

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA**  
**CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN**  
**DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

**TEMA:**

Propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura.

**AUTOR:**

SUMAC CARI SANDOVAL PUPIALES

**DIRECTOR DEL PROYECTO:**

MSc. EDISON SUNTASIG NEGRETE

PUYO – ECUADOR

2019 – 2020

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Sumac Cari Sandoval Pupiales con C.I: 1004159487, certifico que los criterios y opiniones que constan en el Proyecto de Investigación y Desarrollo bajo el tema: “Propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura.”, son de mi autoría y exclusiva responsabilidad.



Sumac Cari Sandoval Pupiales

1004159487

## **CERTIFICADO DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

Por medio del presente, Yo, Edison Suntasig Negrete, con C.I. 0502956261 certifico que el egresado Sumac Cari Sandoval Pupiales, realizó el Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “Propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura” previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental bajo mi supervisión.



MSc. Edison Suntasig Negrete  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**



# UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

## SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND



Oficio No. 92-SAU-UEA-2020

Puyo, 29 de enero de 2020

Por medio del presente **CERTIFICO** que:

El Proyecto de Investigación correspondiente al egresado SANDOVAL PUPIALES SUMAC CARI con C.I. 1004159487 con el Tema: **“Propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura”**, de la carrera, Ingeniería Ambiental. Director del proyecto Ing. SUNTASIG NEGRETE EDISON M.Sc. ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 1%, Informe generado con fecha 28 de enero de 2020 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Ing. Italo Marcelo Lara Pilco MSc.

**ADMINISTRADOR DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND – UEA - .**

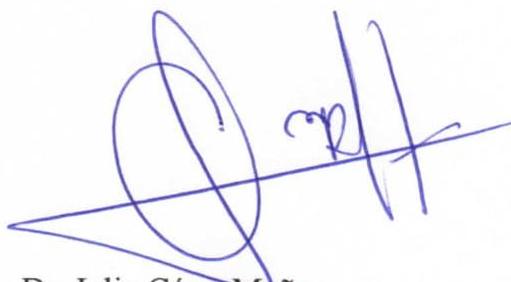
# **CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

El Proyecto de Investigación y Desarrollo titulado “Propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura”, fue aprobado por los siguientes miembros del tribunal.



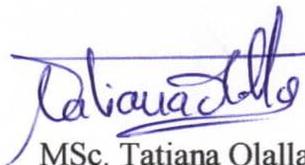
Dr. Yudel García

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Dr. Julio César Muñoz

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



MSc. Tatiana Olalla

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a la Universidad Estatal Amazónica en especial a los docentes de la Carrera de Ingeniería Ambiental, por impartir sus conocimientos en cada aula, cada semestre, para formarme como profesional.*

*A mi padre Matiaz Sandoval, mi madre Magdalena Pupiales, y hermanos (as) Inti, Yuriana, Edison, quienes han sido mi apoyo incondicional en todo momento y depositaron en mí esa confianza para llegar a cumplir tan anhelado sueño.*

*A Melissa, por su cariño, apoyo, consejos, que hicieron de mí una mejor persona, en el transcurso de este proceso.*

*A todos los profesionales, amigos que aportaron con sus conocimientos, sus experiencias, para el desarrollo y culminación de este proyecto.*

*De manera especial también a mi tutor de proyecto MSc. Edison Suntasig Negrete, por haberme apoyado y guiado en la elaboración de este trabajo de titulación, también por ser un destacado docente en las actividades académicas durante el periodo de formación en mi carrera universitaria.*

Sumac Cari Sandoval Pupiales

## Resumen

El deterioro de fuentes hídricas es un problema que genera preocupación en territorios comunitarios. El objetivo del presente proyecto fue desarrollar la propuesta para la restauración en la microcuenca Willi Kucha de la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Se realizó la caracterización del área física de influencia, delimitación de la microcuenca y la elaboración de la propuesta de restauración para el área de estudio. La División Hidrográfica del Ecuador (Pfasterer Nivel 5) ubica a esta vertiente en la Unidad Hidrográfica 15482, su afluente principal el río Tahuando. La dirección de flujo delimita la microcuenca obteniendo una figura en forma de T invertida, con un área total de 1,40 hectáreas donde 0,34 hectáreas poseen vegetación nativa y 1,06 hectáreas destinadas para aplicar métodos de restauración. Se aplicaron encuestas a los propietarios de los predios y se obtuvo resultados positivos para la protección y restauración de esta microcuenca. El área de estudio está localizada en suelos agrícolas, con pendientes entre 12 y 25%, ideal para aplicación del modelo tres bolillo, con distancia de cinco metros en forma de triángulo equilátero, obteniendo como resultado 448 puntos distribuidos para la construcción de: refugios artificiales, perchas artificiales, zanjas de infiltración y la plantación de seis especies forestales: *Siphocampylus giganteus* (Pucunero), *Myrcianthes hallii* (Arrayan), *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote), *Oreopanax ecuadorensis* (Puma maqui), *Alnus acuminata* (Aliso), *Morella pubescens* (Laurel).

**Palabras clave:** Fuentes hídricas, Restauración, Especies nativas, Agua.

## ABSTRACT

The deterioration of water sources is a problem that generates concern in community territories. The objective of the present project was to develop the proposal for the restoration of the Willi Kucha micro-basin of the San Clemente community, La Esperanza parish, Ibarra canton, Imbabura province. The characterization of the physical area of influence, the delimitation of the micro-basin and the elaboration of the restoration proposal for the study area were carried out. The Hydrographic Division of Ecuador (Pfaster Level 5) locates this slope in the Hydrographic Unit 15482, its main tributary the Tahuando River. The flow direction delimits the micro-basin obtaining an inverted T-shaped figure, with a total area of 1.40 hectares where 0.34 hectares have native vegetation and 1.06 hectares destined to apply restoration methods. Surveys were conducted with the landowners and positive results were obtained for the protection and restoration of this micro-basin. The study area is located in agricultural soils, with slopes between 12 and 25%, ideal for the application of the three-roll model, with a distance of five meters in the form of an equilateral triangle, obtaining as a result 448 points distributed for the construction of artificial shelters, artificial perches, infiltration ditches and the planting of six forest species: *Siphocampylus giganteus* (Pucunero), *Myrcianthes hallii* (Arrayan), *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote), *Oreopanax ecuadorensis* (Puma maqui), *Alnus acuminata* (Alder), *Morella pubescens* (Laurel).

**Keywords:** Water sources, Restoration, Native species, Water.

# ÍNDICE

CAPÍTULO I.....	1
1.1. Introducción .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Formulación del problema.....	2
1.4. Objetivos .....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
2.1. Cuenca hidrográfica .....	4
2.1.1. Microcuenca .....	4
2.1.2. Manejo de cuencas hidrográficas.....	5
2.1.3. Vertientes.....	5
2.1.4. Restauración y recuperación de fuentes hídricas.....	5
2.1.5. Reforestación.....	8
2.1.6. Participación comunitaria.....	8
2.1.7. Deterioro ambiental .....	9
2.2. El agua.....	9
2.2.1. Gestión del agua .....	10
2.3. Sistemas de información geográfica .....	10
2.4. Normativa y base legal.....	10
2.4.1. Constitución del Ecuador .....	11
2.4.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua	12
CAPÍTULO III. ....	13
3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.1. Localización de la investigación .....	13
3.2. Tipo de investigación .....	14
3.3. Método de investigación .....	14
3.3.1. Metodología utilizada para la caracterización del área física.....	15

3.3.2.	Metodología utilizada para la delimitación del área de influencia de la microcuenca.....	15
3.3.3.	Metodología para la elaboración de la propuesta .....	16
CAPÍTULO IV.	.....	21
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21
4.1.	Caracterización del área física de influencia .....	21
4.1.1.	Línea base física. ....	21
4.1.2.	Línea base biológica .....	22
4.1.3.	Línea base socio cultural y económico.....	22
4.2.	Área de influencia de la microcuenca.....	25
4.2.1.	Zonificación.....	25
4.2.2.	Elaboración de datos.....	26
4.2.3.	Análisis y resultados de la encuesta .....	32
4.3.	Propuesta.....	44
4.3.1.	Fase descriptiva .....	44
4.3.2.	Fase diagnóstica.....	48
4.3.3.	Fase proyectual.....	53
5.	CAPÍTULO V. ....	66
5.1.	Conclusiones:.....	66
5.2.	Recomendaciones .....	67
6.	CAPÍTULO VI.....	68
6.3.	Bibliografía .....	68
7.	CAPÍTULO VII.....	73
7.1.	Anexos.....	73
7.1.1.	Cultivos en la microcuenca .....	73
7.1.2.	Trabajo en campo.....	73
7.1.3.	Estado actual de la microcuenca .....	74
7.1.4.	Formato de Encuesta respuestas en escala TIPO LIKERT .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Escala de intervención antrópica. ....	17
<b>Tabla 2.</b> Apariencia del tipo de vegetación en base a la altura de los hábitos de crecimiento y cobertura. ....	17
<b>Tabla 3.</b> Presencia de especies características. ....	17
<b>Tabla 4.</b> Presencia de epifitas vasculares y no vasculares ....	18
<b>Tabla 5.</b> Línea base del factor físico ....	21
<b>Tabla 6.</b> Línea base del factor biológico.....	22
<b>Tabla 7.</b> Línea base factor socio cultural y económico ....	23
<b>Tabla 8.</b> Base de datos de posición geográfica de la vertiente y microcuenca. ....	25
<b>Tabla 9.</b> Hitos de la Microcuenca Willi Kucha. ....	25
<b>Tabla 10.</b> Puntos del área de cobertura vegetal. ....	26
<b>Tabla 11.</b> Género de las personas encuestadas. ....	33
<b>Tabla 12.</b> Edad de la población encuestada. ....	34
<b>Tabla 13.</b> Frecuencia con la que acuden a la vertiente. ....	35
<b>Tabla 14</b> Utilización de agua en la actualidad. ....	37
<b>Tabla 15.</b> Mingas comunitarias para la protección de la microcuenca. ....	38
<b>Tabla 16.</b> Disposición para ser partícipes en actividades de restauración. ....	39
<b>Tabla 17.</b> Posibles causas que afectan la microcuenca. ....	40
<b>Tabla 18.</b> Posibles fenómenos que afecten a la microcuenca. ....	41
<b>Tabla 19.</b> Actividades que usan el agua de la vertiente. ....	43
<b>Tabla 20.</b> Matriz de propósito.....	47
<b>Tabla 21.</b> Especies identificados en la microcuenca ....	48
<b>Tabla 22.</b> Grado de intervención antrópica. ....	49
<b>Tabla 23.</b> Apariencia de tipo de vegetación.....	49
<b>Tabla 24.</b> Presencia de especies.....	50
<b>Tabla 25.</b> Abundancia de epifitas vasculares y no vasculares. ....	51
<b>Tabla 26.</b> Calificación final del estado de conservación. ....	51
<b>Tabla 27.</b> Matriz de criterio de selección. ....	53
<b>Tabla 28.</b> Matriz de monitoreo y evaluación a corto plazo ....	61
<b>Tabla 29.</b> Matriz de monitoreo y evaluación a largo plazo ....	62
<b>Tabla 30.</b> Factores externos ....	62
<b>Tabla 31.</b> Cronograma de actividades ....	63
<b>Tabla 32.</b> Presupuesto estimado ....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del área de estudio.....	13
<b>Figura 2.</b> Método volumétrico para medición de caudales .....	18
<b>Figura 3.</b> Modelo Digital de Terreno de la Unidad Hidrográfica 15482.....	27
<b>Figura 4.</b> Dirección de flujo la Unidad Hidrográfica 15482. ....	28
<b>Figura 5.</b> Polígono del área establecida para la restauración.....	29
<b>Figura 6.</b> Uso actual de suelo, parte media ya alta de la comunidad San Clemente. ....	30
<b>Figura 7.</b> Área a restaurar Microcuenca Willi Kucha.....	31
<b>Figura 8.</b> Mapa de situación actual de la microcuenca Willi Kucha. ....	32
<b>Figura 9.</b> Género de las personas encuestadas. ....	33
<b>Figura 10.</b> Edad de la población encuestada. ....	35
<b>Figura 11.</b> Frecuencia con la que acuden a la vertiente.....	36
<b>Figura 12.</b> Utilización de agua en la actualidad. ....	37
<b>Figura 13.</b> Mingas comunitarias para la protección de la microcuenca. ....	38
<b>Figura 14.</b> Disposición para ser partícipes en actividades de restauración. ....	39
<b>Figura 15.</b> Posibles causas que afectan la microcuenca .....	40
<b>Figura 16.</b> Posibles fenómenos que afecten a la microcuenca. ....	42
<b>Figura 17.</b> Actividades que usan el agua de la vertiente. ....	43
<b>Figura 18.</b> Delimitación del área de estudio, microcuenca Willi Kucha.....	46
<b>Figura 19.</b> Representación gráfica del estado de conservación de la microcuenca.....	52
<b>Figura 20.</b> Representación gráfica del estado de conservación del cauce natural.....	52
<b>Figura 21.</b> Histórico de caudales de la vertiente Willi Kucha.....	53
<b>Figura 22.</b> Modelo de zanja de infiltración. ....	57
<b>Figura 23.</b> Diseño de torre artificial. ....	57
<b>Figura 24.</b> Diseño de percha artificial. ....	58
<b>Figura 25.</b> Ejemplo de percha artificial. ....	58
<b>Figura 26.</b> Diseño de refugios artificiales. ....	58
<b>Figura 27.</b> Distribución de puntos método tres bolillo, microcuenca Willi Kucha.....	60
<b>Figura 28.</b> Distribución de puntos, método tres bolillo, cauce natural.....	60
<b>Figura 29.</b> Modelo de restauración.....	61

# CAPÍTULO I.

## 1.1. Introducción

La calidad de los recursos hídricos en la actualidad ha variado respecto a años anteriores por ello es que la restauración en fuentes hídricas, contribuyen a la recuperación y conservación. Además, Cisneros & Pacheco (2010) reportan que el país cuenta con la suficiente cantidad de este recurso, capaces de dotar a todo el territorio de este líquido vital. Para ser más específico Galárraga (2000) en su Informe Nacional Sobre la Gestión del Agua en el Ecuador recalca que el 80% del consumo total está destinado a riego, estimando una variación del 15 al 25% de pérdidas, mismos que se dan en la captación y transporte.

Según los autores Hidalgo & Páez (2008) mencionan que, el ser humano ha realizado diferentes actividades con el recurso hídrico, es decir en: riego, diversión, uso en hogares, actividades industriales, entre otros, olvidándose que este es un recurso no renovable y vital para el desarrollo de la vida.

La ley Orgánica de Recursos Hídricos Uso y Aprovechamiento del Agua (LORHUyA), en el artículo 43 recalca, “la protección, recuperación, y conservación de las fuentes hídricas, será realizado por el Estado, los distintos sistemas comunitario, quienes son también corresponsables para la conservación, manejo, y uso de fuentes hídricas que se encuentren dentro de sus territorios y el artículo 6 del reglamentos en la misma ley, da a conocer que el área de protección en fuentes hídricas será de aproximadamente 100 m” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2015), con estos antecedentes la comunidad de San Clemente podrá ser el actor principal para la conservación de esta fuente hídrica.

SENAGUA (2018) recalca que entre las actividades de protección de fuentes hídricas está la restauración forestal con plantas nativas, mismas que permiten la conservación de flora, fauna, suelo, agua, y aire. Generando beneficios a mediano plazo como: recuperación de ecosistemas, caudal, flora, fauna y a largo plazo la restauración de ecosistemas.

La presente propuesta nace de la necesidad de conservar y preservar el agua de la vertiente Willi Kucha por la evidente disminución de caudales en época de verano, mismos que son utilizados para actividades de: riego en cultivos, hidratación para animales silvestres y domésticos, turismo, espiritualidad, etc., considerando que este espacio es denominado patrimonio natural de la comunidad San Clemente.

Resulta importante conocer las actividades que se están llevando en el área cercana a la vertiente y en torno a ello plantear medidas que permitan proteger y conservar la microcuenca de esta vertiente.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la vertiente de agua Willi Kucha, se observa afectación a la flora nativa en la zona de recarga hídrica, debido el incremento demográfico evidenciado por la construcción de infraestructuras físicas, expansión de la frontera agrícola para el cultivo de *Zea mays* (maíz), *Solanum tuberosum* (papas), *Vicia faba* (habas), *Phaseolus vulgaris* (frejol), etc.

Otra de las causas es la introducción de especies forestales exóticas para obtención de madera entre las más evidentes especies del género *Pinus* y *Eucalyptus*, también la apertura de vías que facilitan la movilidad de la población del sector, así como también de turistas nacionales y extranjeros.

Utilización de este espacio para bebedero de animales domésticos, sin un adecuado manejo de este espacio y no se desarrolla ninguna propuesta para la protección de esta zona.

En un conversatorio realizado con Guamán (2019) relata que este espacio por muchos años ha sido utilizado por personas de la localidad y de comunidades cercanas, para el abastecimiento de agua de consumo humano hasta el año 1985, considerando que a partir de ese año el caudal no abastecía debido al incremento demográfico, en vista de que las vertientes de agua disminuyeron su caudal en relación a años anteriores, en consecuencia para el año 1995 se ejecuta el Proyecto Sur Oriental (Proyecto de abastecimiento de agua entubada) llegando a abastecer a la comunidad en casi todos los hogares.

Por lo que esta investigación pretende generar una propuesta de restauración forestal con especies propias de la zona, contribuyendo a la disminución de impactos generados que alteran este ecosistema y garantizando la protección de la microcuenca de la fuente hídrica Willi Kucha, más aun sabiendo que constituye un patrimonio natural en la historia en esta comunidad, con estos antecedentes se formula la siguiente interrogante.

## **1.3. Formulación del problema**

¿Cómo recuperar el caudal de la vertiente Willi Kucha mediante la propuesta de restauración forestal con especies nativas de la zona, creación de zanjas de infiltración, en la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, cantón Ibarra de la provincia de Imbabura?

## **1.4. Objetivos**

### **1.1.1. Objetivo general**

Desarrollar la propuesta de restauración forestal para la recuperación de caudal en la vertiente Willi Kucha, ubicado en la comunidad San Clemente, Parroquia La Esperanza, Cantón Ibarra de la Provincia de Imbabura.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Caracterizar el área física de influencia, mediante la línea base en la vertiente de agua Willi Kucha, de la comunidad San Clemente, Parroquia La Esperanza, Cantón Ibarra.
- Delimitar el área de influencia de la microcuenca Willi Kucha, con la aplicación de SIG para la identificación del área de protección hídrica y zona de recarga hídrica, en la comunidad San Clemente, Parroquia La Esperanza, Cantón Ibarra.
- Diseñar la propuesta de restauración forestal para la recuperación del caudal de la vertiente Willi Kucha, en la comunidad San Clemente, Parroquia La Esperanza, Provincia de Imbabura.

## **CAPÍTULO II.**

# **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.1. Cuenca hidrográfica**

Por una parte, Cotler *et al.*, (2013) resaltan que las cuencas son territorio delimitados naturalmente por un parte aguas, localizados en las partes altas de las zonas montañosas, que desembocan en el punto denominado salida de la cuenca. FODEPAL (2004) complementa que estas se enriquecen con la contribución de herramientas y actividades vistas desde el lado ambiental, que tienen como eje principal las actividades relacionadas con la participación comunitaria.

Por consiguiente, Parra (2009) sugiere identificar los siguientes componentes básicos, en cuencas hidrográficas con presencia humana:

Componentes naturales: agua, clima, temperatura, suelo, vegetación, precipitación.

Componentes antrópicos:

Socio económico, entre ellos infraestructuras, tecnología.

Jurídico, leyes que regulan el uso y aprovechamiento de los recursos naturales.

#### **2.1.1. Microcuenca**

En cuanto a microcuencas Cuaspud (2017) detalla que es una unidad física, que al igual que la cuenca lo divide un parte aguas, en este caso determinado por el escurrimiento del agua en la misma dirección hacia: un valle, sequia, arroyo o riachuelo que siguiendo su cauce natural posteriormente forman cuencas de tamaños mayores. Siendo la unidad topográfica e hidrográfica de terreno drenada por una misma corriente de agua que dependerá del uso de suelo y la cobertura vegetal.

