estado del agua. En FLACSO (Ed.), *Geo Ecuador 2008: Informe sobre el estado del medio ambiente*.
- Quim, R. B. (2017). ASSESSMENT OF THE QUALITY OF PHYSICOCHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL PARAMETERS OF



WATER SPRINGS OF LA PAZ CITY, BOLIVIA. *REVISTA BOLIVIANA DE QUÍMICA*, 34, 9.

Quiroz, F. (2016). *Composición florística y su relación con las propiedades edáficas del suelo del bosque húmedo tropical de la comuna Playa de Oro. Provincia de Esmeraldas. Año 2016.*

<http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1720>

Rocha, V., Duarte, M. C., Catarino, S., Duarte, I., & Romeiras, M. M. (2021).

Cabo Verde's Poaceae Flora: A Reservoir of Crop Wild Relatives Diversity for Crop Improvement. *Frontiers in Plant Science*, 12(February). <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.630217>

Santos, J. C., & Molina, B. D. (2012). Potencialidades y dinámicas socioespaciales de territorios rurales aislados, que cuentan con ecosistemas páramos y bosques de neblina en la microcuenca Lagunas de San Pablo, distrito de Pacaipampa, Ayabaca, Piura. *Universidad Nacional Mayor de San Marcos.*

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/1157>

Schedule, H. (2018). *Macquarie – Castlereagh water quality management plan* (Vol. 1).

SENA. (2011). tecnólogos en control ambiental sena: MANUAL DE PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRA DE AGUA. *Tecnólogos en control ambiental sena.*

<http://tecnologosencontrolambientalsenacicuc.blogspot.com/p/manual-de-procedimiento-de-toma-de.html>



- Sheldon, F., & Fellows, C. (2010). Water quality in two Australian dryland rivers: Spatial and temporal variability and the role of flow. *Marine And Freshwater Research*, 864-874.
- Sonco, R. (2013). *Estudio de la diversidad alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) en tres localidades del bosque montano en la región de Madidi, La Paz—Bolivia* [Thesis].  
<http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/4225>
- Stevanovic, S., Nikolic, M., & Ilic, M. D. (2017). Calcium and magnesium in drinking water as risk factors for ischemic heart disease. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(4), 1673-1680.  
<https://doi.org/10.15244/pjoes/68563>
- Suarez, F. D. D., & Laserna, C. M. (2016). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA EL SALITRE, UTILIZANDO MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS COMO BIOINDICADORES PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DEL RECURSO HÍDRICO*. 100.
- Tapia, J. S. A. (2010). *TURISMO EN EL ECUADOR, UNA MIRADA GLOBAL DESDE LA GEOGRAFÍA TURÍSTICA*. 162.
- Tepán, B., & Toledo, C. (2016). Evaluación preliminar de la composición florística y usos de la vegetación en bosques secundarios, provincia de Azuay. *Bosques Latitud Cero*, 6(2).
- Torre, F. B. de la. (2017). Los recursos hídricos en el mundo: Cuantificación y distribución. *Cuadernos de estrategia*, 186, 21-70.
- Tovar, A. A. M., Botero, M. T., & Carvajal, L. F. (2008). *Revisión de criterios y metodologías de diseño de redes para el monitoreo de la calidad del agua en ríos*. 13.



UNESCO. (2017). *Hecho 36: Aguas residuales industriales | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.*

<http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/facts-and-figures/all-facts-wwdr3/fact-36-industrial-wastewater/>

USEPA. (2006). Volunteer estuary monitoring manual, a methods manual, second edition. *EPA-842-B-06-003 Washington, D.C. : United States Environmental Protection Agency.* 396, 396.

USGS. (2017). *La Ciencia del Agua para Escuelas: Calidad del Agua.*

<https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>

Van Vliet, M. T. H., & Zwolsman, J. J. G. (2008). Impact of summer droughts on the water quality of the Meuse river. *Journal of Hydrology*, 353(1-2), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2008.01.001>

Vega, R., & Ortega, B. (2017). Ciencia y recursos naturales a través del periódico oficial del gobierno del territorio de Quintana Roo, 1936-1940. *LiminaR*, 15(2), 140-154.