Para los estudios y actividades relacionadas al análisis hidrológico, se consideran las microcuencas que poseen una red de drenaje de primer o segundo orden, considerando el área de drenaje misma que debe ser mayor a 1 ha hasta las 100 ha (Bahomode, 2000).

Entre los componentes de la microcuenca está la zona de recarga hídrica, que se encarga de la acumulación del agua a un acuífero, con origen en diferentes medios como son: las lluvias, aguas superficiales, transmisión de otra fuente, si es de manera natural tiene un límite de

almacenamiento, una vez que supera este límite el agua pasa a diferentes áreas como ríos, lagos, o diferentes acuíferos (Faustino, 2006).

### **2.1.2. Manejo de cuencas hidrográficas**

En la microcuenca existe la posibilidad que la población de la comunidad tenga intereses similares, por ello la participación integral de actores y usuario de estos servicios, generará una posibilidad de aplicación de las diferentes técnicas para restauración de cuencas Saavedra (2009), y resalta los siguientes enfoques de manejo de cuencas:

- Cuando el agua es el eje de la proyección y administración, adquiere superioridad la concepción de eficacia y aumento de agua, en torno a su funcionamiento y manejo del sistema hídrico que da como resultado el Manejo de Cuencas.
- Cuando los recursos naturales forman el centro de la planificación y manejo, y se conserva el recurso hídrico como componente de la cuenca. Se da origen al "Manejo Sostenible de Cuencas".
- Cuando el enfoque es amplio y se establece que el centro de la planificación y manejo es el ambiente, conservado la funcionalidad estratégica del agua. Se da origen al "Manejo Integral de Cuencas".

### **2.1.3. Vertientes**

El Ministerio del Ambiente del Ecuador MAE (2013) considera fuentes hídricas a los ojos de agua que tienen afloramiento de origen natural, provenientes de microcuencas, laderas, arroyos, etc.

Las vertientes son corrientes de agua, aprovechadas en diferentes usos. Las fuentes subterráneas en su mayoría están libres de patógenos y puede ser para consumo humano, sin embargo, previamente se necesita realizar un análisis de las características físico-químicos y bacteriológicos (Vieira, 2002). Siendo parte de un sistema complejo dinámico de comunidades de plantas, animales, microorganismos y elementos antrópicos, que interactúan como unidad funcional (Pérez, 2015).

### **2.1.4. Restauración y recuperación de fuentes hídricas**

Es devolver un ecosistema degradado a su estado original, esto es, restablecer la estructura, la productividad y la diversidad de las especies del ecosistema que en teoría estaban presentes originariamente en un lugar (FAO, 2019).

Entendiéndose a la realización de actividades positivas que generan cambios en los ecosistemas, con la finalidad de lograr el retorno del ecosistema al estado inicial.

La gestión de cuencas es sobresaliente en áreas montañosas, en el que se desarrolla actividades de cultivos, crianza de animales, a pequeña y media escala, siendo los sistemas que usan la tierra e involucrando al ser humano que genera impactos positivos y negativos aguas arriba como también aguas abajo en las cuencas y microcuencas que generan diferentes servicios ambientales y funciones ecosistémicos, como el abastecimiento de agua dulce, fertilidad de suelo que hace posible la producción, sumideros de carbono, y actualmente se encuentran expuesto a riesgos y amenazas (Saavedra, 2018).

Además, Vargas & Reyes (2009) afirman que “La restauración ecológica es sinónimo de restauración asistida” que tiene la intención de una recuperación total o parcial de un ecosistema en base a los diferentes aspectos:

- Intencionalidad: acciones dirigidas a efectuar la regeneración.
- Alcance: restablecimiento de un conjunto más reducido.
- Modo: se ajusta la restauración de acuerdo al enfoque y la estrategia.
- Incidencia: acelerando los procesos de restauración cuando sufra algún desvío de los objetivos.

### **Diagnóstico ambiental**

Busca contemplar el ambiente desde una visión amplia de su problemática, integrando la información previamente generada, considerando la transversalidad de las diferentes políticas sectoriales locales, se considera al sistema local como una unidad compleja, en la cual los recursos naturales aparecen en interacción con el desarrollo cultural, social y económico de los ciudadanos (Municipio de León Guanajuato, 2013).

Mientras tanto Saavedra (2009), incluye todas las actividades que faciliten el conocimiento y la caracterización del contexto, los actores, las dificultades, posibles causas principales acompañado de los efectos, resaltando las amenazas o peligros, como la vulnerabilidad.

### **Técnica de nucleación**

Entre los principales obstáculos para restauración de ecosistemas es el acceso a recursos económicos, por ello dichas actividades deberán ser de bajo costo y de fácil aplicabilidad, por otro lado Reis, *et al.*, (2003) argumentan que estas actividades deberán estar destinadas a la construcción de microhábitats que garanticen la llegada de especies animales y vegetales aplicando las siguientes técnicas: perchas artificiales, siembra directa con semilla, refugios artificiales, zanjas de infiltración.

### **Restauración ecológica**

Existen diferentes tipos de restauración, dependiendo el enfoque que se quiera trabajar, sin embargo Gonzales & García (2007) detallan un conjunto de actividades destinadas a la reconstrucción de la estructura garantizando la conservación de la funcionalidad del ecosistema, previo análisis antes de su degradación, planteados mediante el objetivo general enmarcado en el retorno de la funcionalidad del ecosistema y objetivos generales enfocados en: recuperación de procesos fluviales, incremento de la resiliencia ante perturbaciones, aprovechamiento del recurso para actividades humanas, restauración de belleza paisajística.

### **Protección de fuentes hídricas**

La protección del agua es trabajo de la sociedad actual por lo cual Vieira (2002) asigna un conjunto de actividades, que tienen por objetivo aumentar las condiciones de producción del recurso hídrico, así como reducir o eliminar los posibles focos de contaminación y dar un adecuado uso y manejo. Desde otra perspectiva Saavedra (2009) sugiere acciones que comprenden la protección, conservación de las fuentes hídricas y del área cercana que consisten en:

- Prácticas en la microcuenca, con la finalidad de incrementar la infiltración y recargar la capa freática.
- Prácticas en la vertiente, con la finalidad de conservar y evitar focos de contaminación local.

### **2.1.5. Reforestación**

Para Sánchez (2018) la reforestación es el hecho de repoblar un territorio con árboles, en donde lo ideal es que las especies sean autóctonas, aunque también pueden ser introducidas, pero lo mejor es que sean especies de crecimiento rápido. En general, reforestar tierras en mal estado tiene un efecto positivo, por la mejora ambiental y de los recursos.

Por otro lado, Arkiplus (2011) propone que la reforestación sea con especies nativas y que estas son originarias de la región donde han crecido y evolucionado en armonía con suelos, clima, fauna y otros miembros de la comunidad vegetal, mismo que se pueden propagar por métodos de: estacas, esquejes, semillas, trasplante del medio natural, cultivo de tejidos.

### **2.1.6. Participación comunitaria**

Se conoce como los procesos sociales a través de los cuales los grupos, las organizaciones, las instituciones o los diferentes sectores incluida la comunidad intervienen en la identificación de problemas y se unen en una sólida alianza para diseñar, poner en práctica y evaluar las posibles soluciones (Ramos, 2001).

Así mismo Castillero (2005) define como el proceso donde las partes interesadas influyen y controlan las iniciativas, decisiones y recursos que afectan o benefician a sus vidas. Involucrando a la misma gente como actores y supervisores de las actividades, contribuyendo al crecimiento económico y mejorando la sostenibilidad de los proyectos entre las principales ventajas describe las siguientes:

- Ayuda a obtener mayor información respecto a la situación actual ejecutando la reflexión conjunta. Y a su vez se genera información que puede ser utilizado en diferentes momentos.
- Genera oportunidad de interacción de los participantes con experiencias, recursos e ideas.
- Crea conciencia en los participantes respecto al problema, es democrático y se generan compromisos, evitando la pérdida de esfuerzos.

En este sentido la labor que se genere dentro de comunidades debe estar enfocado a temas de interés de la comunidad para generar participación activa de todos los moradores locales, así como también vincular a las instituciones públicas y privadas con el objetivo de generar y elaborar proyectos o actividades direccionados a soluciones de conflictos.

### **2.1.7. Deterioro ambiental**

Un estudio de Naturaleza y Cultura Internacional (2016) realizado en la zona sur del Ecuador, identificó que más del 40% del área perteneciente a microcuencas han sido transformado para dar diferentes usos agrícolas y en especial a pastizales, en consecuencia, la población experimenta la carencia de agua potable para consumo, a esto también se suma el crecimiento demográfico, la expansión agrícola, la deforestación en microcuencas. Motivo por el cual los ciudadanos de Loja se ven obligados a tener raciones de agua en ciertas temporadas del año en especial en los meses de verano, frente a esto la municipalidad de Loja en este año empezó con actividades de conservación de cobertura vegetal en fuentes hídricas y macrocuencas para mitigar el problema.

Para Bordehore (2013) el componente humano que comprende: la ciencia, tecnología y las condiciones ambientales satisfacen las necesidades humanas, sin embargo, se requiere un proceso de producción que genera efectos negativos sobre el medio y que de manera directa e indirectamente se ven inmersos en la calidad de vida priorizando los siguientes:

- Deforestación: que consiste en la eliminación de la cobertura vegetal, empobreciendo la calidad ambiental, generando la pérdida de hábitat de especies.
- Erosión: Transporte de partículas a diferentes zonas ejecutados por las precipitaciones o por las corrientes de aire, dificultando la recolonización y empobreciendo de nutrientes para los cultivos.

## **2.2. El agua**

El agua es el recurso más abundante de este planeta, siendo también la única que puede encontrarse en estados: sólido, líquido y gaseoso. El agua salada ocupa el 97 % del agua total de la tierra, su mayor reserva está en los océanos, donde se desarrolla la vida de flora y fauna marina, el resto es agua dulce y se lo encuentra en forma de casquete en los glaciares o en forma subterránea (OMS, 2013).

Para Ávila (2000) el agua es el principal recurso natural con mayor significancia para la población y la naturaleza, siendo uno de los elementos principales para el desarrollo de los diferentes ecosistemas, producción tanto agropecuaria como industrial y la subsistencia de la población.

La OMS (2013) considera que el agua es esencial para la vida, dado que ningún individuo sobreviviría sin ella, fuente de hidrógeno para los organismos vivos, así como también base del desenvolvimiento de la vida en todas sus expresiones. Resaltando que es imprescindible para el desarrollo de la vida. Expuesto a cambios constantes por actividades antrópicas disminuyendo su cantidad, calidad y generando desigualdad en la distribución, por otro lado, se incrementa la demanda por el crecimiento poblacional, duplicando la demanda de alimentos que trae en consecuencia la duplicación de la frontera agrícola dependiente del agua de riego para su producción.

### **2.2.1. Gestión del agua**

Los autores Hidalgo & Páez (2008) describen que la desproporción en la distribución de agua potable se observa entre las áreas urbanas y rurales, siendo críticas las carencias en las áreas rurales de la región oriental y de las provincias, una de ellas Imbabura que tiene como efecto la reducción de la productividad agropecuaria.

Frente a ello el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) a partir del año 2012 direcciona que los Gobiernos Autónomos Descentralizados tendrán la responsabilidad del manejo de las fuentes hídricas siendo esta de política pública y encabezada por la comunidad para las prácticas de preservación y gestión de las fuentes hídricas. Contemplado en el artículo 4 del art. 264 de la Constitución de la República del Ecuador.

### **2.3. Sistemas de información geográfica**

Según ESRI (2019) los sistemas de información geográfico son una estructura para recopilar, gestionar y analizar datos, arraigado a la ciencia de la geografía, integra diferentes tipos de datos, analiza la ubicación espacial y organiza capas de información en visualizaciones mediante mapas y escenas en 3D. Con esta capacidad única revela información más profunda sobre los datos, como los patrones, las relaciones y las situaciones, lo que ayuda a los usuarios a tomar decisiones más inteligentes.

### **2.4. Normativa y base legal**

Referente a la normativa y base legal del Ecuador, existen leyes direccionadas a la protección y conservación de los recursos naturales, que resaltan en la constitución y la Ley orgánica de recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua en sus siguientes artículos.

## **2.4.1. Constitución del Ecuador**

### **Art.12.- Derecho al Agua**

“El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida”.

### **Capítulo cuarto Derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades**

**Art. 56** “Las comunidades, pueblos, y nacionalidades indígenas, el pueblo afro ecuatoriano, el pueblo montubio y las comunas forman parte del Estado ecuatoriano, único e indivisible”.

**Art. 57.-** “Se reconoce y garantizará a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades indígenas, de conformidad con la Constitución y con los pactos, convenios, declaraciones y demás instrumentos internacionales de derechos humanos, los siguientes derechos colectivos:”

8.-Conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural. El Estado establecerá y ejecutará programas, con la participación de la comunidad, para asegurar la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad.

13.- Mantener, recuperar, proteger, desarrollar y preservar su patrimonio cultural e histórico como parte indivisible del patrimonio del Ecuador. El Estado proveerá los recursos para el efecto.

### **Artículo 71.- Derecho de la Naturaleza.**

“La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.”

“Toda persona, comunidad, pueblo o nacionalidad podrá exigir a la autoridad pública el cumplimiento de los derechos de la naturaleza. Para aplicar e interpretar estos derechos se observarán los principios establecidos en la Constitución, en lo que proceda.”

“El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas, y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema”.

**Artículo 276.- El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos.**

4.- “Recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, u a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.”

**Artículo 282.- El Estado normará el uso y acceso a la tierra que deberá cumplir la función social y ambiental. Un fondo nacional de tierra, establecido por ley, regulará el acceso equitativo de campesinos y campesinas a la tierra.**

“Se prohíbe el latifundio y la concentración de la tierra, así como el acaparamiento o privatización del agua y sus fuentes.

El Estado regulará el uso y manejo del agua de riego para la producción de alimentos, bajo los principios de equidad, eficiencia y sostenibilidad ambiental.”

**2.4.2. Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Uso y Aprovechamiento del Agua**

La LORHUyA (2015) en sus artículos 12 y 64 hace referencia a:

**Artículo 12.- Protección, recuperación y conservación de fuentes.**

“El Estado, los sistemas comunitarios, juntas de agua potable y juntas de riego, los consumidores y usuarios, son corresponsables en la protección, recuperación y conservación de las fuentes de agua y del manejo de páramos, así como la participación en el uso y administración de las fuentes de aguas que se hallen en sus tierras, sin perjuicio de las competencias generales de la Autoridad Única del Agua de acuerdo con lo previsto en la Constitución y en esta Ley”.

**Artículo 64.- Conservación del agua.**

“La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida. En la conservación del agua, la naturaleza tiene derecho a:

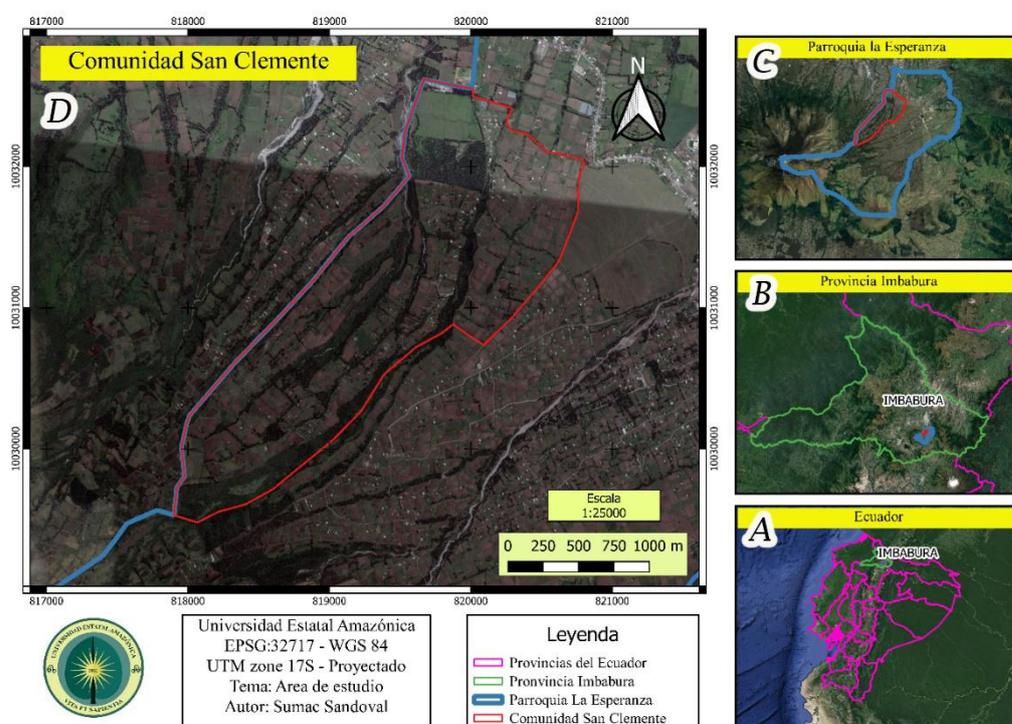
- a) La protección de sus fuentes, zonas de captación, regulación, recarga, afloramiento y cauces naturales de agua, en particular, nevados, glaciares, páramos, humedales y manglares.
- b) El mantenimiento del caudal ecológico como garantía de preservación de los ecosistemas y la biodiversidad”.

# CAPÍTULO III.

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

### 3.1. Localización de la investigación

El área de investigación se encuentra en la comunidad San Clemente ubicada en territorio milenario del Pueblo Karanki perteneciente a la nacionalidad Kichwa, a 2300 msnm, la parte baja en dirección norte y a 3200 msnm la parte más alta en dirección suroeste como se aprecia en la Figura 1D, siendo parte de la Parroquia La Esperanza Figura 1C, en su descripción geo-espacial limita al norte con el Barrio San Luis, al sur con las faldas del volcán Imbabura y la comunidad Naranjito, al Este con la Comunidad de Chirihuasi y al Oeste con la comunidad de Naranjito.



**Figura 1.** Mapa del área de estudio.

Comunidad San Clemente (D), parroquia la Esperanza (C),  
provincia de Imbabura (B), Ecuador (A).

Fuente. Google Earth-QGIS 3.10.

Acerca de las condiciones climáticas INAMHI (2018) en sus informes detallan que: la temperatura media anual en esta Parroquia oscila los 16.3 °C, la precipitación es de 623 mm al año, presenta una humedad relativa del 72%, su topografía con pendientes del 12 al 25 %.

Además, Arias (2016) en su investigación recalca que esta zona presenta un tipo de suelo de clase Molisoles, por su color oscuro que se desarrollaron a partir de sedimentos minerales en climas templados y fríos, son suelos con grandes rendimientos agrícolas sin la necesidad de utilizar fertilizantes en los cultivos.

En la construcción del PDOT de la Parroquia La Esperanza Onofre, Segundo, Pozo, & Amable (2014) mencionan que la comunidad de San Clemente, se abastece de agua para consumo doméstico de las vertientes: Santa Marta, Cochimbuela, ubicado en la Parroquia de Angochagua, actualmente administrado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA-Ibarra).

### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación que se utilizó para el desarrollo de este estudio es documental, mismo que buscó información a partir de lectura de documentos, libros, artículos científicos. Exploratoria mediante las visitas *in situ* realizada al área de estudio y en base a ello se realizó encuestas, entrevistas y levantamiento de información y también la presente investigación es descriptiva ya que se estudió la realidad del sector, para poder definir procesos de restauración.

### **3.3. Método de investigación**

Para la construcción del presente documento se aplicó los métodos de: observación directa y encuestas. La observación como método científico, posibilita la comprobación de fenómenos a partir de hipótesis, siendo considerado como el método más antiguo, pero también actual evolucionado en los últimos años (Ramírez, 2014), método que se aplicó en el recorrido por la microcuenca, para la identificación de especies forestales, delimitación de la microcuenca, y a la vez para definir el estado de conservación de la microcuenca.

La Encuesta posibilita la obtención de datos para su procesamiento rápido aplicado a los miembros de una sociedad generando información de necesidades de la población (Casas, Repullo, & Donado, (2003). se empleó este método para conocer el interés de la población respecto a la protección de fuentes hídricas, debido a que el área de estudio se localizó en predios que son dedicados a la producción de cultivos de ciclo corto.

### **3.3.1. Metodología utilizada para la caracterización del área física**

Para la descripción del área de estudio se elaboró la línea base, tomando como referencia a Cano (2014) que sugiere elaborar matrices descriptivas que incluyen los factores sociales y ambientales que contemplen los siguientes factores: físicos, biológicos, y socioculturales, mismos que son de fácil descripción con trabajo *in situ* y trabajo en gabinete revisando registros históricos.

### **3.3.2. Metodología utilizada para la delimitación del área de influencia de la microcuenca**

#### **3.3.2.1. Zonificación**

Se utilizó los Sistemas de información geográfica (SIG) para la recolección de información y elaboración de mapas, en la recolección de puntos GPS Villa (2016) plantea que se la realice en etapas que comprenden:

Etapa I. Levantamiento de información territorial, coordenadas GPS de: la vertiente, microcuenca, área con vegetación, se realizó un recorrido por la microcuenca identificando el corta aguas naturales de la zona con la ayuda de instrumentos tecnológicos como el teléfono, la aplicación GPS Essentials y una cinta métrica.

Etapa II. Elaboración de datos, con los datos obtenidos en campo y la información del Sistema Nacional de Información, en formato shapefile, sistema de coordenadas UTM, Datum WGS84 Zona 16 Sur, e información Complementaria de: Recursos hídricos, Curva de nivel, Google Earth, el Software QGIS 3.10, se procedió a la elaboración de mapas de: Modelo Digital del Terreno, Dirección de flujo, Uso Actual del Suelo, para poder delimitar el área de influencia que drena hacia el área de estudio.

#### **3.3.2.2. Metodología utilizada para el diseño de las encuestas.**

Para la restauración de un ecosistema es necesario conocer el punto de vista de la población de la zona con relación a la protección y cuidado de fuentes hídricas, es por esto que se debe aplicar encuestas, de ahí que la población encuestada fueron los propietarios de los predios colindantes de la microcuenca. Por consiguiente, se clasifica en subgrupos de distintos rangos de edades según la Organización Mundial de la Salud (2015).

### **3.3.2.3. Encuesta**

Con la finalidad de obtener información Cañadas & Sánchez (1998) recomiendan elaborar encuestas con categorías de respuestas en escalas Tipo Likert, siendo este un instrumento psicométrico, donde la persona encuestada debe mostrar su punto de vista extremo o intermedio sobre una pregunta, por tanto los ítems facilitan respuestas directamente relacionadas con el fenómeno y cada ítem debe tener sus posturas extremas e intermedia, ganando sensibilidad y precisión, siendo así las preguntas fueron direccionadas a conocer diferentes puntos de vista respecto a la protección y cuidado del recurso hídrico de vertientes.

### **3.3.3. Metodología para la elaboración de la propuesta**

#### **3.3.3.1. Fase descriptiva**

Consiste en la descripción de las características de la zona de estudio, comprendidas en: características del medio físico, referencia histórica, características socioeconómicas (Rastrollo, *et al.*, 2012).

##### **3.3.3.1.1. Determinación de formación vegetal que existía originalmente en sus riberas**

En la selección de especies Cardona (2008) plantea realizar un recorrido por la microcuenca, que contribuyó a la identificación de especies vegetales representativas para su clasificación en: arbusto, pastizal, especie exótica, vegetación ribera y árbol para bosques andinos que van desde los 2800 msnm hasta los 3200 msnm, para la identificación de especies vegetales se utilizó libros guías: Flora y fauna de los páramos del Ecuador (Anhalzer, & Lozano, 2015), Plantas útiles del Ecuador: aplicaciones, retos y perspectivas (Monteserrat, *et al.*, 2007), Plantas Alto andinas del Ecuador (Recalde, 2011) y un baquiano considerado persona propia de la zona que conoce e identifica el lugar con facilidad, para el presente trabajo se tuvo el acompañamiento de Jaime Guamán, persona con conocimiento en especies de flora nativa, mismo que nos facilitó con la identificación de especies forestales. Posterior a esto, las especies se analizaron mediante una matriz de criterio de selección, evaluando la representación con cuatro atributos vitales: persistencia, representación, competencia, y colonización, con ello establecer el orden de importancia de las especies para los procesos de restauración. Las especies registradas son diferentes, pero pueden aportar en el proceso, mediante la adaptación, habilidad para competir por espacio, luz, nutrientes, atracción de agentes dispersores, persistencia, toleración a eventos naturales adversos.

### 3.3.3.2. Fase diagnóstico

Identifica los problemas, se analiza la situación actual del área de estudio con la finalidad de proponer posibles técnicas de restauración (Rastrollo, *et al.*, 2012).

#### 3.3.3.2.1. Estado de conservación de la microcuenca

Para evaluar el estado de la microcuenca se aplicó el método de observación directa y descripción, propuesta por Aguirre (2013) que sugiere realizar un recorrido por el área de estudio cubriendo la mayor parte de la superficie, evaluando y ponderando de acuerdo a las Tablas 1, 2, 3, 4 para su posterior cuantificación en una matriz final.

**Tabla 1.** Escala de intervención antrópica.

Indicador	Magnitud
1	Escasa intervención
2	Intervención mediana
3	Intervención severa

**Tabla 2.** Apariencia del tipo de vegetación en base a la altura de los hábitos de crecimiento y cobertura.

Descripción	Porcentaje	Calificación
Si existen los tres estratos, arboles grandes y abundantes	Sp. presentan la cobertura mayor al 60%	1
Si existen dos estratos	Sp. presentan la cobertura menor al 50%	2
Si existen dos estratos	Sp. presentan la cobertura menor al 30%	3

**Tabla 3.** Presencia de especies características.

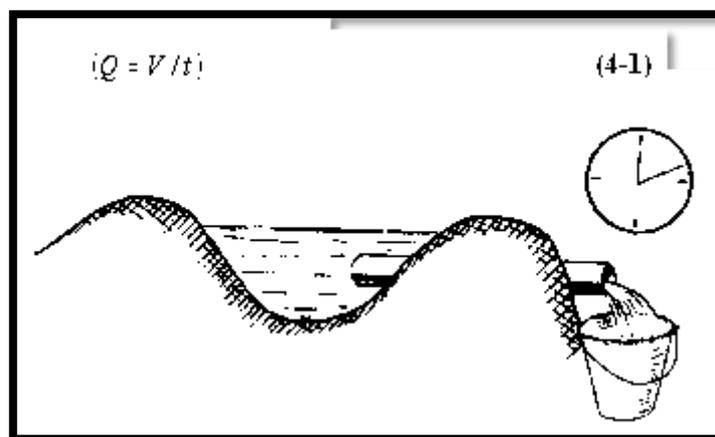
Abundancia	Uso		
Escaso	3	Medicinal	M
Común	2	Alimento	A
Abundante	1	Forraje	F
		Ornamental	O
		Leña	L

**Tabla 4.** Presencia de epifitas vasculares y no vasculares

Tipo de epífita	Abundancia		
Orquídeas	Or	Escaso	3
Brómelas (Huicundos)	Br	Común	2
Araceae (Anturios)	Ar	Abundante	1
Helechos	He		
Briofitas (musgos)	Mu		

### 3.3.3.2.2. Régimen de caudales

Para el análisis y valoración de las condiciones hidrológicas Gonzales & García (2014) plantean realizar la valoración de régimen de caudal, partiendo de registros históricos generados del trabajo en campo. Se buscó información histórica de caudales de esta vertiente y no existía, sin embargo se procedió a la medición de caudales en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre, aplicando el método volumétrico por su fácil aplicabilidad, confiabilidad garantizando que todo el caudal sea medido, utilizando materiales económicos: balde con medidas, tuvo, reloj, presentado en la Figura 2, se realizó cinco medidas en cada mes para promediar el rango de error, por último se aplicó la Fórmula 1 para el cálculo del caudal dado en litros/segundo.



**Figura 2.** Método volumétrico para medición de caudales

$$Q = V/t \quad (1)$$

Donde

Q= Caudal (l/s).

V= Volumen (litros).

t= Tiempo (segundo).

### **3.3.3.3. Fase Proyectual**

Se inició por la justificación de la elección de la zona seguido la descripción de técnicas y criterios de diseño, así como el cronograma de actividades a realizar por último la elaboración del presupuesto (Rastrollo, *et al.*, 2012).

#### **3.3.3.3.1. Técnicas de recuperación de agua**

##### **Reforestación**

Enriquecimiento con especies nativas, reforestación con la finalidad de protección y conservación, utilizando un aproximado de 400 plántulas por ha, deberá ser realizado con especies forestales de interés para la biodiversidad con la finalidad de llevar a cabo la restauración (MAE, 2014).

##### **Zanjas de infiltración**

Regulación de flujos hídricos se aplicó la técnica de zanja de infiltración, con la finalidad de regular y retener flujos hídricos, con distancia mínima de 3 metros y máxima de 5 metros de largo, profundidad variable de acuerdo a la pendiente, la base es estándar es de 0,20 metros y su ubicación dependerá de la pendiente, la distancia entre cada zanja es recomendable entre 4 a 6 metros Sachún *et al.*, (2016).

##### **Perchas artificiales**

Incluye la utilización de postes, ramas, varas de bambú, etc., que sirven de perchas para aves dispersoras en el área a restaurar, su fácil aplicabilidad y bajo costo es su principal característica, la variación de la distancia será entre 18 a 32 metros y su distribución puede ser al azar o de forma sistemática, utilizando la combinación de diferentes tipos de perchas artificiales en forma de cruz, secas en formas de ramas, postes con lianas plantadas en la base, torres de bambú, percha de árbol muerto, etc.

## **Refugios artificiales**

Identificación y extracción de especies vegetales exóticas, para evitar competencia, degradación de suelos, alteración del ecosistema, mismo que con un previo tratamiento pueden servir como refugio artificial va depender de la cantidad de especies que se identifique como exótica.

### **3.3.3.3.2. Diseño de distribución**

Con la finalidad de conservación la Comisión Nacional Forestal de México (2010) recomienda utilizar el método de plantación tresbolillo, que se basa en colocar las plántulas formando un triángulo equilátero con distancias similares y dependiendo la especie para cada gremio ecológico en relación al diagrama de siembra, utilizando 5 especies como mínimo y un máximo de 9 especies por ha., es recomendable este método cuando las pendientes son mayores al 20%. Observando el PDOT de la Parroquia La Esperanza, en su topografía presenta pendientes del 12 al 25 %, siendo esta la mejor opción para la plantación.

El diseño de plantación mencionado se calculó aplicando las siguientes fórmulas: 2 y 3.

$$N = \frac{M}{\alpha * 0.866} \quad (2)$$

$$\alpha = ds^2 \quad (3)$$

Donde:

N = Número de plántulas.

M = metros cuadrados de superficie a plantar.

A = Área que ocupa un árbol.

ds = Distancia entre árboles para plantación.

0.866 = Valor de la tangente trigonométrica.

## **Monitoreo**

Uno de los aspectos importantes que hay que tomar en cuenta al momento de diseñar un programa de monitoreo y evaluación de la restauración ecológica del ecosistema páramo, es que existen dos tipos de monitoreo:

1 monitoreo de implementación o de corto plazo

2 monitoreo de efectividad o de largo plazo (Díaz 2007).

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Caracterización del área física de influencia

##### 4.1.1. Línea base física.

La información detallada en la Tabla 5 hace referencia a la línea base del factor físico, detalla los siguientes factores ambientales: agua suelo, geología, paisaje, dando como resultado las principales características físicas de la zona de estudio.

**Tabla 5.** Línea base del factor físico

Factor	Indicador	Sub indicador	Resultado
<b>Ambiental</b>			
Agua	Características	Tipo de Fuente	Vertiente natural de agua
		Uso del agua	Bebedero de animales domésticos / silvestres, espacio ceremonial en el mes de junio solsticio de verano, continuidad del cauce natural excedente a la quebrada Willi Kucha.
Geología	Geológica	Geomorfología	Topografía con pendientes de 12 al 25 %
Suelo	Propiedades físicas del suelo	Uso actual de del suelo	Utilización de áreas cercanas para la producción de productos agrícola de la zona en las que resalta: el maíz, habas, papas, mellocos, quinua, entre otros.
Paisaje/ escenario natural	Ecosistema	Temperatura	Temperatura media anual de 16.3 °C
		Precipitación	Precipitación 623 mm al año
		Humedad	Humedad relativa del 72 %

Fuentes. Guamán (2019), INAMHI (2018), Arias (2016).

### 4.1.2. Línea base biológica

Hace referencia al factor biológico, se consideró la flora nativa, flora exótica, fauna silvestre y fauna domestica obteniendo como resultado especies más relevantes dentro del área de estudio presentados en la Tabla 6.

**Tabla 6.** Línea base del factor biológico.

<b>Factor Ambiental</b>	<b>Indicador</b>	<b>Sub indicador</b>	<b>Resultado</b>
Flora nativa e introducida	Especies nativas	Especies	<i>Sapium glandulosum</i> (Lechero), <i>Oreopanax ecuadorensis</i> (Puma Maki), <i>Alnus glutinosa</i> (Aliso), <i>Coriaria ruscifolia</i> (Shanshi), <i>sphocampylus giganteus</i> (caucho), <i>Passiflora mixta</i> (taxo silvestre), <i>Bomerea hirsuta</i> , <i>Calceolaria sp.</i>
	Especies exóticas		Especies de Eucalyptus y <i>Pinus radiata D. Don.</i>
Fauna nativa y doméstica	Especies nativas	Aves	<i>Falco sparverius</i> (Quilico), <i>Pheucticus chrysogaster</i> (Huirac-churo), <i>Zenaida auriculata</i> (Tórtola Orejuda), <i>Zonotrichia capensis</i> (Gorrión), <i>Colaptes rivolii</i> (Carpintero), <i>Tyto alba</i> (Lechuza).
	Especies domesticas		Especies del género Ovis, ovejas; Bos, ganado; Sus, cerdos; Gallus, gallos; Anas, pato.

Fuente. PDOT La Esperanza (2015).

### 4.1.3. Línea base socio cultural y económico.

El área de estudio pertenece a la nacionalidad Kichwa de Pueblo Karanki por este motivo tiene sus propias expresiones culturales que lo diferencia de otros pueblos situados en dentro de la provincia como del país, entre los cuales destaca: festividades, gastronomía, vestimenta, población, actividades económicas y los servicios básicos, mismos que se encuentran detallados en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Línea base factor socio cultural y económico

<b>Factor</b>	<b>Indicador</b>	<b>Sub indicador</b>	<b>Resultado</b>
Cultura actual	Costumbres	Festividades	El respeto a la naturaleza es el principal valor dentro de las comunidades indígenas, es por eso que las principales festividades son: Kapak Raimy fiesta de inicio del ciclo de producción, Inti Raimy considerado la festividad más importante en agradecimiento al sol por las cosechas obtenidas durante el año, Kuya Raymi fiesta de la fertilidad, Pawkar Raymi fiesta del florecimiento.
		Gastronomía	Basada en alimentos y derivados del maíz como principal producto de la zona para la elaboración de: tostado, colada de maíz, pan.
		Vestimenta	La mujer utiliza faldas plisadas, camisas bordadas a mano, fachalina, huallcas (collares de coral), alpargates, aretes, faja. En el caso de los hombres, actualmente no se identifica una vestimenta, sin embargo, aún se conserva la utilización de ponchos que tienen como base lana de oveja.
Demográficos	Población	Población	El censo poblacional de San Clemente para el año 2018 indica que existen 150 familias, con un aproximado de 800 personas.
		Actividades económicas	Agricultura, bordados, turismo comunitario, ferias gastronómicas, ganadería en pequeña escala.
		Servicios básicos	Luz, agua entubada, teléfono, vías de segunda orden.

Fuente. PDOT La Esperanza (2015), Guamán (2019).

Respecto a la línea base del factor físico la vertiente Willi Kucha es considerado una vertiente natural de agua, en la actualidad sirve de bebedero para animales domésticos y silvestres, el exceso del caudal tiende a seguir su curso natural. En los predios colindantes de la microcuenca se cultiva cereales, tubérculos, entre otros. Posee precipitaciones de 623 mm al año y temperaturas que bordean los 16.3 °C que son suficientes para poder realizar actividades agrícolas de ciclo corto entre los meses de septiembre - junio.

En la línea base biológica se observa las especies nativas: *Oreopanax ecuadorensis* (Puma Maki), *Alnus glutinosa* (Aliso), *Coriaria ruscifolia* (Shanshi), *Sphocampylus giganteus* (caucho), *Passiflora mixta* (taxo silvestre) entre otras; especies del género *Pinus* y *Eucalyptus* consideradas introducidas en esta zona con la finalidad de obtener madera, sin medir los efectos secundarios que estos producen, aún existe espacios que conservan especies de flora y fauna silvestre pero también hay áreas con especies introducidas.

En la línea base socio cultural se detalla las tradiciones relevantes de la localidad, la de mayor significancia el Inti Raymi o fiesta del sol festejado en el solsticio de verano en el mes de junio en agradecimiento al sol por un periodo de cosechas fructíferas de productos como maíz, habas, frejol; en cuanto a vestimenta la mujer conserva su traje típico en el caso de hombres solo la utilización del poncho en pocos casos, conviviendo en 150 familias dentro del territorio determinando comunidad San Clemente, con los servicios básicos a medio nivel como agua entubada, carreteras de segundo orden, sin alcantarillado.

Datos que concuerdan en su mayoría con Teca (2017) en: precipitación, humedad, cultivo, servicios básicos, vestimenta, acotando que la comunidad de San Clemente se ubica a 7 kilómetros de la ciudad de Ibarra. Su idioma oficial es el *Kichwa*, considerado como lengua materna. Perteneciente a la nacionalidad Kichwa del pueblo Karanki y contradiciendo al presente documento en datos de altura sobre el nivel del mar, que manifiesta la parte más baja está sobre los 2600 msnm y la parte alta se ubica a 2800 msnm en relación al límite comunitario.

A esto Gutiérrez (2010) reafirma que la comunidad San Clemente está dentro de los límites de la parroquia la Esperanza, señalando que se ubica a 15 minutos de la ciudad de Ibarra, agrega que San Clemente posee atractivos naturales, culturales y se destaca en la provincia de Imbabura por realizar actividades turísticas siendo una de las fuentes de ingreso de la localidad, ubicado a una altura de 2400 msnm hasta los 4600 msnm

## 4.2. Área de influencia de la microcuenca

### 4.2.1. Zonificación

En la Tabla 8 se encuentra las coordenadas de la vertiente Willi Kucha, en la Tabla 9 se plasman las coordenadas de los 11 hitos de la Microcuenca con un total de 1,40 ha., por último, la Tabla 10 detalla las coordenadas geográficas del área con vegetación que dan un total de 0.34 ha.

**Tabla 8.** Base de datos de posición geográfica de la vertiente y microcuenca.

N°	Lugar	Coordenadas		
		X	Y	Z msnm
1	Ojo de agua	818654	10030219	3027

Fuente. GPS Essentials (2019).

**Tabla 9.** Hitos de la Microcuenca Willi Kucha.

N.º	Lugar	Coordenadas		Área
		X	Y	
1	Hito 1	818578	10030213	
2	Hito 2	818674	10030265	
3	Hito 3	818652	10030283	
4	Hito 4	818789	10030367	
5	Hito 5	818748	10030336	
6	Hito 6	818766	10030310	
7	Hito 7	818806	10030342	1,40 ha
8	Hito 8	818730	10030217	
9	Hito 9	818696	10030246	
10	Hito 10	818601	10030189	
11	Hito 11	818669	10030166	

Fuente. GPS Essentials (2019)

**Tabla 10.** Puntos del área de cobertura vegetal.

N.º	Lugar	Coordenadas		Área
		X	Y	
1	Punto 1	818799	10030350	0,34 ha.
2	Punto 2	818796	10030356	
3	Punto 3	818750	10030336	
4	Punto 4	818731	10030318	
5	Punto 5	818729	10030309	
6	Punto 6	818708	10030269	
7	Punto 7	818706	10030295	
8	Punto 8	818703	10030274	
9	Punto 9	818696	10030250	
10	Punto 10	818662	10030228	
11	Punto 11	818658	10030246	
12	Punto 12	818655	10030229	
13	Punto 13	818615	10030186	
14	Punto 14	818607	10030188	

Fuente. GPS Essentials (2019).