<https://doi.org/10.2536/liminar.v15i2.536>

Villegas, J. C. (2004). ANÁLISIS DEL CONOCIMIENTO EN LA RELACIÓN AGUA-SUELO-VEGETACIÓN PARA EL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA. *Revista EIA*, 1, 73-79.

Watson, L., & Dallwitz, M. J. (1992). *The grass genera of the world* (Wallingfor). C.A.B. International Wallingford, Oxfordshire UK.

Yáñez, S. (2018). *Medidas para proteger las fuentes de agua de América Latina | CAF.*



<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2018/01/medidas-para-proteger-las-fuentes-de-agua-de-america-latina/>

Yañez, S. (2018, enero 29). *Medidas para proteger las fuentes de agua de América Latina* | CAF.

<https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2018/01/medidas-para-proteger-las-fuentes-de-agua-de-america-latina/>

## 10. ANEXOS

*Anexo 1: Zona de estudio (Gañadel)*



*Anexo 2: Protecciones*



*Anexo 3: Establecimiento de parcelas*





*Anexo 4 Recolección de muestras de vegetación*



*Anexo 5: Resultados de índice de valor importancia por especie (IVI's)*



Quebradas	Especie	AB	Dominancia	Frecuencia	AR	Dr	FR	IVI
Q1	Equisetum spp	749	27,2192827	22	19,9	6,2	6,1	32,1
Q1	Rhynchospora ruiziana	457	14,0951226	25	12,1	3,2	6,9	22,2
Q1	Dryopteris filix-mas	336	8,01016966	28	8,9	1,8	7,7	18,5
Q1	Lolium multiflorum	314	21,9110416	12	8,3	5,0	3,3	16,6
Q1	Hypericum laricifolium	202	8,97427936	17	5,4	2,0	4,7	12,1
Q1	Lachemilla orbiculata	204	10,7919867	13	5,4	2,4	3,6	11,5
Q1	Fuchsia vulcanica	110	6,78682852	15	2,9	1,5	4,1	8,6
Q1	Sensu stricto	20	33,8983051	1	0,5	7,7	0,3	8,5
Q1	Lolium perenne	105	11,007247	7	2,8	2,5	1,9	7,2
Q1	Trifolium repens	70	20,6945286	2	1,9	4,7	0,6	7,1
Q1	Daucus montanus	83	12,3906236	5	2,2	2,8	1,4	6,4
Q1	Oxalis sp.	88	10,1592482	6	2,3	2,3	1,7	6,3
Q1	Parthenium hysterophorus	79	7,46173487	7	2,1	1,7	1,9	5,7
Q1	Asplenium harpeodes	53	4,96155133	11	1,4	1,1	3,0	5,6
Q1	Ageratina gracilis	40	18,2648402	1	1,1	4,1	0,3	5,5
Q1	Baccharis latifolia	59	3,55906729	11	1,6	0,8	3,0	5,4
Q1	Munnozia senecionidis	59	7,138436	7	1,6	1,6	1,9	5,1
Q1	Bidens andicola	49	4,50746908	10	1,3	1,0	2,8	5,1
Q1	Carceolaria dichotoma	52	8,49083126	6	1,4	1,9	1,7	5,0
Q1	Guzmania sp.	45	10,4626881	5	1,2	2,4	1,4	4,9
Q1	Nertera granadensis	32	4,95589885	7	0,9	1,1	1,9	3,9
Q1	Macleania rupestris	32	3,73469942	8	0,9	0,8	2,2	3,9
Q1	Weinmannia tomentosa	31	3,82282874	8	0,8	0,9	2,2	3,9
Q1	Arcytophyllum setosum	44	5,53950751	5	1,2	1,3	1,4	3,8
Q1	Escallonia resinosa	29	3,46908409	7	0,8	0,8	1,9	3,5
Q1	Panicum maximum. JacQ.	27	9,63501392	2	0,7	2,2	0,6	3,5
Q1	Miconia punctata	18	7,94281338	4	0,5	1,8	1,1	3,4
Q1	Oreopanax floribunda	19	2,82836893	8	0,5	0,6	2,2	3,4