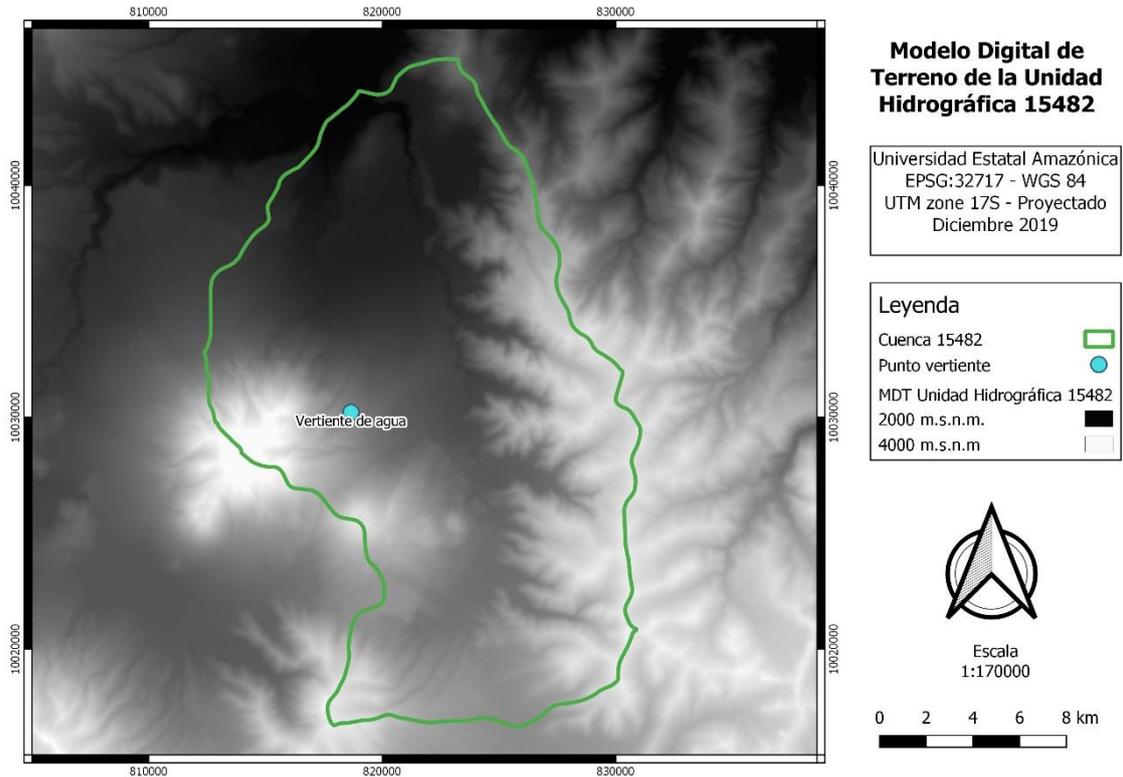
## **4.2.2. Elaboración de datos.**

### **4.2.2.1. Modelo Digital de Terreno**

Mediante el software QGIS 3.10, el modelo digital de terreno del Ecuador, el punto GPS de la vertiente y la División Hidrográfica del Ecuador (Pfastetter Nivel 5), se procedió a la georeferenciación del área, ubicando a la vertiente Willi Kucha dentro de la Unidad Hidrográfica 15482, localizado en el cantón Ibarra perteneciente a la provincia de Imbabura con un área de 349 km<sup>2</sup> como muestra la Figura 3.

Con bases en UICN, SENAGUA & SGCAN (2009) el dato obtenido respecto a la delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador está aplicando la metodología Pfastetter a escala 1: 250000 hasta el nivel 5 elaborados entre enero y mayo del 2009, mismo que generan 734 unidades hidrográficas, pertenecientes a la vertiente del pacífico.

Fonseca, Godoy, & Guerrero, (2012) en los modelos de elevación digital como herramientas para estudio geomorfológico realiza correcciones y clasifica los modelos digitales de elevación, aplicando análisis de herramientas especiales, que logra reconocer los humedales de áreas andinas entre espejos de agua y lagunas con frecuencia sobre los 3800 y 400 msnm y en rango de 3600 a los 3800 msnm se localiza los humedales de fondo de valle.

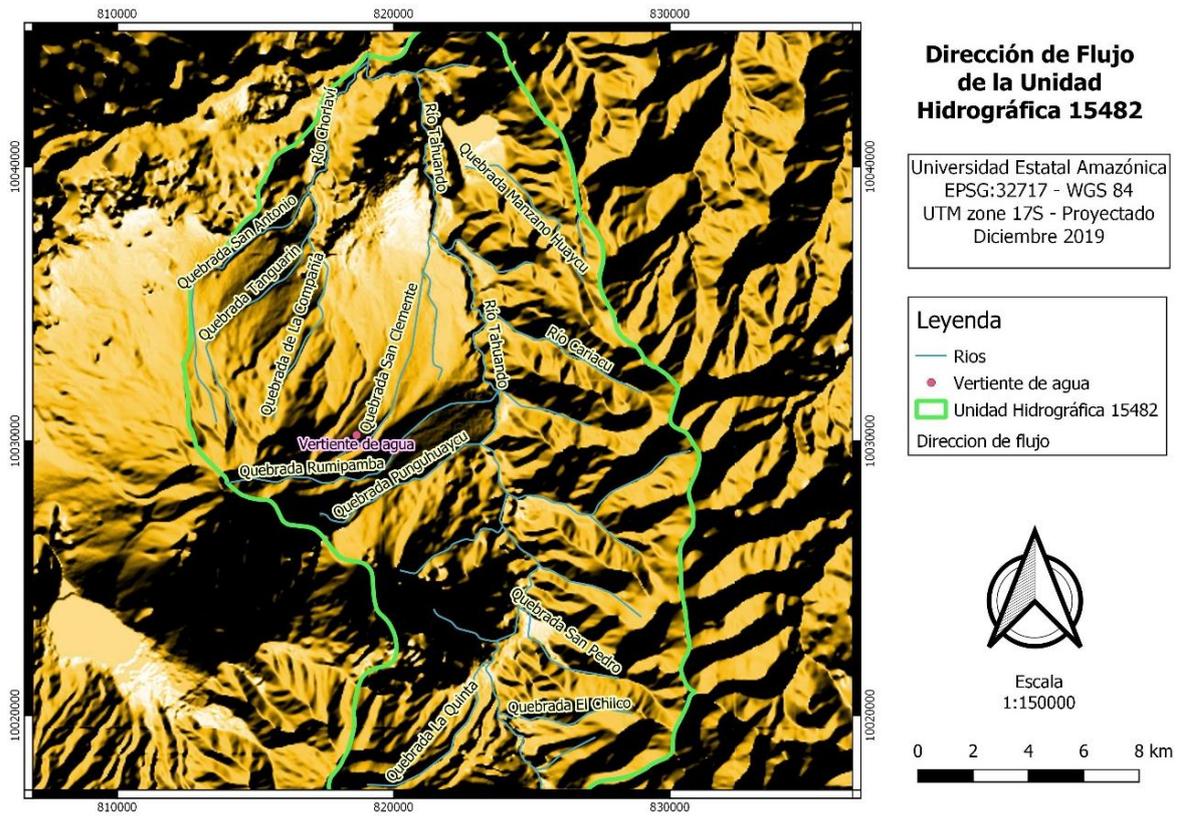


**Figura 3.** Modelo Digital de Terreno de la Unidad Hidrográfica 15482.

#### 4.2.2.2. Dirección de flujo

Una vez obtenido el mapa de modelo digital de terreno con altura mínima de 1945 msnm en la parte norte y la parte más alta con 4630 msnm en el volcán Imbabura, perteneciente a la unidad hidrográfica 15482, se procedió a la elaboración del mapa de dirección de flujos, determinando el afluente principal el río Tahuando, con cauce natural por la parte periférica de la ciudad Ibarra y vierte al océano Pacífico, así como también el afluente más cercano a la vertiente Willi Kucha es la quebrada seca San Clemente representado en la Figura 4.

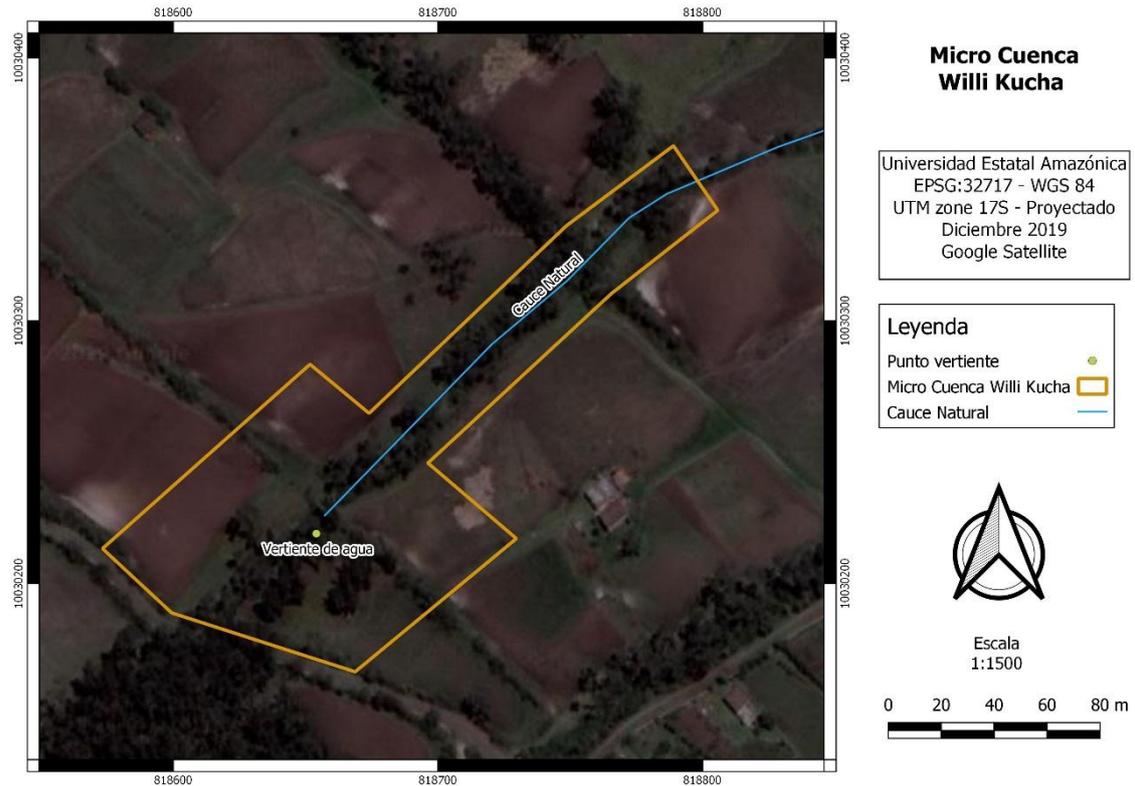
De igual modo Ruiz (2016) utilizando los Sistemas de Información Geográfica, argumenta que la cuenca alta del río Tahuando cuenta con el 64,45% de espacio para regenerar el agua, por las posibilidades de recargas elevadas en el área, complementando que existe el efecto negativo de la expansión de la frontera agrícola para cultivos y pastoreo.



**Figura 4.** Dirección de flujo la Unidad Hidrográfica 15482.

#### 4.2.2.3. Polígono del área de protección hídrica

Con el Plugin de Google Earth, los hitos trazados de la microcuenca, se procede a la georreferenciación, creando un polígono de forma pentagonal en la microcuenca con referencia en el ojo de agua, para la protección cauce la UICN propone que también se debe gestionar medidas de conservación en el cauce natural hasta una distancia cercana a los 150 metros de largo, con un ancho de 15 metros a cada lado, dando como resultado un área de 1,40 ha, obteniendo una forma de T invertida graficado expresado en la Figura 5.



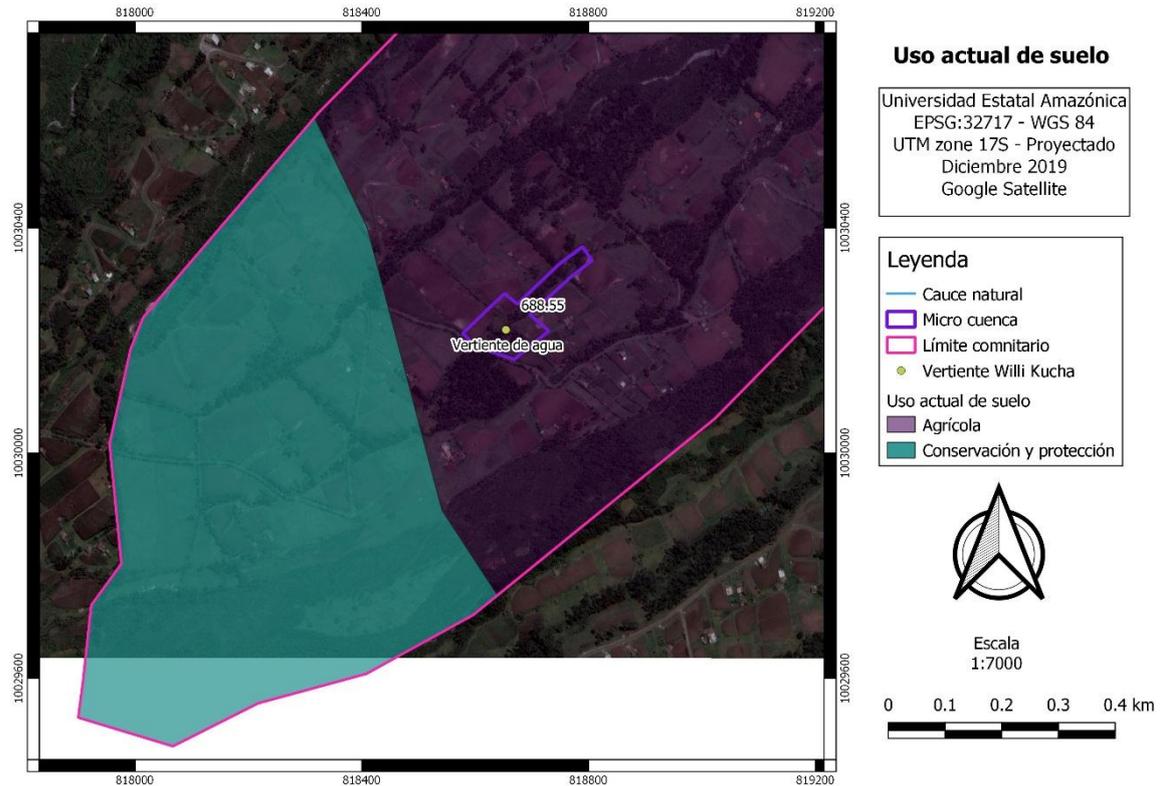
**Figura 5.** Polígono del área establecida para la restauración.

#### 4.2.2.4. Uso actual del suelo

El shape de uso de suelo del sistema nacional de información (SNI), ubica a la comunidad de San Clemente en suelos agrícolas por la parte media y baja, en el que se desarrolla cultivos anuales o de ciclo corto y cobertura vegetal de tipo agropecuarias, donde se localiza el área de estudio. Por la parte alta se ubica el suelo destinado a la conservación y protección, con vegetación arbustiva y herbácea indicado en la Figura 6.

Desde los datos obtenidos del sistema nacional de información geográfico, se puede observar que son datos generados en gabinete sin pegarse a la realidad de la localidad, porque es evidente el uso del suelo en la parte sur de la comunidad para la construcción de viviendas, carreteras.

El estudio del PDOT de la parroquia La Esperanza detalla que son suelos con grandes rendimientos agrícolas sin la necesidad de utilizar fertilizantes en los cultivos, adecuados para el cultivo de cereales, respecto al uso potencial del suelo, toma como características, la profundidad, permeabilidad, drenaje, presencia de rocas, topografía, erosión, riesgo de inundación, salinidad, fertilidad, y se clasifica en: bosques, cultivos agrícolas, pastizales, sin uso agropecuario, San Clemente ocupa la categoría de pastizales.



**Figura 6.** Uso actual de suelo, parte media ya alta de la comunidad San Clemente.

#### 4.2.2.5. Cálculo del área a restaurar.

Con los datos obtenidos del trabajo realizado en campo y presentados anteriormente en las Tablas: 8, 9 y 10 se procedió a la elaboración del mapa de la Microcuenca representado en la Figura 7.

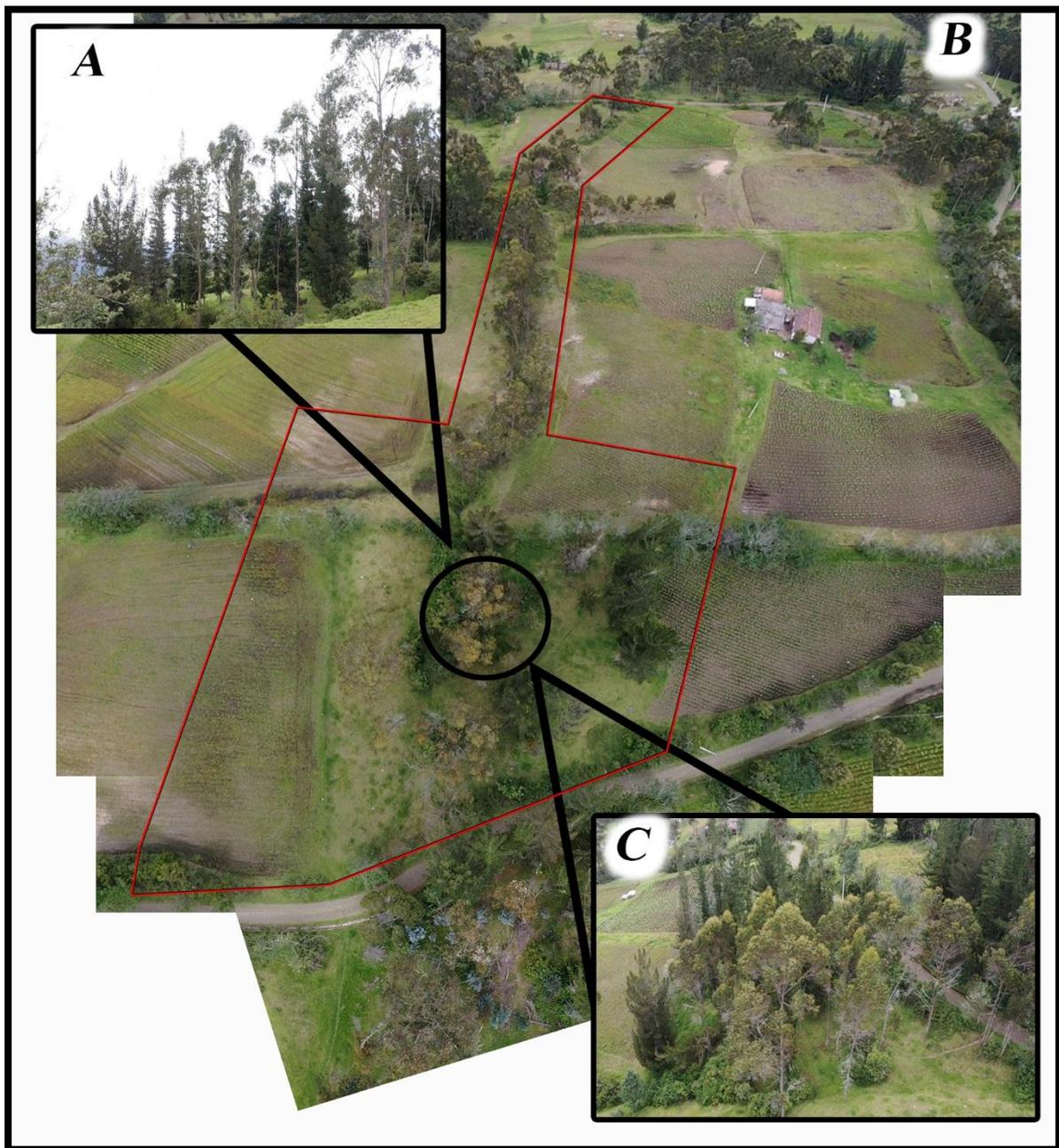
Para el cálculo del área a restaurar se realizó la diferencia del área del polígono de la microcuenca Willi Kucha y el área del polígono de la cobertura vegetal, dando como resultado un área de 1,06 ha.



**Figura 7.** Área a restaurar Microcuenca Willi Kucha.

#### 4.2.2.6. Mapa de situación actual del lugar.

Las fotografías aéreas presentadas en la Figura 8, fueron obtenidas en el mes de diciembre del año 2019 en la estación de invierno, en las Figuras 8A-8B se puede constatar escases en la vegetación dentro del límite de la microcuenca, se identifica la presencia de especies exóticas *Pinus radiata* D. Don. Y *Eucalyptus* plantados años atrás por su tamaño y grosor, en la Figura 8B se observa que en la microcuenca Willi Kucha no posee cultivos sin embargo la mayoría de los predios están preparados para ser cultivados.



**Figura 8.** Mapa de situación actual de la microcuenca Willi Kucha.

Área a restaurar de la microcuenca (**B**), especies forestales en la microcuenca (**A, C**).

**Fuente.** DJI mavic2 (2019)

#### **4.2.3. Análisis y resultados de la encuesta**

Encuesta aplicada a los propietarios de los predios colindantes de la microcuenca Willi Kucha, perteneciente comunidad San Clemente, parroquia la Esperanza, cantón Ibarra, provincia de Imbabura, para conocer su predisposición e interés respecto a la protección y al cuidado de agua en vertientes naturales dentro de la localidad.

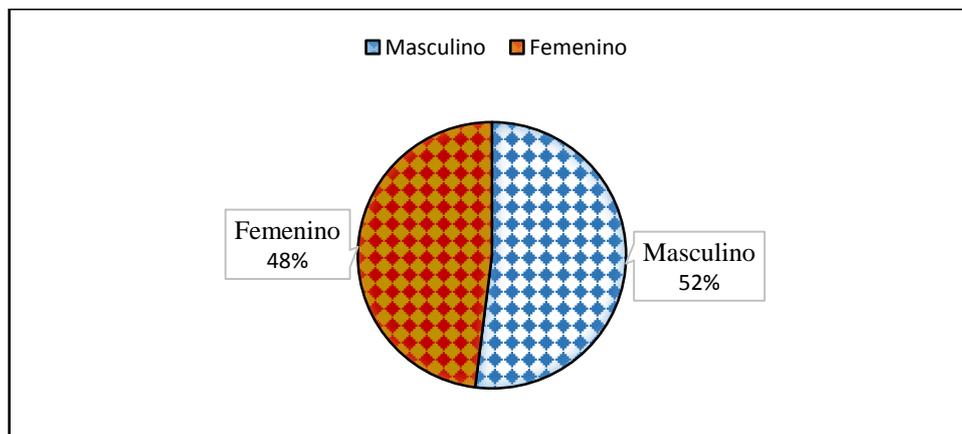
### A. Género de la población del sector Willi Kucha

Se puede verificar que el 52% de la población encuestada es de género masculino por otro lado el 48% de género femenino, observando que la participación de ambos géneros es casi equitativa, garantizando la participación igualitaria de género para las actividades de restauración presentados en la Tabla 11 y Figura 9.

En el trabajo realizado por Suarez, & Rodríguez (2016) en el sector el Manantial- Quito, se obtiene datos similares en porcentaje con una participación masculina de 33 persona que equivale al 52%, y 30 personas equivalentes al 48%. En la misma investigación aplicada al sector Rancho Bajo el 63% de la población encuestada es masculino y el 38% femenino. Coincidiendo que la participación en actividades que se generan dentro de la comunidad es mayoritaria por parte de los hombres.

**Tabla 11.** Género de las personas encuestadas.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Masculino	13	52 %
Femenino	12	48 %
Total	25	100 %



**Figura 9.** Género de las personas encuestadas.

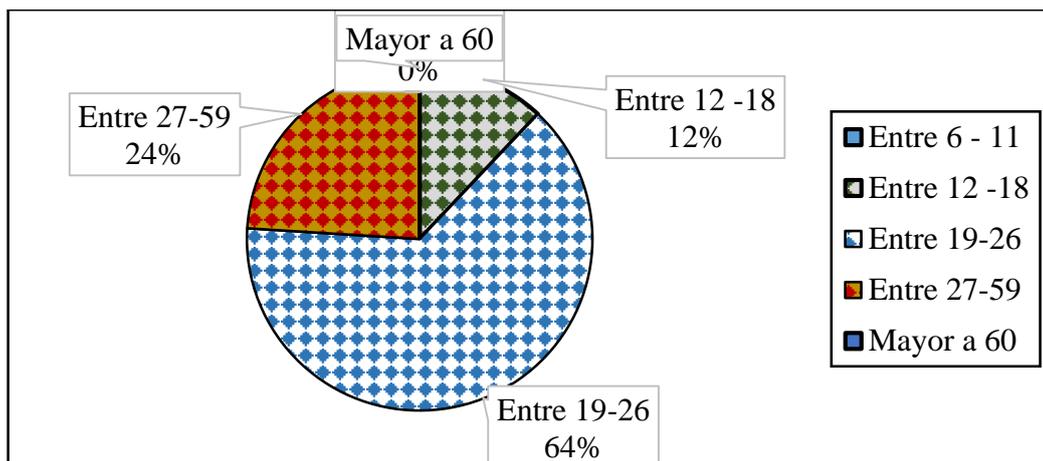
## B. Edad de la población

La Tabla 12 y Figura 10 expresa la clasificación de edades en 5 segmentos, el 64% de la población está identificado entre los 19 a 26 años, 24% de la población se ubicó entre los 27 a 57 años, mientras que el 12% tiene edades comprendidas entre los 12 y 18 años. Con estos porcentajes se puede llegar a la deducción: La población mayoritaria entrevistada en este sector comprende las edades de 19 a 26 años, siendo un factor positivo para el presente proyecto, dado que estas personas son creativas para las actividades de restauración planteadas.

En el estudio presentado por Suarez & Rodríguez (2016) en el sector Mantial para la conservación de un ojo de agua, la mayoría de la población encuestada está entre los 31 y 45 años. Además León (2006) complementa que el 27.7% de la población ecuatoriana tiene un promedio de edad de 18 a 29 años, que por falta de experiencia laboral, nivel de educación, y competencia de mercado no es posible que lleguen a ocupar un empleo o desarrollar un emprendimiento. Con esta perspectiva, se coincide en que la población es joven y que posee las capacidades para ser el actor principal en las actividades de restauración, brindando fuentes de empleo temporales dependiendo la magnitud del proyecto.

**Tabla 12.** Edad de la población encuestada.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Entre 6 – 11	0	0%
Entre 12-18	3	12%
Entre 19-26	16	64%
Entre 27-59	6	24%
Mayor a 60	0	0%
Total	25	100%



**Figura 10.** Edad de la población encuestada.

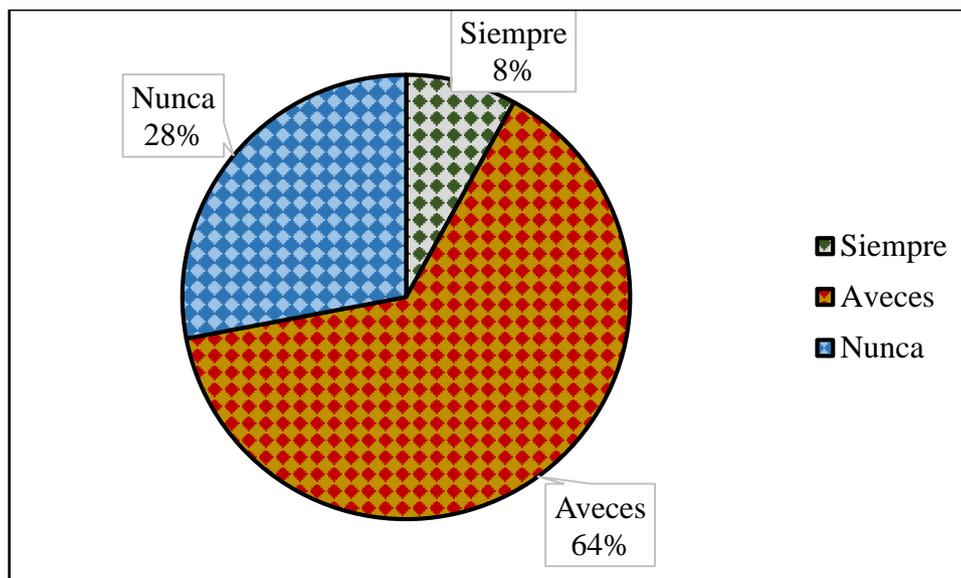
### C. ¿Con que frecuencia usted o su familia acuden a la vertiente Willi Kucha?

El 64% de la población encuestada afirma que a veces acuden a esta vertiente natural, el 8% siempre y el 28 % nunca datos que se presentan en la Tabla 13 y Figura 11.

En documento presentado por Suarez & Rodríguez (2016) del sector el Manantial, resalta que el 46% de la población siempre acude al ojo de agua y en el sector Rancho Bajo el 59 % acude siempre al ojo de agua. Observando estos resultados, se puede afirmar que el 64 % de la población aun acude a este lugar donde se localiza la vertiente Willi Kucha, generando una oportunidad para promover la conservación y restauración de este espacio, que aún sigue siendo una fuente hídrica utilizada, considerando que las vertientes de agua son fuentes de abastecimiento de algunos sectores.

**Tabla 13.** Frecuencia con la que acuden a la vertiente.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	2	8%
A veces	16	64%
Nunca	7	28%
Total	25	100%



**Figura 11.** Frecuencia con la que acuden a la vertiente.

#### **D. ¿En la actualidad utiliza el agua que proviene de la vertiente Willi Kucha?**

El 40% de la población encuesta manifestó que siempre utilizan el agua proveniente de la vertiente. El 12% expresó que nunca y el 48% a veces utilizan datos expresando en la Tabla 14 y Figura 12.

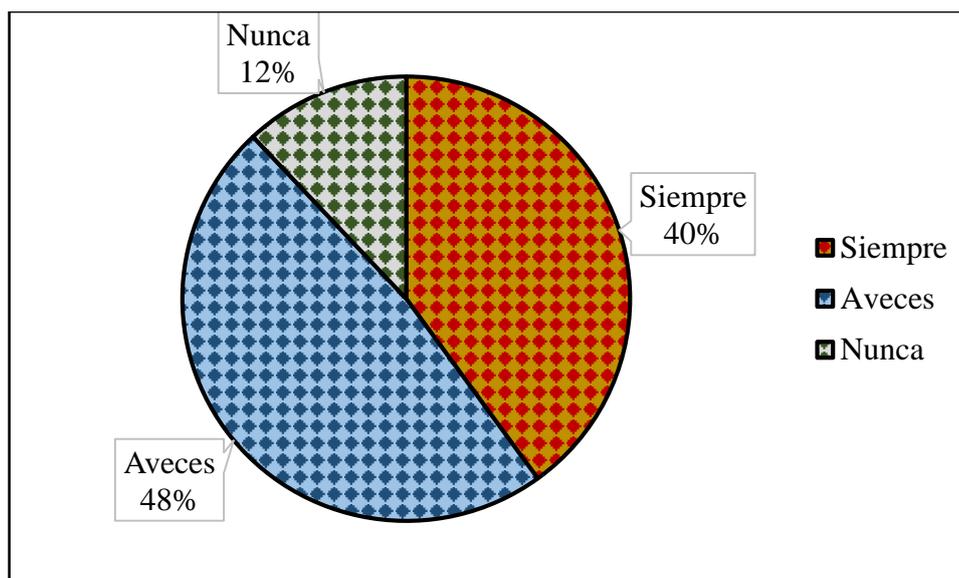
Estos resultados muestran que son pocas las personas que utilizan el agua de esta fuente hídrica natural, las razones principales son: la disminución del caudal, el color turbio del agua, también por que poseen agua entuba en sus hogares y no es necesario acudir como lo realizaban en temporadas anteriores. La concientización para la conservación de estos espacios y mencionando los beneficios que brindan las fuentes hídricas naturales ayudará, a que los propietarios de los predios colindantes sean parte de esta restauración y con ello la conservación de los recursos naturales y del recurso hídrico.

El PDOT de la Parroquia La Esperanza, señala que actualmente la comunidad de San Clemente, se abastece de agua para consumo doméstico de las vertientes de Santa Marta, Cochimbuela, ubicado en la Parroquia de Angochagua, actualmente administrado por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA-Ibarra). Descartando el uso y aprovechamiento de vertientes locales para consumo humano.

En el ojo de agua el Manantial *et al.*, (2016) obtienen porcentajes totalmente contrarios al de este estudio, en el que el 94% de la población de Rancho Bajo no utiliza el agua proveniente de la vertiente, mismo que concuerdan con la población del Manantial con el 92% que nunca utilizan el agua proveniente de esta vertiente.

**Tabla 14** Utilización de agua en la actualidad.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	10	40%
A veces	12	48%
Nunca	3	12%
Total	25	100%



**Figura 12.** Utilización de agua en la actualidad.

### **E. ¿Se realiza mingas comunitarias para la protección de esta zona?**

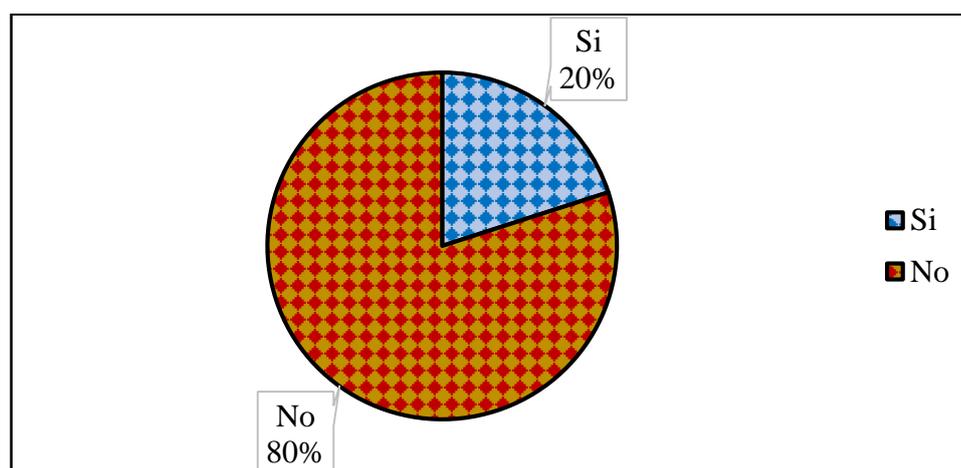
El 80% de la población encuestada afirma que no se realizan trabajos de protección de esta fuente hídrica natural. El 20 % afirma que si se realizan como muestra la Tabla 15 y Figura 13.

Con estos porcentajes se puede evidenciar claramente que el cuidado de esta fuente hídrica natural esta descuidada. Desde que se implementó el agua entubada en las viviendas la población puso poco interés en seguir conservando estas fuentes hídricas.

Los datos presentados concuerdan con Suarez & Rodríguez (2016) que señala que en el ojo de agua el Manantial no se desarrolla mingas para la conservación, entonces se puede concluir que la protección y conservación en fuentes hídricas se está dejando en el olvido. Se está perdiendo el valor de la solidaridad y el compartir. Un trabajo en equipo, con la finalidad de acortar tiempos, mejor la relación comunitaria, menor esfuerzo de una sola persona, eliminando el individualismo, el egoísmo (Avemañay, 20012).

**Tabla 15.** Mingas comunitarias para la protección de la microcuenca.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	5	20%
No	20	80%
Total	25	100%



**Figura 13.** Mingas comunitarias para la protección de la microcuenca.

#### **F. ¿Estaría dispuesto a participar en actividades que ayuden a recuperar esta área?**

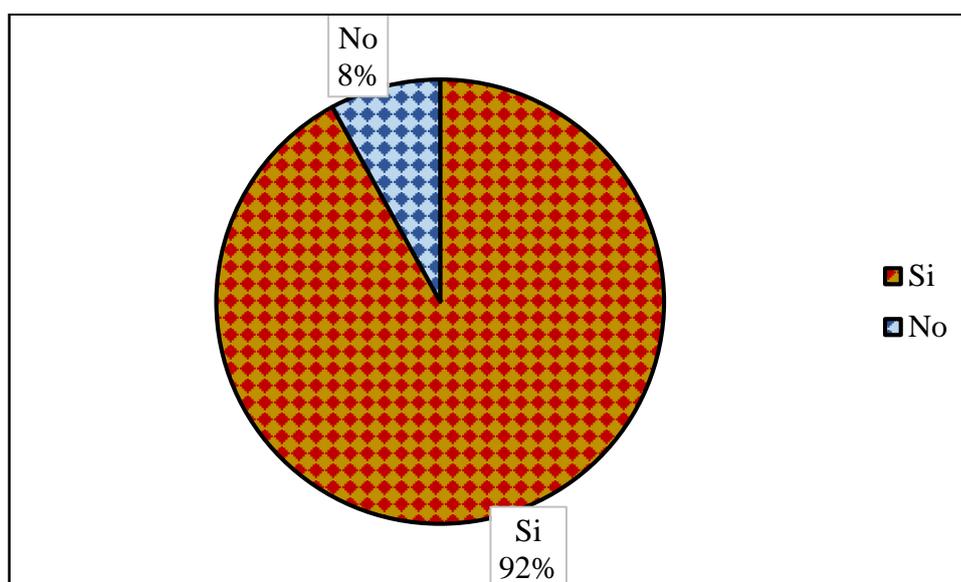
El 92% de la población encuestada está dispuesto a ser partícipe de las actividades de restauración de la microcuenca Willi Kucha, por otro lado 8% no están dispuestos, datos que se presentan en la Tabla 16 y Figura 14.

El 92% los propietarios de los predios colindantes de la microcuenca están dispuestos a ser partícipes de la restauración de esta área, siempre y cuando se les reconozca por el área a restaurar. Involucrando a los pobladores de la comunidad para la conservación de las otras fuentes hídricas y de la prestación de mano de obra en los trabajos que se encuentran en el área de interés.

Datos que concuerdan con Suarez & Rodríguez (2016), donde el 79% de la población del sector Manantial están dispuesto a ser partícipes de las actividades de restauración, mientras que el 70% de la población de Rancho Bajo también está dispuesto a ser partícipe, se puede evidenciar con estos resultados el interés por conservar y realizar actividades que propicien la recuperación de fuentes hídricas.

**Tabla 16.** Disposición para ser partícipes en actividades de restauración.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Si	23	92%
No	2	8%
Total	25	100%



**Figura 14.** Disposición para ser partícipes en actividades de restauración.

### **G. De estas opciones ¿cuáles cree que son las causas que afecten al área cercana a la vertiente de agua?**

El 30% que afecta al área cerca es la deforestación. El 12% se da por la forestación con especies introducidas. El 19% por la preparación de tierra para la agricultura. El 22% por el crecimiento urbano. El 14% por la actividad ganadera y el 3% por diferentes actividades, presentados en la Tabla 17 y Figura 15.

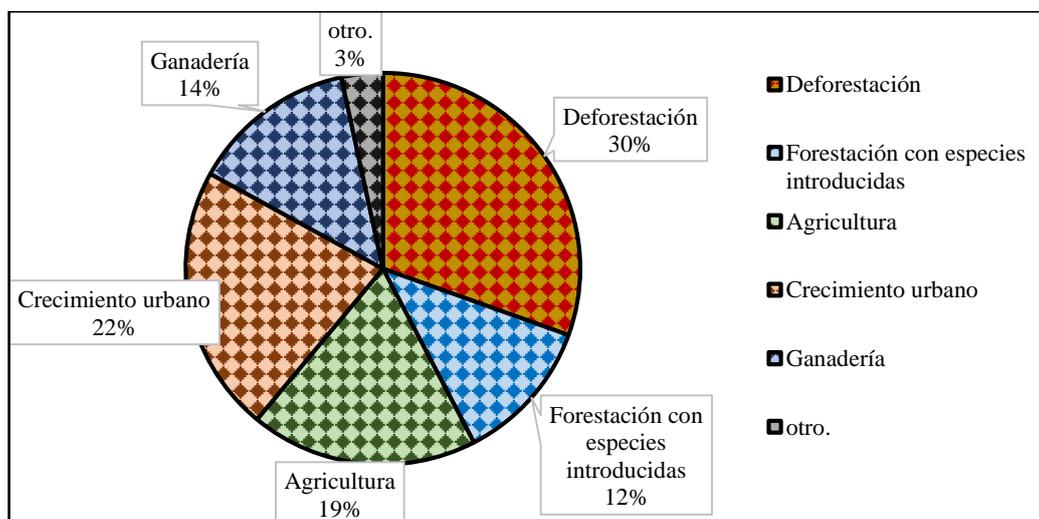
Se puede observar que la mayor cantidad de flora nativa en áreas cercanas a vertientes se ha disminuido por la deforestación de estas áreas, así como también la construcción de infraestructuras físicas, como viviendas, vías principales de acceso al volcán Imbabura.