Q1	Pilea microphylla	25	6,61980859	4	0,7	1,5	1,1	3,3
Q1	Cestrum sp.	6	12	1	0,2	2,7	0,3	3,2
Q1	Myrcianthes coquimbensis	23	3,85063218	6	0,6	0,9	1,7	3,1
Q1	Hieracium frigidum	7	10,9375	1	0,2	2,5	0,3	2,9
Q1	Litsea glaucescens	19	2,76077414	6	0,5	0,6	1,7	2,8
Q1	Gynoxys buxifolia	19	2,72213387	6	0,5	0,6	1,7	2,8
Q1	Escallonia myrtilloides	10	8,29310345	2	0,3	1,9	0,6	2,7
Q1	Acalypha diversifolia	5	10	1	0,1	2,3	0,3	2,7
Q1	Graffenrieda harlingii	25	2,69931071	5	0,7	0,6	1,4	2,7
Q1	Pteridium aquilinum	11	2,60082511	6	0,3	0,6	1,7	2,5
Q1	Podocarpus sprucei	14	1,75746365	6	0,4	0,4	1,7	2,4
Q1	Mikania sp.	18	3,58996681	4	0,5	0,8	1,1	2,4
Q1	Galium hypocarpium	17	4,2775842	3	0,5	1,0	0,8	2,3
Q1	Elaphoglosson sp.	18	5,33157083	2	0,5	1,2	0,6	2,2
Q1	Acnistug arborea	9	6,12234477	2	0,2	1,4	0,6	2,2
Q1	Elaphoglossum lingua	6	7,69230769	1	0,2	1,7	0,3	2,2
Q1	Dendrophorbium sp.	9	7,08661417	1	0,2	1,6	0,3	2,1
Q1	Maytenus andicola	14	6,39269406	1	0,4	1,4	0,3	2,1
Q1	Cortaderia nitida	8	1,95842799	5	0,2	0,4	1,4	2,0
Q1	Weinmannia fagaroides	6	1,86270308	4	0,2	0,4	1,1	1,7
Q1	Acmella oppositifolia	10	2,58775235	3	0,3	0,6	0,8	1,7
Q1	Taraxacum officinale	11	2,31766466	3	0,3	0,5	0,8	1,6
Q1	Pinus sylvestris	4	5,55555556	1	0,1	1,3	0,3	1,6
Q1	Plantago lanceolata	11	2,17786121	3	0,3	0,5	0,8	1,6
Q1	Pernettya prostrata	9	2,34958015	3	0,2	0,5	0,8	1,6
Q1	Dendrophorbium balsapampa	8	3,66472882	2	0,2	0,8	0,6	1,6
Q1	Achirocyne hallii	4	3,96039604	1	0,1	0,9	0,3	1,3
Q1	Rubus ulmifolius	8	2,21980256	2	0,2	0,5	0,6	1,3
Q1	Myrcia fallax	5	2,43457944	2	0,1	0,6	0,6	1,2
Q1	Passiflora manicata	3	1,23398064	2	0,1	0,3	0,6	0,9
Q1	Oreocallis grandiflora	3	0,84776335	2	0,1	0,2	0,6	0,8
Q1	Verbena litoralis	2	1,72413793	1	0,1	0,4	0,3	0,7
Q1	Alnus acuminata	1	1,49253731	1	0,0	0,3	0,3	0,6
Q1	Solanum arboreum	1	1,49253731	1	0,0	0,3	0,3	0,6
Q1	Lupinus sp.	2	1,1627907	1	0,1	0,3	0,3	0,6
Q1	Faramea sp.	1	0,99009901	1	0,0	0,2	0,3	0,5
Q1	Barnadecia arborea	1	0,78740157	1	0,0	0,2	0,3	0,5
Q1	Monnina arbuscula	1	0,76335878	1	0,0	0,2	0,3	0,5
Q1	Hesperomeles ferruginea	1	0,5952381	1	0,0	0,1	0,3	0,4
Q1	Anagallis arvensis	1	0,51282051	1	0,0	0,1	0,3	0,4
Q1	Bauhinia cumanensis	1	0,48780488	1	0,0	0,1	0,3	0,4
Q1	Gynoxys microphylla	1	0,456621	1	0,0	0,1	0,3	0,4
Q2	Lolium multiflorum	160	39,4693062	5	18,6	15,9	5,8	40,3
Q2	Rhynchospora ruiziana	167	20,6192526	7	19,4	8,3	8,1	35,9
Q2	Mikania sp.	104	15,9374135	5	12,1	6,4	5,8	24,3
Q2	Equisetum spp	90	19,9668831	4	10,5	8,1	4,7	23,2
Q2	Asplenium harpeodes	48	9,42466219	8	5,6	3,8	9,3	18,7
Q2	Dryopteris filix-mas	50	5,64726905	8	5,8	2,3	9,3	17,4
Q2	Trifolium repens	50	14,4981173	2	5,8	5,8	2,3	14,0