El Universo en su nota de prensa del 24 de noviembre de 2019 resalta que el Ecuador es el país con mayor reforestación de Latino América, casi 60 mil hectáreas al año son deforestadas, datos que concuerdan con la evaluación de los recursos forestales mundiales FAO, (2015) donde Ecuador en informe presenta una tasa de deforestación de 65.880 ha/año.

En el informe de Morera sobre el Efecto de la reforestación con especies nativas sobre la recuperación de bosques secos en Costa Rica, señala que los programas de reforestación ya ejecutados, se basaban en especies exóticas y pocos eran los proyectos de plantaciones con especies nativas, que trae beneficios de recuperación de bosques, estructura y la biodiversidad. Por otro lado Gutiérrez (2011) añade que las actividades antrópicas son perjudiciales sobre áreas naturales de conservación, mediante la plantación de especies forestales maderables a cambio de especies forestales nativas. Mismo que se dan por la satisfacción de necesidades de la población que según los datos del INEC (2010) muestran el 1,9 % de tasa de crecimiento anual en el cantón Ibarra siendo esta mayor en relación al 1,6% de TCA para la provincia de Imbabura, para este mismo año la TCA nacional fue de 1,52%. De ahí que el PDOT de la parroquia la esperanza identifica la modificación del paisaje rural debido al incremento agrícola, abandono de tierras y explotación forestal.

**Tabla 17.** Posibles causas que afectan la microcuencia.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Deforestación	18	30,5%
Forestación con especies introducidas	7	11,9%
Expansión agrícola	11	18,6%
Crecimiento urbano	13	22%
Ganadería	8	13,6%
Otro	2	3,4%
Total	59	100%



**Figura 15.** Posibles causas que afectan la microcuencia

## H. ¿Cuál cree que es el fenómeno que más afecta en áreas cercanas a fuentes hídricas?

El 72% de los fenómenos de degradación de este ecosistema es causado por incendios en provocados, el 17% por el exceso de precipitación, el 4% por movimientos telúricos provocando deslizamiento de tierras, y el 4% por diferentes fenómenos naturales detallados en la Tabla 18 y Figura 16.

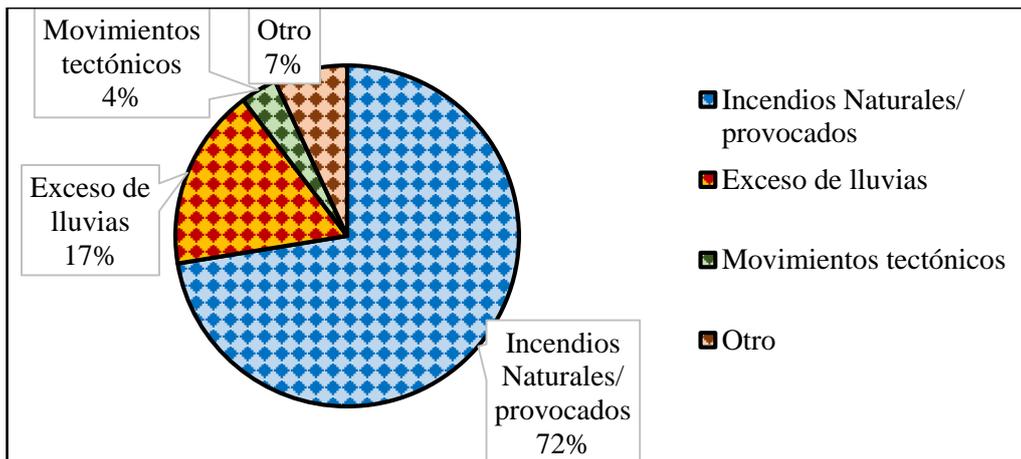
Aún existe la creencia en personas de la tercera edad que cuando se provoquen incendios se avecinan lluvias. Motivo principal por el cual se producen incendios en el área cercana a la vertiente ya que posee vegetación en estado de degradación provocando el efecto de deslizamiento de masas de tierras cuando existe un exceso de precipitación por no poseer la capa vegetal que evita la erosión. Simultáneamente el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (2019) en su informe de situación –incendios forestales a nivel nacional desde el 01 de junio hasta el 24 de septiembre señalan que se han perdido 16459,3185 ha de cobertura vegetal, identificados en 1540 eventos, en las localidades de Loja, Imbabura, Pichincha, Guayas, El Oro.

Diario el norte en su redacción del 22 de noviembre del 2019, identifica daños en las vías, cultivos agrícolas, por el exceso de precipitación en la parroquia La Esperanza, por otra parte la prefectura de Imbabura señala que el desbordamiento de las acequias y canales de agua, generando inundaciones, daños en terrenos agrícolas, afectación a vías secundarias y la red principal.

El instituto geofísico militar en el informe técnico del 20/05/2016 reporta que posterior a los sismos en la provincia de Manta fue evidente anomalías en las vertientes de agua, siendo frecuentes estas anomalías en zonas cercanas a los límites de las placas tectónicas. Sin embargo el último sismo registrado por el Instituto Geofísico en la provincia de Imbabura, fue el pasado 06 de junio del 2019 con magnitud de 3.50, a las 00:46 am, profundidad de 5.57 kilómetros, a 12 kilómetros de Ibarra.

**Tabla 18.** Posibles fenómenos que afecten a la microcuenca.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Incendios Naturales/Provocados	21	72,4%
Exceso de lluvias	5	17,2%
Movimientos tectónicos	1	3,4%
Otro	2	6,9%
Total	29	100%



**Figura 16.** Posibles fenómenos que afecten a la microcuenca.

### **I. ¿Qué actividades cree que se realizan con el agua proveniente de la vertiente de agua?**

Entre las actividades principales que se desarrollan en torno al agua de la vertiente son: el 28% en agricultura. El 17% para la ganadería. El 18% en turismo como un atractivo natural. El 18 en recreación, el 15% en espiritualidad por encontrarse dentro de un territorio ancestral y el 4% en otras actividades datos que se presentan en la Tabla 19 y Figura 17.

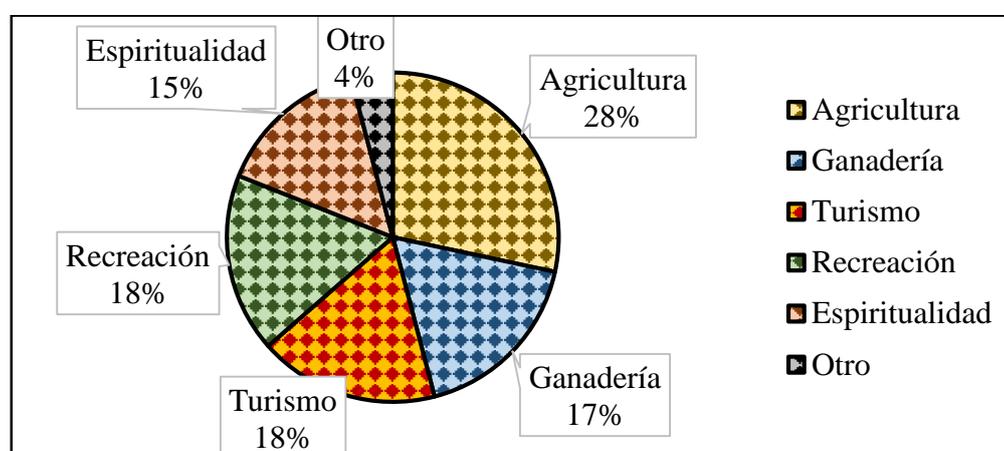
El agua de esta vertiente en la estación de verano es usada para regadío de plantas en los cultivos cercanos, en esta misma época también lo utilizan para hidratación de animales domésticos y silvestres. Siendo otra causa principal para la protección y restauración de esta fuente hídrica.

Diario el Comercio en su redacción del 22 de marzo del 2017 recalca “El agua es uno de los recursos más importantes en el turismo” siendo el turismo responsable del 1% de consumo de agua, por eso la mancomunidad del Pueblo Cañarí en el año 2019 busca potenciar el turismo y la protección de fuentes hídricas mediante un plan estratégico de turismo, precautelando el manejo de las fuentes hídricas.

Respecto a la espiritualidad Roybal (2012) señala que el hombre se ha sorprendido con el agua, su estructura, sus reflejos, sus utilidades, en donde muchos pueblos indígenas han centralizado su importancia y su utilidad en purificación, protección y curación. También Ferro (2006) en su artículo “La Dimensión sagrada, simbólica y mística del agua” resume la importancia y el valor: biológico, fundamento de vida, social, paisajístico, turístico entre otros. El agua pertenece al patrimonio simbólico de las culturas indígenas en ella se desarrolla la vida, de ella depende la muerte, las sequías, el exceso de precipitaciones, es un don de divinidades y considerado morada de los Apuks (espíritus).

**Tabla 19.** Actividades que usan el agua de la vertiente.

Opción	Frecuencia	Porcentaje
Agricultura	21	28,4%
Ganadería	13	17,5%
Turismo	13	17,5%
Recreación	13	17,5%
Espiritualidad	11	14,9%
Otro	3	4,1%
Total	74	99,9%



**Figura 17.** Actividades que usan el agua de la vertiente.

### **J. ¿Tiene alguna sugerencia para la protección de la microcuenca Willi Kucha?**

Dentro de las actividades relacionadas a restauración, se involucra a los propietarios de los predios de la microcuenca, para ser partícipes de las actividades y que también generen información relevante que servirá para la restauración: en esta pregunta se obtiene distintos puntos de vista y sugerencias entre las más relevantes están:

Identificar las vertientes de manera que la gente sepa de su existencia y evitar cualquier daño humano socializando su importancia. Reforestar con especies nativas de la zona. Declarar la zona protegida o patrimonio natural. Generar políticas públicas en temas de preservación. Intervención de las autoridades competentes al cuidado de las fuentes hídricas controlando y haciendo respetar las áreas verdes aledañas a las mismas ya que muchas personas no respetan y siembran muy cerca de los cuerpos hídricos. Socializar el tema para dar a conocer la importancia de estas áreas.

## **4.3. Propuesta**

### **Restauración forestal para la recuperación del caudal de la vertiente Willi Kucha, en la comunidad San Clemente, parroquia La Esperanza, provincia de Imbabura**

#### **4.3.1. Fase descriptiva**

##### **4.3.1.1. Antecedentes**

La expansión de la frontera agrícola que sufren los sectores rurales, la reforestación con especies exóticas para la obtención de madera, los incendios provocados, traen consecuencias negativas para el ambiente, así como para sus recursos naturales, disminuyendo la flora y fauna de los ecosistemas.

Las escases del recurso hídrico es notable en la temporada de verano, donde la fauna silvestre como la domestica no encuentra abrevaderos para hidratarse, llegando al punto de que la fauna silvestre debe migrar en busca del recurso hídrico muchas veces con el riesgo de ser cazado por depredadores y por las personas del lugar, exponiendo su especie a la extinción. Por otro lado, también se ve la afectación en los cultivos, la falta del recurso hídrico, el excesivo aprovechamiento del suelo por monocultivos y la falta de cobertura vegetal nativa, hace que la radiación sea fuerte y esto impide que las plantas desarrollen de manera adecuada, produciendo pérdidas económicas, alimenticias, y de supervivencia.

Es por ello que la comunidad de San Clemente ha empezado a trabajar en temas de conservación ambiental con la finalidad de garantizar los derechos de la Naturaleza y garantizar el sumak kawsay entre el hombre y la naturaleza, motivo por el cual nace la presente propuesta con la finalidad de conservar y preservar el recurso hídrico de vertiente naturales, dentro de ecosistemas vulnerables con técnicas de restauración entre ellas la reforestación.

##### **4.3.1.2. Alcance**

La ejecución del presente proyecto tiene un alcance local para la restauración de la microcuenca Willi Kucha la cual busca la participación activa de la población de la comunidad San Clemente, para que se ejecute y perdure en el tiempo.

### **4.3.1.3. Justificación**

Las vertientes de agua necesitan proyectos de protección y conservación de áreas aledañas o denominadas microcuencas. Los habitantes de la localidad consideran que son necesarias las actividades de restauración, evidenciando que la afectación a las microcuencas se está dando por la expansión de la frontera agrícola, incendios forestales, construcción de infraestructura, caminos, carreteras, etc. que afectan negativamente a la vegetación nativa de la zona como a su fauna.

La finalidad de este proyecto está enmarcada en la conservación de la fuente hídrica Willi Kucha, mismo que generara beneficios ecosistémicos a los propietarios de los predios colindantes, como a los habitantes de la comunidad San Clemente, garantizado la protección de un recurso no renovable y que los habitantes tomen conciencia sobre el cuidado, protección y manejo eficiente de fuentes hídricas.

La ejecución de este proyecto es necesario e inevitable porque, la comunidad de San Clemente actualmente está trabajando en temas de conservación ambiental, con la finalidad de reducir impactos negativos que afecten al ambiente, mediante la concientización con charlas y talleres a la niñez y juventud considerados como actores principales beneficiarios de los servicios ecosistémicos, con la finalidad mejorar los niveles de calidad de vida en la zona. Para la obtención de áreas reforestadas con especies nativas, incrementos de caudales en vertientes y la restauración de la funcionalidad de ecosistemas.

### **4.3.1.4. Objetivos**

#### **4.3.1.4.1. Objetivo general**

- Aplicar técnicas de restauración en la microcuenca Willi Kucha para la recuperación del caudal de agua.

#### **4.3.1.4.2. Objetivos específicos**

- Seleccionar las especies forestales nativas de la zona para la plantación en la microcuenca Willi Kucha.
- Crear estrategias para superar las barreras de restauración para la microcuenca Willi Kucha.
- Diseñar modelo de distribución de puntos con el método tres bolillos para aplicar las técnicas de restauración en la microcuenca Willi Kucha.

#### 4.3.1.5. Ubicación del proyecto

La microcuenca Willi Kucha presentada en la Figura 18 tiene un área de 1,40 ha., ubicado en la comunidad de San Clemente, posee pendientes del 12 al 25%, con temperaturas que oscila los 16.3 °C, precipitaciones de 623 mm al año y una humedad relativa del 72%.



**Figura 18.** Delimitación del área de estudio, microcuenca Willi Kucha.

#### 4.3.1.6. Matriz de propósito.

En la Tabla 20 se describe la matriz de propósito el mismo que será tomado en cuenta para medir el cumplimiento y avance del proyecto que tiene como objetivo general mejorar las condiciones de las vertientes naturales de la localidad.

**Tabla 20.** Matriz de propósito.

<b>Resumen narrativo de objetivos</b>	<b>Indicadores verificables objetivamente</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin:</b> Aportar a la recuperación del área de la microcuenca Willi Kucha, garantizando los derechos de la naturaleza y promoviendo el sumak kawsay.			
<b>Propósito (Objetivo general)</b>			
Aplicar métodos de restauración en la microcuenca Willi Kucha para a recuperación del caudal de la vertiente de agua	Al término del proyecto, el caudal de la vertiente Willi Kucha habrá incrementado.	Informes Fotografías Inventario forestal	Predisposición de los pobladores de la comunidad y autoridades locales
<b>Objetivos Específicos</b>			
Seleccionar las especies forestales nativas de la zona para la plantación en la microcuenca Willi Kucha	Al finalizar el proyecto el 75% de las especies se adaptarán y se desarrollarán con facilidad.	Informes Inventario forestal Fotografías	Predisposición de los pobladores de la comunidad y autoridades locales
Crear estrategias para superar las barreras de restauración para la microcuenca Willi Kucha.	Al finalizar el proyecto el 70% de las barreras serán superadas. Al finalizar el proyecto se obtendrá un incremento del 50% de semillas nuevas dispersadas por zoocoria dentro de la microcuenca.	Informes Fotografías Cartas de compromiso Nómina de participantes	Predisposición de los pobladores de la comunidad y autoridades locales
Diseñar modelo de distribución de puntos con el método tres bolillos para aplicar las técnicas de restauración en la microcuenca Willi Kucha.	Al término del proyecto se obtendrá un 75 % de árboles padre. Al finalizar el proyecto se garantizará una franja 75% restaurada.	Inventario forestal Fotos Informes Publicaciones	Predisposición de los pobladores de la comunidad y autoridades locales

### 4.3.2. Fase diagnóstica

#### 4.3.2.1. Determinación de formación vegetal

Se realizó un recorrido por la microcuenca para el reconocimiento de especies vegetales logrando identificar las especies presentadas en la Tabla 21.

**Tabla 21.** Especies identificados en la microcuenca

Clasificación	Nombre común	Nombre científico	Familia
Arbustos	Pucunero	<i>Siphocampylus giganteus</i>	Campanulaceae
	Chilca blanca	<i>Baccharis latifolia</i>	Asteraceae
	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>	Myrtaceae
	Igualán	<i>Monnina obtusifolia</i>	Polygalaceae
	Shanshi	<i>Coriaria ruscifolia</i>	Coriariaceae
	Izo	<i>Dalea coerulea</i>	Fabaceae
	Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae
Pastizal	Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	Asteráceae
	Zapatito	<i>Calceolaria sp.</i>	Calceolariaceae
Especie exótica	Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	Myrtaceae
	Pino	<i>Pinus radiata D. Don.</i>	Pinaceae
Vegetación ribera	Ashpacorral	<i>Bomarea hirsuta</i>	Alstroemeriaceae
	Colca	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae
Árbol	Puma maqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Araliaceae
	Aliso	<i>Alnus glutinosa</i>	Betulaceae
	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	Myricaceae

#### 4.3.2.2. Grado de intervención antrópica

El grado de intervención antrópica presentado en Tabla 22 califica a la microcuenca con valor 3 expresado como severa intervención debido a la deforestación, focos de incendios forestales, pastoreo, conversión de uso de suelo, y en el cauce natural toma el valor de 2 mismo que expresa una intervención mediana debido a que no se realiza pastoreo y la conversión de uso suelo por su reducida área destinada a la conservación.

**Tabla 22.** Grado de intervención antrópica.

Área de estudio	Tipo de intervención						Grado de intervención antrópica		
	Deforestación	Conversión de uso de suelo	Incendios	Extracción de leña	Pastoreo	Extracción de productos no maderables	1	2	3
Microcuenca Willi Kucha	x	x	x	x	x				x
Cauce natural	x		x	x			x		

1 = escasa intervención, 2 = intervención mediana, 3 = intervención severa.

#### 4.3.2.3. Apariencia del tipo de vegetación en base a la Altura de los hábitos de crecimiento y cobertura

Los datos detallados en la Tabla 23 expresan la apariencia del área, respecto a la presencia de estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo, así como el porcentaje de cobertura, para el área de la microcuenca toma el valor de 3 calificado como malo debido a que el porcentaje de cobertura tienen el 30% con respecto al área de estudio y para el cauce natural toma el valor de 2 calificado como regular debido a que el porcentaje de cobertura está en 50% por su reducida área de estudio.

**Tabla 23.** Apariencia de tipo de vegetación.

Área de estudio	Presencia de estratos			Cobertura sobre la superficie	Apariencia		
	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo		1	2	3
Microcuenca Willi Kucha	x	x	x	30%			x
Cauce natural	x	x		50%		x	

1 = bueno, 2 = regular, 3 = malo.

#### 4.3.2.4. Presencia de especies características

Con la información presentada anteriormente en la Tabla 21 que hace referencia a especies identificadas en el área de estudio, se procede a la elaboración de la Tabla 24 que indica la abundancia de especies y los usos que se dan a cada una de ellas, identificando a las especies *Alnus glutinosa* (aliso), *Baccharis latifolia* (chilca blanca) como las más abundantes, por el contrario se identifica a: *Taraxacum officinale* (Diente de león), *Bomarea hirsuta* (Ashpacorral), *Hesperomeles obtusifolia* (Cerote), *Dalea coerulea* (Izo), *Coriaria ruscifolia* (Shanshi), *Calceolaria sp.* (Zapatito) como las especies escasas.

**Tabla 24.** Presencia de especies.

Nombre común	Nombre científico	Abundancia			Usos				
		1	2	3	M	A	F	L	O
Pucunero	<i>Siphocampylus giganteus</i>		x			x			x
Diente de león	<i>Taraxacum officinale</i>	x					x		
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>		x					x	
Ashpacorral	<i>Bomarea hirsuta</i>	x				x			x
Puma maqui	<i>Oreopanax ecuadorense</i>		x					x	
Colca	<i>Miconia sp.</i>		x						x
Pino	<i>Pinus radiata D. Don.</i>		x					x	
Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	x				x			
Izo	<i>Dalea coerulea</i>	x							x
Aliso	<i>Alnus glutinosa</i>			x				x	
Laurel	<i>Morella pubescens</i>		x					x	
Shanshi	<i>Coriaria ruscifolia</i>	x				x			
Igualán	<i>Monnina obtusifolia</i>				x				
Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>		x		x				
Chilca blanca	<i>Baccharis latifolia</i>			x	x				
Zapatito	<i>Calceolaria sp.</i>	x							x

Abundancia: **1** =abundante, **2** = común, **3** = escaso.

Uso: **M** = medicinal, **A** = alimenticio, **F** = forraje, **O** = ornamental.

#### 4.3.2.5. Presencia de epífitas vasculares y no vasculares

Dependiente del árbol hospedero, la finalidad de la información presentada en la Tabla 25 es cuantificar la abundancia de especies epífitas en el área de estudio, para la microcuenca se obtiene el valor de 3 que expresa escasa abundancia de epífitas, a diferencia del cauce natural que presenta una abundancia normal.

**Tabla 25.** Abundancia de epífitas vasculares y no vasculares.

Área de estudios	Tipo de epífita					Abundancia		
	Or	Br	Ar	He	Mu	1	2	3
Microcuenca	x	x		x	x			x
Cauce natural	x	x		x	x		x	

Tipo de epífita: **Or** = orquídea, **Br** = bromelia, **Ar** = Araceae (Anturios), **He** = helechos, **Mu** = briofitas (musgos).

Abundancia: **1**= abundante, **2** = común, **3** = escaso.

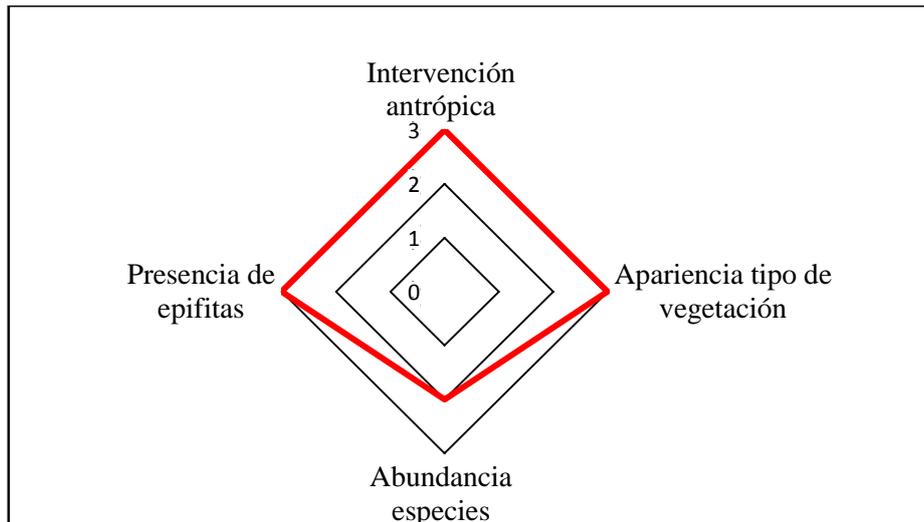
#### 4.3.2.6. Calificación final

En la Tabla 26 se realizó una tabulación de los valores analizados en las Tablas 22, 23, 24 y 25 presentados anteriormente para el cálculo del estado de conservación en escala de 1 a 3. Obteniendo como resultados: estado de conservación malo para la microcuenca, estado de conservación regular para el tramo del cauce natural, mismo que se encuentran presentados gráficamente en las figuras 19 y 20, basado en parámetros y ponderaciones propuestos por Aguirre (2013).

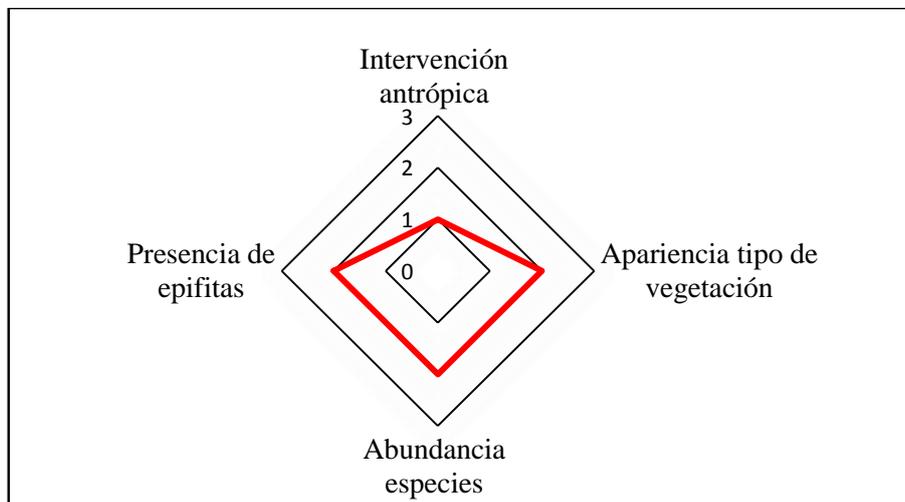
**Tabla 26.** Calificación final del estado de conservación.

Área de estudio	Parámetros									Estado de conservación					
	Intervención antrópica			Apariencia tipo de vegetación			Abundancia especies características			Presencia de epífitas			B	R	M
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Microcuenca			x			x		x				x			x
Cauce natural	x				x			x			x			x	

Estado de conservación: **B** = bueno, **R** = regular, **M** = malo.



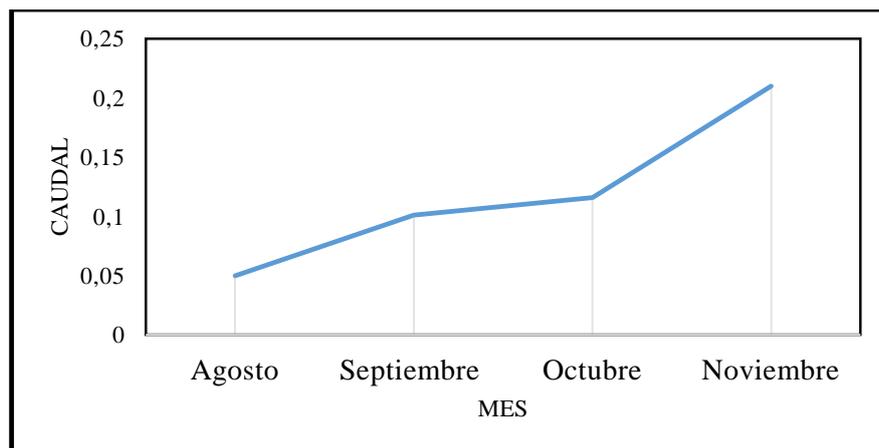
**Figura 19.** Representación gráfica del estado de conservación de la microcuenca.



**Figura 20.** Representación gráfica del estado de conservación del cauce natural.

#### 4.3.2.7. Régimen de caudales

Los datos presentados en la Figura 21 muestran el histórico de caudales de cuatro meses del año 2019, agosto presenta 0.05 litros/segundo siendo el mes con menor caudal y noviembre presenta un caudal de 0.21 litros/segundo siendo el máximo caudal. Datos que concuerdan con en el registro histórico de AccuWeather (2019) temperatura mínima de 15°C y máxima de 26°C del mes de agosto, para el mes de septiembre Diario El Norte (04/09/2019) que resalta pasado las 19h00 de ese mismo día se registró una pertinaz lluvia sobre el cantón Ibarra afectando varios sectores. Diario la Hora en su nota de prensa del día 22/10/2019 presenta a la “Parroquia la Esperanza afectada por aguaceros” generando pérdidas de cultivos y daños materias a hogares de la localidad. Motivos por los cuales el presente histórico de caudales presenta un aumento de caudal con respecto al mes de agosto.



**Figura 21.** Histórico de caudales de la vertiente Willi Kucha.

### 4.3.3. Fase proyectual

#### 4.3.3.1. Técnicas de recuperación de agua

##### 4.3.3.1.1. Selección de especies

Se eligió seis especies presentadas en la Tabla 27 enfocados principalmente en la persistencia en el tiempo y su adaptación a climas fríos de los andes, en su mayoría escasos dentro de la microcuenca de tipo arbustos y arbóreos por sus beneficios a largo plazo como: punto de alimento para aves, insectos, roedores, así como hábitat de algunos individuos, para todos se deberá aplicar el método de plantación.

**Tabla 27.** Matriz de criterio de selección.

Nº	Nombre común	Nombre científico	Persistencia	Representación	Competencia	Colonización
1	Pucunero	<i>Siphocampylus giganteus</i>	SI	Escasa	Arbusto	Plantación
2	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i>	SI	Escasa	Árbol	Plantación
3	Cerote	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	SI	Escasa	Arbusto	Plantación
4	Puma maqui	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	SI	Escasa	Arbóreo	Plantación
5	Aliso	<i>Alnus acuminata kunth</i>	SI	Frecuente	Arbóreo	Plantación
6	Laurel	<i>Morella pubescens</i>	SI	Frecuente	Arbóreo	Plantación

En el estudio que presenta Gutiérrez (2001) para restauración de ecosistemas en el bosque nativo andino sugiere realizar con especies nativas entre las que coinciden con las especies presentadas en este estudio: *Oreopanax floribundum* siendo del mismo género *Oreopanax ecuadorensis* (Puma maqui) aplicable en la zona de estudio, *Myrcianthes hallii* (Arrayan), *Alnus glutinosa* (Aliso). Por otro lado Chávez, & Pabón, (2011) en su trabajo titulado “Estudio Etnobotánica de las especies de flora nativa representativas de la provincia de Imbabura” realizado en zonas de: ceja andina sobre los 2000 hasta los 4000 msnm y en páramo sobre los 2800 y 4800 msnm identifican las siguientes especies: *Baccharis latifolia* (Chilca), *Calcedaria sp.* (Zapatitos), *Solanum aevadorensis* (Sauco Blanco), *Bomarea multiflora* (Ashpa corral), *Pernettya prostrata* (mortiño), *Sida mombifolia* (escubillo).

### Características de las especies seleccionadas

Se eligió seis especies, distribuidas en 5 familias, 6 géneros por su persistencia en el tiempo su adaptación a climas fríos de los Andes, aportes beneficiosos a microcuencas y en su mayoría escasos dentro de la microcuenca, de tipo arbustos y arbóreos, que brindan beneficios a largo plazo como: punto de alimento para aves, insectos, roedores, así como hábitat de algunos individuos para todos los cual se deberá aplicar el método de plantación.



**Nombre científico:** *Siphocampylus giganteus*.

**Nombre Común:** Pucunero

**Familia:** Campanulaceae

**Género:** Chusquea

Planta herbácea, adaptada para ser polinizada por colibríes de pico curvo, sirve para la protección de cicatrices Anhalzer & Lozano (2015)



**Nombre científico:** *Myrcianthes hallii*.

**Nombre Común:** Arrayan

**Familia:** Myrtaceae

**Género:** Myrcianthes

Árboles medianos a grandes, de 6 a 15 metros de altura, diámetros de 30 a 40 centímetros, posee frutos comestibles Mora (2015) argumenta que retienen agua en el suelo, favoreciendo los procesos de neutralización.



**Nombre científico:** *Hesperomeles obtusifolia*.

**Nombre Común:** Cerote

**Familia:** Rosaceae

**Género:** Hesperomeles

Arbusto de 3 a 4 metros de alto, posee fruto pomoso globoso, tiene mayor posibilidad de desarrollo en los bordes de bosques Flora Web PUCE (2015).



**Nombre científico:** *Oreopanax ecuadorensis*

**Nombre Común:** Puma maqui

**Familia:** Araliaceae

**Género:** Oreopanax

Especie arbórea, alcanza entre los 5- 15 metros de altura, posee frutos favoritos para tucanes de altura y es utilizada para reforestar cuencas hídricas Anhalzer & Lozano (2015).



**Nombre científico:** *Alnus acuminata*

**Nombre Común:** Aliso andino

**Familia:** Betulaceae

**Género:** Alnus

Fija nitrógeno atmosférico siendo un sustituyente de fertilizantes, y un fijador de GEI sin disminuir la calidad del suelo Parra & Rodriguez (2016)



**Nombre científico:** *Morella pubescens*

**Nombre Común:** Laurel de cera

**Familia:** Myricaceae

**Género:** Morella

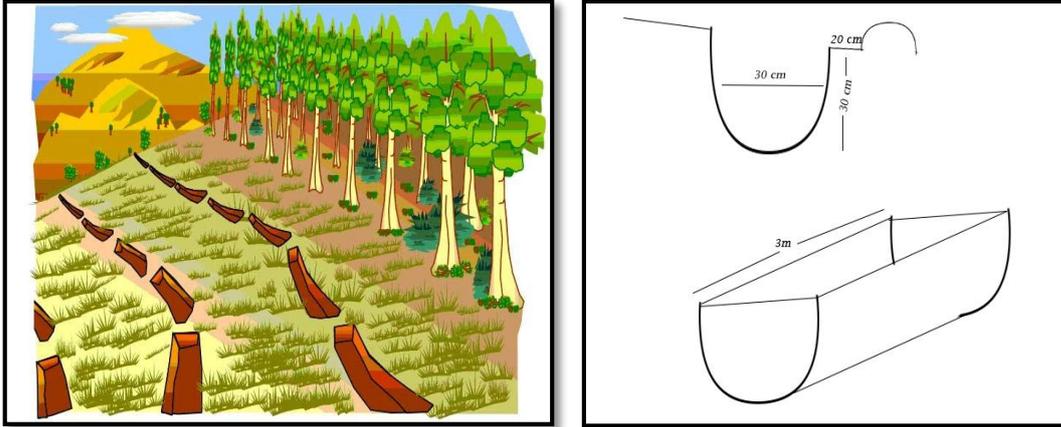
Especie óptima para la protección de cuencas hídricas, ya que fijan nitrógeno al suelo, además sus frutos generan cera utilizada en la industria Luna (2006).

#### **4.3.3.1.2. Manejo de especies exóticas**

En la recolección de muestras de especies vegetales dentro de la microcuenca Willi Kucha se obtuvo el: *Eucalyptus* (Eucalipto) identificada como exótica por su procedencia de Australia y Tasmania, también considerado una especie consumidora de agua mismo que en estado adulto abasteciéndose de 25 a 30 litros de agua/día Albaugh & King (2013). Además se obtuvieron muestras de especies del género *Pinus*, Keller & Gyenge (2016) resaltan que son de procedencia Asiática con un consumo promedio de 5 y 60 litros/día en individuos con un DAP de 10 y 40 centímetros respectivamente. Estas especies no son recomendables tener en microcuencas o en áreas cercanas a fuentes hídricas por su alto consumo del recurso hídrico, por lo que la mejor opción es realizar la extracción y dar distintos aprovechamientos si el individuo es mayor, en el caso de plántulas se puede hacer un trasplante a áreas que no se puedan afectar.

#### **4.3.3.1.3. Zanjas de infiltración**

La Figura 22 muestra el modelo de construcción de zanjas de infiltración, con la finalidad de retener y filtrar el agua de la precipitación, en este caso tendrá medidas de 0.30 metros de alto por 0.30 metros de ancho y 3 metros de largo, dando un total de 0,27 metros cúbicos, suficiente para retener el recurso hídrico debido a que en esta zona el INAMHI (2018) registra la precipitación media anual de 623 mm al año.



**Figura 22.** Modelo de zanja de infiltración.

Fuente: Reis *et al.*, 2003

#### 4.3.3.1.4. Perchas artificiales

Se propone realizar perchas artificiales de *Chusquea scandens* (Suro), de habito arbustivo, por su fácil extracción, y transporte de áreas cercanas hacia el área de restauración para la creación de perchas en forma de cruz, torres de Suro, mostrado en la Figura 23.

En la Figura 24 se presenta otra especie considerada para la construcción de perchas artificiales, *Oreopanax ecuadorensis* (Puma maqui) de habito arbóreo por su copa frondosa, que puede servir de descanso para aves ya sea de paso o de hospedaje temporal por su persistencia en el tiempo y de lenta degradación, preferiblemente en estado seco o que hayan sufrido una extracción de forma natural u antrópica forzosa, para su transporte se necesitará involucrar a la población de la localidad.

La Distribución de cada modelo de percha se establecería de acuerdo a los puntos generados de forma sistemática.



**Figura 23.** Diseño de torre artificial.

**Nombre científico:** *Chusquea scandens*.

**Nombre Común:** Suro

**Familia:** Poaceae

**Género:** Chusquea



**Figura 24.** Diseño de percha artificial.

**Nombre científico:** *Oreopanax ecuadorensis*

**Nombre Común:** Puma maqui

**Familia:** Araliaceae

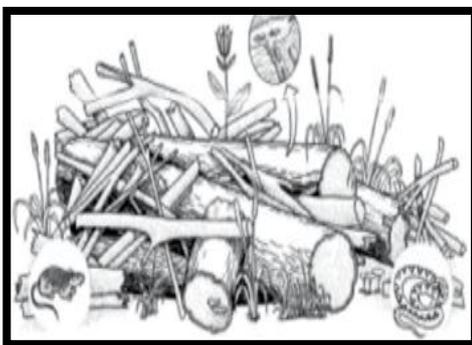
**Género:** Oreopanax

#### 4.3.3.1.5. Refugios artificiales

Entre los materiales para la construcción de refugios artificiales se recomienda: piedras, ramas secas y materia en descomposición que se localiza en el área cercana, estos deberán estar ubicados cerca a la fuente hídrica, tendrá forma cuadrada con distancias de 1,50 \* 1,50 metros dando un área total de 2,25 m<sup>2</sup> y servirá como refugio para roedores, insectos, anfibios y reptiles los modelos a construir se muestran en la Figura 25 y Figura 26.



**Figura 25.** Ejemplo de percha artificial.



**Figura 26.** Diseño de refugios artificiales.

Fuente: Reis *et al.*, 2003.

#### 4.3.3.1.6. Diseño de distribución

Por encontrarse en un ecosistema en proceso de degradación se realiza el cálculo del área para la aplicación de los distintos métodos de restauración. Se calculó la diferencia entre el área total de la microcuenca que son 14000 m<sup>2</sup> y el área de cobertura vegetal 3400 m<sup>2</sup>, dando como resultado un área de 10600 m<sup>2</sup> netamente para las actividades de restauración.