Gabriela Carra, Palmina Merchán





*Anexo 6: Toma de muestras de agua*



*Anexo 7: Cadena de custodia*

Para asegurar la integridad de las muestras desde el momento que se toma hasta el resultado final se utilizó la denominada “Cadena de Custodia”. Esto consiste en un documento que sirve para registrar toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte de laboratorio. La importancia de contar con este documento radicó en prevenir la falsificación y/o alteración de los datos de campo, así como para definir la cantidad y tipos de análisis requeridos, el tipo de pre tratamiento al que ha sido sometido, la fecha, hora de muestreo, el número de frascos remitidos por punto de muestreo, la fecha y hora de remisión, la identificación del responsable del muestreo y todo lo relacionado con la recepción por parte del laboratorio (SENA, 2011).



En caso de que las muestras sean manejadas por terceros durante el transporte hasta el laboratorio, los individuos involucrados deberán firmar y anotar la fecha y hora en el registro de cadena de custodia, así como el motivo del cambio de posesión. La cadena de custodia se depositará dentro del contenedor en que se transportan las muestras (SENA, 2011)

*Anexo 8: Caudales*

<b>QUEBRADA</b>	<b>Unidad</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Lluchicarrumi1	l/seg	40	48	47	45,00
Lluchicarrumi2	l/seg	15	13	15	14,33
Cap. Protegida	l/seg	17	20	19	18,67
Cap. Camp. Testig	l/seg	47	42	45	44,67
<b>QUEBRADA</b>	<b>Unidad</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Lluchicarrumi1	l/seg	15	12,38	9,8	30,86
Lluchicarrumi2	l/seg	18,2	11,9	9,6	30,59
Cap. Protegida	l/seg	20,5	10,93	9,8	45,08
Cap. Camp. Testig	l/seg	17,9	11,74	9,73	35,51



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175568	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Página 1 de 4
---	------------------------------	---------------

FECHA: 12/08/2020 INFORME N°: 212-04-20

**DATOS PROPORCIONADOS POR EL CLIENTE**

NOMBRE: JUNTA ADMINISTRADORA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO  
 SOLICITADO POR: SRA. GABRIELA GARCIA  
 DIRECCIÓN: LA CUMBRE VEINTE Y CUATRO DE MAYO

MUESTRA  
 CÓDIGO: 212/01-04/20  
 DESCRIPCIÓN (Fuente): AGUA DE QUEBRADA  
 PROCEDENCIA (Lugar): GAÑADEL  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 05/08/2020  
 ENTREGADAS EN EL LABORATORIO POR: SRA. GABRIELA GARCIA

**RESULTADOS**

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	C.LL1.A1 212/01/20
ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
BICARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
CARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
HIDROXIDOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
COLOR REAL	SM 2120 C	05/08/2020	UC	20
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	05/08/2020	uS/cm	33.4
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	PEE/LS/FQ/01	05/08/2020 10/08/2020	mg/l	<1
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	05/08/2020	mgCaCO3/l	50
DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	05/08/2020	mgCaCO3/l	32
DUREZA MAGNÉSICA	POR DIFERENCIA	05/08/2020	mgCaCO3/l	18.0000
CALCIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		12.8
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		4.37
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	05/08/2020 07/08/2020	mg/l	<0.1
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO3 - E	05/08/2020 07/08/2020	mgN/l	0,150
pH	PEE/LS/FQ/07	05/08/2020		6.49
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	05/08/2020	mg/l	<8
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	05/08/2020	mg/l	81
TURBIEDAD	SM 2130 B	05/08/2020	NTU	5.43
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	05/08/2020 07/08/2020	NMP/100ml	17
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	06/08/2020 08/08/2020	NMP/100ml	9.3

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	C.LL2.B1 212/02/20
-----------	--------	-------------------	--------	-----------------------

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.  
 - Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175568	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Página 2 de 4
---	------------------------------	---------------

ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
BICARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
CARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
HIDROXIDOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
COLOR REAL	SM 2120 C	05/08/2020	UC	12
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	05/08/2020	uS/cm	26.2
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	PEE(LS)/FQ/01	05/08/2020 10/08/2020	mg/l	<1
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	05/08/2020	mgCaCO3/l	84
DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	05/08/2020	mgCaCO3/l	10
DUREZA MAGNESICA	POR DIFERENCIA	05/08/2020	mgCaCO3/l	54.0000
CALCIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		4
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		13.12
FOSFORO TOTAL	PEE(LS)/FQ/03	05/08/2020 07/08/2020	mg/l	<0.1
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO3 - E	05/08/2020 07/08/2020	mg/l	0.137
pH	PEE(LS)/FQ/07	05/08/2020		6.62
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE(LS)/FQ/04	05/08/2020	mg/l	<6
SOLIDOS TOTALES	PEE(LS)/FQ/05	05/08/2020	mg/l	<30
TURBIEDAD	SM 2130 B	05/08/2020	NTU	2.31
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	05/08/2020 07/08/2020	NMP/100ml	110
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	05/08/2020 08/08/2020	NMP/100ml	5.5

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	C.PROTG.C1 212/03/20
ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
BICARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	22.27
CARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
HIDROXIDOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
COLOR REAL	SM 2120 C	05/08/2020	UC	21
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	05/08/2020	uS/cm	27.5
DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO	PEE(LS)/FQ/01	05/08/2020 10/08/2020	mg/l	<1
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	05/08/2020	mgCaCO3/l	40

- Los resultados contenidos en el presente Informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.  
 - Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.



<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175668	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Página 3 de 4
---	------------------------------	---------------

DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	05/08/2020	mgCaCO3/l	10
DUREZA MAGNESICA	POR DIFERENCIA	05/08/2020	mgCaCO3/l	30.0000
CALCIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		4
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		7.29
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	05/08/2020	mg/l	<0.1
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO3 - E	07/08/2020	mg/l	0.287
		05/08/2020		
pH	PEE/LS/FQ/07	05/08/2020		6.75
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	05/08/2020	mg/l	<6
SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	05/08/2020	mg/l	64
TURBIEDAD	SM 2130 B	05/08/2020	NTU	2.31
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	05/08/2020	NMP/100ml	2
		07/08/2020		
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	06/08/2020	NMP/100ml	1.8

PARÁMETRO	MÉTODO	FECHA REALIZACIÓN	UNIDAD	C.CAMP.D1 212/04/20
ALCALINIDAD TOTAL	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	20.44
BICARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	20.44
CARBONATOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
HIDROXIDOS	SM 2320 B	05/08/2020	mgCaCO3/l	0
COLOR REAL	SM 2120 C	05/08/2020	UC	0
CONDUCTIVIDAD	SM 2510 B	05/08/2020	uS/cm	24.5
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO	PEE/LS/FQ/01	05/08/2020	mg/l	<1
		10/08/2020		
DUREZA TOTAL	SM 2340 C	05/08/2020	mgCaCO3/l	50
DUREZA CALCICA	SM 3500 CA B	05/08/2020	mgCaCO3/l	6
DUREZA MAGNESICA	POR DIFERENCIA	05/08/2020	mgCaCO3/l	44.0000
CALCIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		2.4
MAGNESIO	POR DIFERENCIA	05/08/2020		10.69
FOSFORO TOTAL	PEE/LS/FQ/03	05/08/2020	mg/l	<0.1
		07/08/2020		
NITRATOS + NITRITOS	SM 4500 NO3 - E	05/08/2020	mg/l	0.212
		07/08/2020		
pH	PEE/LS/FQ/07	05/08/2020		6.83
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/04	05/08/2020	mg/l	<6

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.  
 - Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.

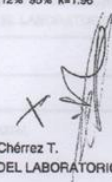


<b>LABORATORIO DE SANEAMIENTO</b> Panamericana Norte Km. 5 y 1/2. - Cuenca Telf : 4175568	<b>INFORME DE RESULTADOS</b>	Página 4 de 4
---	------------------------------	---------------

SOLIDOS TOTALES	PEE/LS/FQ/05	05/08/2020	mg/l	57
TURBIEDAD	SM 2130 B	05/08/2020	NTU	1.36
COLIFORMES TOTALES	SM 9221 E	05/08/2020 07/08/2020	NMP/100ml	170
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	SM 9221 E	06/08/2020 08/08/2020	NMP/100ml	2

Parámetros	DBO	DEMANDA TOTAL	PH	SOL. SUSP. TOTALES	SOLIDOS TOTALES
Incertidumbre	18.12% 95% k=1.96	9.04% 95% k=1.96	3.03% 95% K=2.01	10.76% 95% k=1.96	17.21% 95% k=1.96

Atentamente,

  
 BQF. María José Chérrez T.  
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO

**ETAPA EP**  
 Laboratorio de Saneamiento  
 Panamericana Norte Km 5,5 Ucubamba  
 Teléfono: 4175568

PARAMETRO	METODO	FECHA	UNIDAD	RESULTADO
-----------	--------	-------	--------	-----------

- Los resultados contenidos en el presente informe solo afectan a los objetos sometidos al ensayo.
- Este informe no deberá reproducirse parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio.



Anexo 10: Análisis de agua mes de Octubre

**LABORATORIO DE AGUA POTABLE - ETAPA EP**  
LABORATORIO DE ANÁLISIS ACREDITADO POR EL MINISTERIO ACREDITACIÓN NÚMERO DOP 18 010 000

COLOCACIÓN N°: 071-19

**SISTEMA DE ANÁLISIS**

UBICACIÓN: TUTI - GUARINILLA - TAMBORA - CAUTERINCO  
 MUNICIPIO: BAHUELO ALTO - BAHUELO  
 PROVINCIA: OCHAVAJÓN  
 EDUCACIÓN PRIMARIA: MGR. FÉLIX ANGELO PERALTA - PICHINCHI  
 INSTITUCIÓN: SUTIMA  
 EQUIPO ELECTROTRONICO: ANALISIS DE AGUA POTABLE  
 INSTRUMENTACIÓN: CÁMARA DE AGUA POTABLE  
 OPERADOR/PROFESIONISTA: D. B. B. C.  
 SERVICIO: OCHAVAJÓN  
 TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR: MARCELA GARCÍA GONZÁLEZ  
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA: miércoles 2 de octubre de 2014  
 RECIBIDO POR: MGR. HENRI SANDOZ TAMAYO  
 FECHA DE RECEPCIÓN: miércoles 2 de octubre de 2014  
 FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS: miércoles 8 de octubre de 2014

HORA: 07:30  
HORA: 14:30

PARAMETRO	MUESTRA						UNIDAD	VALOR	VALOR PERMISIVO	OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	6				
Color Med	10	10	10	10	10	10	1	5,75	22,00	540-1012014
	10	10	10	10	10	10	0	1,75	13,00	100-1012014
	10	10	10	10	10	10	0	4,00	13,00	2400-1012014
Turbid	10	10	10	10	10	10	0	3,00	15,00	4500-1012014
	10	10	10	10	10	10	0	3,00	12,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	0	3,00	12,00	4500-1012014
Alcalinidad Total	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
Dureza Total	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	4	3,00	12,00	1800-1012014
<b>ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS</b>										
Coliformos Totales	10	10	10	10	10	10	4	7,00	72,00	1800-1012014
	10	10	10	10	10	10	0	17,00	72,00	1800-1012014

**DETALLE DE LA MUESTRA**

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR	VALOR PERMISIVO
CAP. LEUCO-CRIFORME 1	CFU/100 ml	100	10
CAP. LEUCO-CRIFORME 2	CFU/100 ml	100	10
CAP. FERTILIZANTE	CFU/100 ml	100	10
CAMPYLOBACTER	CFU/100 ml	100	10

OBSERVACIONES:   
 RESULTADO DE LA MUESTRA:   
 RESULTADO DE LA MUESTRA:   
 RESULTADO DE LA MUESTRA:   
 RESULTADO DE LA MUESTRA:

El Laboratorio de Agua Potable de esta institución, es el único autorizado por el Ministerio de Salud Pública y Cooperación Exterior, para la prestación de servicios de laboratorio de agua potable, en la provincia de Ochoa.   
 La prestación de estos servicios, requiere de un pago por el uso de los servicios de laboratorio.   
 El costo de los servicios de laboratorio, se detallan en el cuadro adjunto.   
 Los resultados de los análisis, se entregan en el momento de la entrega de la muestra.   
 El costo de los servicios de laboratorio, se detallan en el cuadro adjunto.

LABORATORIO DE AGUA POTABLE - ETAPA EP

PREPAREDADO:   
 CONTROL:   
 FECHA:



LABORATORIO DE AGUA POTABLE - ETAPA EP  
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE CON ACREDITACION NUMERO DAE LE C 12-063

INFORME ANALISIS DE AGUA

Informe No.: 071-19

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	RUTH GABRIELA GARCIA GUERRERO
R.U.C. o C.I.:	8103306213
DIRECCION:	BARRIO APRES - BAYALISI
TEL.FONO(N):	2641930
CORREO ELECTRONICO:	gabriela.garcia@ucuenca.edu.ec
SOLICITADO POR:	ING. AGR. ANGEL PERALTA (ETAPA EP)

DATOS DE LA MUESTRA	
ENTREGADO POR:	GABRIELA GARCIA GUERRERO
ORIGEN y/o PROCEDENCIA:	CUACUAC - JARDIN
TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR:	GABRIELA GARCIA GUERRERO
FECHA DE TOMA DE MUESTRA:	miércoles, 3 de octubre de 2019
RECIBIDO POR:	ING. DORIS SANCHEZ TAMARIZ
FECHA DE RECEPCION:	miércoles, 3 de octubre de 2019

DATOS DEL ANALISIS	
FECHA DE ENVIO DEL ANALISIS:	miércoles, 3 de octubre de 2019
FECHA FIN DEL ANALISIS:	miércoles, 3 de octubre de 2019
FECHA DE EMISION DEL INFORME:	miércoles, 3 de octubre de 2019

CONDICIONES AMBIENTALES DEL LABORATORIO	
TEMPERATURA (°C):	23,0
HUMEDAD RELATIVA (%):	47,0

PARAMETROS	UNIDADES	SARRENSA LABORATORIO (GESTIONADORA S.A.S.)				LMP para Agua Potable (L)	METODO
		E19-209	E19-201	E19-02	E19-255		
		CAP. LAUCH CARRILUM 1 CRUCIA	CAP. LAUCH CARRILUM 2 CRUCIA	CAP. PROTOGICA CRUCIA	CAP. PANAROLUM CRUCIA		
ANÁLISIS FÍSICOS							
Color Aparente	U.C. PtCo	50	30	20	17	10	SM-229-0126 S
Color Real	U.C.	24	11	16	3		SM-229-2126 S
Conductividad	µS/cm	35,3	33,1	33,4	39,0		SM-229-2916 S
T.S.T.	mg/l	27	21	22	19		SM-229-2916 S
pH	UdH	8,19	8,22	8,23	8,11		SM-229-4500-11
Turbiedad	N.T.U.	0,28	0,22	1,85	1,81	0	SM-229-2126 S
ANÁLISIS QUÍMICOS							
Acidez	mg/l CaCO <sub>3</sub>	1,78	1,78	1,78	1,78		SM-229-2316 S
Alcalinidad Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	10,21	17,43	17,43	14,80		SM-229-2326 S
Dureza Cálcica	mg/l CaCO <sub>3</sub>	8,78	7,41	8,83	6,83		SM-229-2800-04 S
Dureza Magnésica	mg/l CaCO <sub>3</sub>	1,43	1,99	2,29	0,94		Cálculo
Dureza Total	mg/l CaCO <sub>3</sub>	10,05	9,97	7,82	7,82		SM-229-2346 S
ANÁLISIS DE METALES							
Calcio	mg/l	3,96	3,96	3,85	3,85		Cálculo
Magnesio	mg/l	0,98	0,38	0,89	0,09		Cálculo
ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS							
Coliformes Totales	NMP/100 ml	2,00E+01	1,50E+01	1,10E+01	2,60E+01	<1,80E+03 (S)	SM-229-0201
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1,40E+01	1,30E+01	1,80E+00	1,30E+01	<1,80E+03 (S)	SM-229-0201

Observaciones:

Nota:  
 1. Los resultados e informes en este informe corresponden únicamente a (1) (1) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 2. La información correspondiente a las muestras es la proporcionada por el cliente.  
 3. No se debe realizar el informe, excepto en su totalidad, sin la autorización escrita del laboratorio.  
 4. Cuando se utilice otros valores reportados y luego de un tiempo máximo de tiempo de 30 días.  
 5. < 1,80E+03 significa que los ensayos reportados en NMP utilizando 15 tubos de 5 cm x 1 m y 5 de 11 m, algunos en posición.  
 6. < 1 significa que los ensayos reportados en NMP en posición de posición.  
 7. NTE NTE 158-2014 aplica control.  
 8. Se adjunta (1) copia al momento del momento indica que el valor determinado no se encuentra dentro del rango de aceptación.  
 9. SM-229-2800-04 (Cálculo) 23

Los resultados obtenidos en el presente informe se encuentran sujetos a las condiciones de conformidad emitidas por el laboratorio.

ACREDITADO  
ISO 9001

TURBIDAD (NTU) 0,28 0,22 1,85 1,81  
 CONDUCTIVIDAD (µS/cm) 35,3 33,1 33,4 39,0  
 pH (UdH) 8,19 8,22 8,23 8,11

NOMBRE DEL ARCHIVO DIGITAL: 20191002\_CURRIE\_ANGEL PERALTA-ETAPA.PDF

K.R



Handwritten signature