Para el cálculo del número de puntos a establecer en esta área se aplicó la fórmula (2) y (3).

$$N = \frac{M}{\alpha * 0.866} \quad (2)$$

$$\alpha = dS^2 \quad (3)$$

$$N = \frac{10600}{25 * 0.866} \quad (2)$$

$$\alpha = 5^2 \quad (3)$$

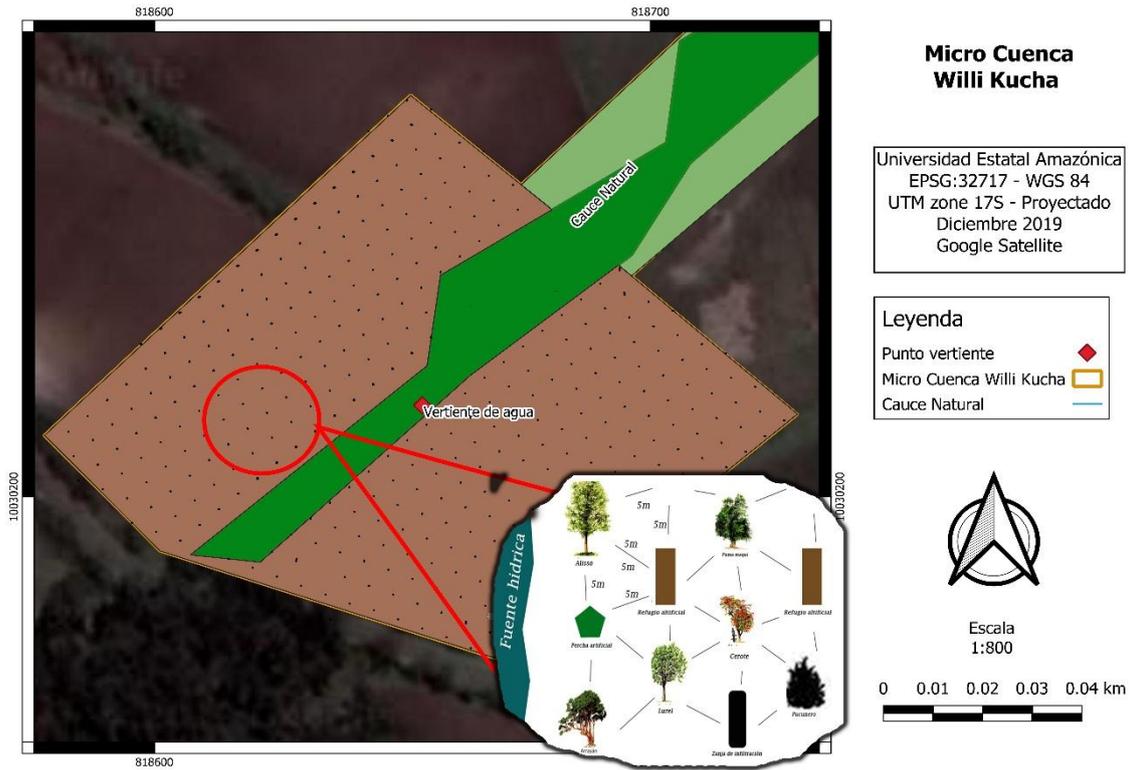
$$N = 448.$$

El área a restaurar tiene extensión de 10600 m<sup>2</sup>, la distancia de plantación entre cada especie vegetal se propone realizar a 5 metros, dando un total de 448 puntos para: plantar, establecer refugios artificiales, perchas artificiales y crear zanjas de infiltración en la microcuenca.

Para la distribución de plántulas, perchas artificiales, refugios temporales artificiales, zanjas de infiltración, se aplicará la distribución aleatoria con una distancia equitativa de 5 metros en el método tres bolillos.

#### 4.3.3.2. Diseño de distribución de puntos aplicando el método tres bolillo en la microcuenca Willi Kucha.

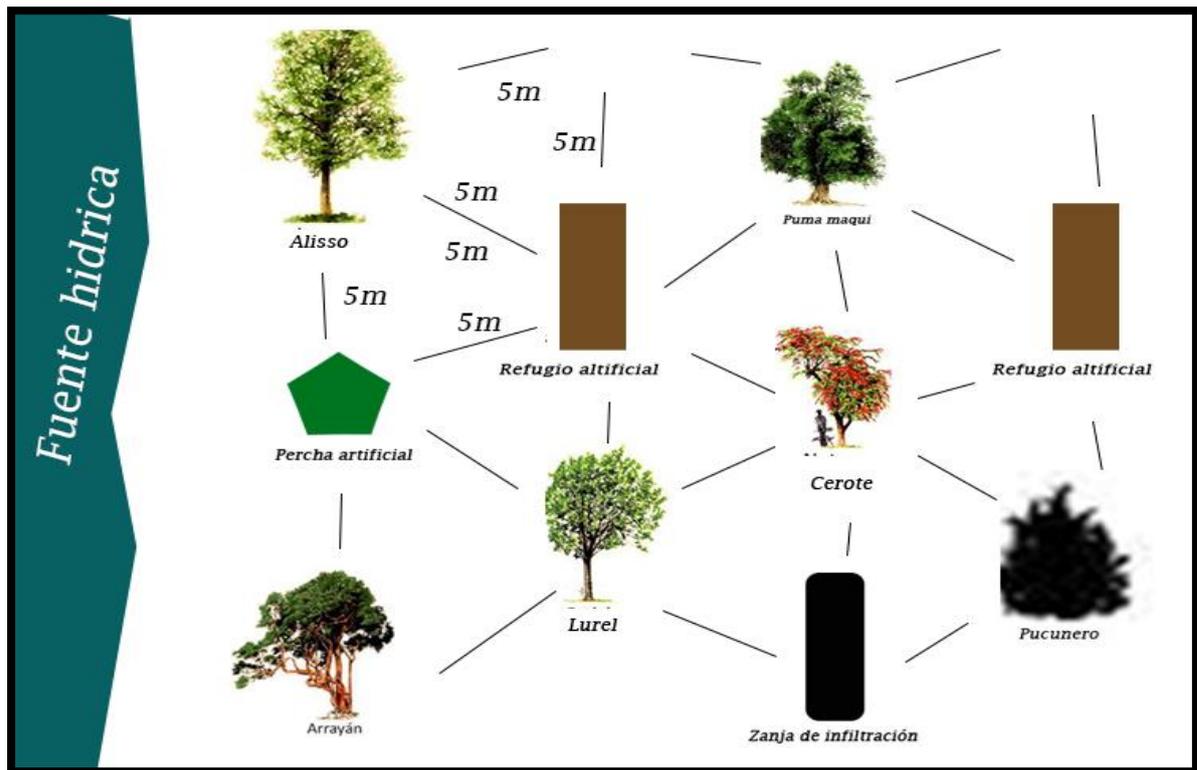
En la Figura 27 se observa los puntos de distribución para la microcuenca, en la Figura 28 se observa la distribución de puntos para el cauce natural, destinados para la aplicación de diferentes técnicas de restauración, dando un total de en 448 puntos para el área de estudio y la Figura 29 presenta el modelo de restauración.



**Figura 27.** Distribución de puntos método tres bolillo, microcuenca Willi Kucha.



**Figura 28.** Distribución de puntos, método tres bolillo, cauce natural.



**Figura 29.** Modelo de restauración.

#### 4.3.3.3. Matriz de monitoreo

La información detallada en la Tabla 28 hace referencia al plan de monitoreo de plazo corto, y en la Tabla 29 se presenta el plan de monitoreo a largo plazo una vez ya ejecutado el proyecto con indicadores medibles, medio de verificación y el tiempo a realizarse que beneficiará al cumplimiento del proyecto. Los responsables serán las familias de la localidad, por su compromiso e iniciativa, se encargarán de desarrollar, ejecutar y monitorear el plan.

**Tabla 28.** Matriz de monitoreo y evaluación a corto plazo

Actividad	Indicador	Medio de verificación	Tiempo
Verificación de adaptación	Número de plántulas vivas	Inventario	Trimestral durante los dos primeros años
Verificación de funcionalidad de zanjias de infiltración	Número de zanjias de infiltración sin sedimentos	Cantidad de sedimentos en la zanja.	Trimestral durante todo el proyecto
Caudal hídrico	$Q=l/s$	Registro de caudal	Cada mes durante los 2 años primeros.
Mingas	Numero de mingas	Registro de asistentes	Trimestralmente

**Tabla 29.** Matriz de monitoreo y evaluación a largo plazo

<b>Actividad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Medio de verificación</b>	<b>Tiempo</b>
Verificación de actividad faunística	Número de especies de fauna.	Inventario faunístico	A los 5 años/ a los 10 años
Estructura de la vegetación	Aumento en el número de especies de plantas epífitas y lianas.	Registro de cobertura aplicando observación directa.	Una vez por año
Caudal hídrico	Q=l/s	Registro de caudal	Cada mes a partir de los 5 años durante 2 años
Funcionalidad de zanjias de infiltración	Número de zanjias de infiltración sin sedimentos	Cantidad de sedimentos en la zanja.	Trimestral durante todo el proyecto
Mingas	Numero de mingas	Registro de asistentes	Trimestralmente

#### 4.3.3.4. Contemplación de factores externos.

La Tabla 30 presenta los posibles supuestos, que son condiciones que se encuentran en torno al proyecto, pero fuera del control de la organización, que posiblemente pueden tener influencia en los resultados del proyecto, considerado la más representativa la búsqueda de financiamiento para llevar a cabo el proceso y la ejecución.

Corto plazo

**Tabla 30.** Factores externos

<b>Actividad</b>	<b>Riesgo</b>	<b>Acción correctiva</b>
1	Muerte, extracción o depredación de es especies forestales	Replantación con nuevas especies nativas
2	Falta de recursos económicos	Búsqueda de financiamiento interinstitucional.
3	Plagas	Aplicar productos naturales para contrarrestar el efecto.
4	Fertilización de suelo	Adquisición o recopilación de abonos en hogares.
5	Erosión	Crear barreras, con piedras o material orgánico.

#### 4.3.3.5. Cronograma

En la tabla 31 se detalla las actividades a ejecutarse una vez aprobado el proyecto, con plazos destinados para la verificación y cumplimiento, mismo que pueden ser variados de acuerdo como se ejecute el proyecto, así como la contemplación de los factores externos.

**Tabla 31.** Cronograma de actividades

N°	Actividad	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
1	Socialización de la ejecución del proyecto	x							
2	Concientización mediante charlas	x							
3	Búsqueda de financiamiento	x							
4	Adquisición de área restaurar		x						
5	Adquisición de materiales			x					
6	Adquisición de plántulas				x				
7	Delimitación de punto mediante el método tres bolillo.				x				
8	Minga de restauración				x		x		x
9	Seguimiento de adaptación de plántulas				x	x	x	x	x
10	Monitoreo de flora y fauna	x	x	x	x	x	x	x	x

M = mes, X= sugerencia de cumplimiento

#### 4.3.3.6. Presupuesto

La Tabla 32 presenta el presupuesto estimado a utilizarse en la ejecución del proyecto, incluyendo las capacitaciones, adquisición de herramientas, materiales, movilización, seguimiento. Para la ejecución de proyectos de restauración se necesita el respectivo presupuesto, mismo que pueden ser conseguidos de GAD's seccionales, Organizaciones no gubernamentales (ONG) o la cooperación internacional, a continuación se detalla instituciones que trabajan y aportan con recursos técnicos, logísticos, y económicos en el Ecuador para la ejecución de proyectos de protección en fuentes hídricas.

## **GAD's**

Ilustre Municipio de Ibarra,

Departamento de ambiente servirá de apoyo para la gestión y mediante la realización de la expropiación como municipalidad y la entrega mediante un comodato a la localidad para la conservación.

Prefectura de Imbabura

Atreves de la Dirección General de Ambiente enmarcado en el "FONDO DE AGUA Y DESARROLLO RESPONSABLE DE IMBABURA - (FONADERI)", que alberga varios sistemas de apoyo financiero, tanto a los servicios de agua potable como los de riego e incluso, permitirá la integración de otros sistemas de uso como el industrial y recreativo.

## **ONG:**

Fondo para la Protección del Agua – FONAG.

Uno de los objetivos estratégicos del FONAG es el manejo de las áreas de interés hídrico en las unidades hidrográficas reguladoras de agua de las que se abastece a la población, donde la participación activa y constante de los actores públicos y privados y de los beneficiarios locales de comunidades aseguran el éxito y la permanencia a largo plazo de los beneficios hídricos de las intervenciones. (FONAG, 2019)

Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID).

Regresó al Ecuador el 15 de mayo del 2019, sus prioridades son de conservación en Ecuador: biodiversidad y agua, brindando un mecanismo de financiamiento a largo plazo para la conservación., que son sostenibles en el tiempo, fortaleciendo institucionalmente y desarrollando herramientas para la gestión integrada de las cuencas hidrográficas tales como: monitoreo de calidad de agua, monitoreo de caudales, mediación de conflictos, zonificación y priorización de áreas de interés hídrico, modelos de producción alternativos para zonas de páramo, entre otras.

**Tabla 32.** Presupuesto estimado

<b>Actividad</b>	<b>Recurso</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Socialización de la ejecución del proyecto	Capacitador	Taller	1	50	50
	Papelote	Unidad	5	0,25	1,25
	Marcadores	Unidad	5	1	5
	Pizarrón	Unidad	1	30	30
	Hojas de registro	Unidad	20	0,1	2
Adquisición de materiales	Pala	Unidad	5	10	50
	Carretilla	Unidad	3	35	105
	Barra	Unidad	5	50	250
	Cinta métrica	Unidad	2	15	30
	Piola	Unidad	2	3	6
	Pico	Unidad	5	25	125
	Machete	Unidad	2	10	20
	GPS GARMIN	Unidad	1	350	350
Adquisición de plántulas	Plantas nativas	Unidad	400	2	800
	Trasporte	Día	2	50	100
Minga	Refrigerios	Unidad	100	1	100
	Trasporte	Días	2	50	100
Seguimiento	Técnico	Días	182	17	3094
	Obrero	Días	12	15	180
	Transporte	Días	182	17	3094
					<b>8492.25</b>
<hr/>					
Adquisición del área a restaurar	14000	m <sup>2</sup>	14000	6,5	<b>91000</b>

**Subtotal \$ 99492,25**

**Imprevistos 5% 4974,6**

**Total \$104466.85**

## CAPÍTULO V.

### 5.1. Conclusiones:

La caracterización del área física de influencia permitió determinar las principales actividades que se generan en la localidad, dando como resultado los cultivos de ciclo corto como actividad principal, también se determinó que las fuentes hídricas son sitios sagrados que necesitan planes de restauración y recuperación en su mayoría ya que se han visto afectados por actividades antrópicas enmarcando como significativos: los incendios, introducción de especies forestales exóticas, expansión de la frontera agrícola y el crecimiento urbano.

La aplicación de sistemas de información geográfica y archivos shape del Sistema Nacional de Información, facilitó la delimitación de la microcuenca. Obteniendo un total de 1.40ha en forma de T invertida destinadas para la conservación, de los cuales 0.34ha aún conserva vegetación y 1.06ha destinadas para la aplicación de las diferentes técnicas de restauración.

En la fase de diagnóstico se evaluó el grado de conservación del área de estudio en dos partes: la primera parte la microcuenca que presentó el estado de conservación de rango malo y la segunda parte el cauce natural que presenta el estado de conservación en rango regular, también se creó el primer registro histórico de caudales de 4 meses dando un promedio de 0.11 litros/segundo, llegando a la conclusión que se necesita aplicar métodos de restauración y recuperación en el área de estudio.

En la fase proyectual se eligió seis especies a plantar por su importancia ecológica que fueron: *Siphocampylus giganteus*, *Myrcianthes hallii*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Alnus acuminata*, *Morella pubescens*. Así como la implementación de perchas artificiales construidos de: *Chusquea scandens* y *Oreopanax ecuadorensis* en estado de degradación, que servirán de descanso o protección para especies faunísticas que transportan semillas contribuyendo a la restauración con nuevas especies vegetales. La implementación de zanjas de infiltración y la construcción de refugios artificiales. Para la distribución se aplicó el método tres bolillo en forma de triángulo equilátero con 5 metros de distancia, dando un total de 448 puntos destinados para la aplicación de distintas técnicas de restauración

## 5.2. Recomendaciones

- Para la ejecución de la presente propuesta de restauración se recomienda la extracción de las especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* identificados como exóticos además grandes consumidores de agua para posteriormente aplicar las técnicas de restauración propuestas.
- Realizar un seguimiento permanente y dar continuidad al proyecto verificando el grado de impacto generado, además hacer un análisis de agua para revisar si es apto para el uso y aprovechamiento o necesita un previo tratamiento y a futuro poder replicar esta actividad en otras fuentes hídricas, involucrando a estudiantes, comuneros, profesionales, a fin de lograr mayor empoderamiento de conservación en fuentes hídricas.
- Realizar un inventario de las fuentes hídricas que aún existen dentro de la comunidad San Clemente para delimitar la frontera agrícola y la zona de construcción e identificar cuáles pueden ser restauradas para la conservación de caudales existentes.
- Crear viveros de especies nativas en la localidad para facilitar la plantación, conservación de especies, generando empleo e ingresos económicos en las familias que se propongan a realizar esta actividad.

## CAPÍTULO VI

### 6.3. Bibliografía

- Albaugh, J.M., Dye, P.J. and King, J.S. (2013). Eucalipto y agua uso en South África. Artículo ID 852540, pp. 1-11. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/852540>.
- AccuWeather. (2019). Condiciones meteorológicas del Ecuador. Ibarra. Recuperado de <https://www.accuweather.com>.
- Aguirre, Z (2013). Guía de métodos para medir biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. PP. 82. Loja. Ecuador.
- Anhalzer, J. & Lozano, P. (2015). Flora y fauna de los páramos del Ecuador.
- Arias, R. (2016) Deshidratación de jícama *smallanthus sonchifolius* para obtención de hojuelas. UTN-Ibarra. Ecuador.
- Arkipus. (02 de febrero de 2011) Arkipus. Obtenido de Argentina Nativa: <http://arkipus.com/plantas-ntivas/>.
- Avemañay, A. (2012). La minga comunitaria del pueblo indígena y su aporte a la educación intercultural bilingüe. Estudio de caso del centro comunitario educativo comunitario Estanislao Zambrano de la comunidad Columbe Grande, cantón Colta, provincia de Chimborazo.
- Bordehore, C. (2005). Problemas ambientales, problemas humanos. Sociología Ambiental. Grupo Editorial Universitario. 462 pp.
- Cano, J. (13 de julio del 2014). Slideshare. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ritchellsobrevilla3/linea-de-base-eia>.
- Cañadas, I. & Sánchez, A. (1998). Categorías de respuesta en escala Tipo Likert. Vol. 10. Santa cruz de Tenerife, España.

- Casas, J. Repullo, J. Donado, J. (2003) La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionario y tratamientos estadísticos de los datos. Vol. 32. Núm. 8. Madrid. España.
- Castillero, E. (2002). Guía didáctica para la planificación participativa comunitaria, una valiosa herramienta de trabajo. Cancún, México.
- Cisneros, F. & Pacheco, E. (2010). Investigación en agua y suelo como recurso estratégico. Santo Domingo, Ecuador.
- Cotler, H. (2013). “Cuencas Hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión.” México. Obtenido el 27 de enero del 2016, de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
- Comisión Nacional Forestal de México. (2010). Prácticas de reforestación manual básico. Jalisco México.
- Cuaspu, N. (2017). Manejo y protección de fuentes de agua para consumo humano en la microcuenca del Tahuando, en el cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Ibarra Ecuador.
- Chávez, P. & Pabón, G. (2011) Estudio etnobotánica de las especies de flora nativa representativa de la provincia de Imbabura.
- Díaz R. 2007. El monitoreo en la restauración ecológica. Pp. 119-122. En: Vargas O. (Ed). Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Grupo de Restauración Ecológica. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- ESRI. (2019). Qué son los SIG? Obtenido de esri Ecuador: <https://esri.com.ec/esri-dummies/sig/>.
- FAO. (2019). Restauración y Rehabilitación de Bosques. FAO. Herramientas para la gestión forestal sostenible.
- Faustino, J. (2006). “Notas de clase para el curso identificación, evaluación y manejo de zonas de recarga hídrica. Editorial CATIE. El Salvador.

- Ferro, P. (2006) La dimensión sagrada, simbólica y mística del agua. Swssaid.
- FODEPAL, (2004). Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas. Curso a Distancia. Obtenido el 04 de septiembre del 2016, de [portal.ustadistancia.edu.com](http://portal.ustadistancia.edu.com).
- FONAG, (2019). Protegiendo el agua para conservar la biodiversidad: Mecanismos financieros para la protección de las cuencas hidrográficas del Ecuador. Quito. Ecuador. PP. 35. Recuperado de <http://www.fonag.org.ec/web/wp-content/uploads/2019/09/13-min.pdf>
- Galárraga, R. (2000). Informe nacional sobre la gestión del agua en el Ecuador. Quito. Ecuador.
- Gonzales, A. & Ramírez, J. (2014) Manual Piragüero medición de caudal. Primera edición. Medellín. Colombia.
- Guamán, J. (2019). Proceso histórico del uso y aprovechamiento del recurso hídrico en la comunidad de San Clemente. Ibarra. Ecuador.
- Gutiérrez, F. (2011). Efectos negativos de las plantas exóticas maderables sobre el bosque nativo andino. Vol. 3. No 1. Logos Ciencia.
- Hidalgo, W., & Páez, R. (2008). Gestión y conservación del agua. Ecuador. CODEU.
- INAMHI. (11 de agosto de 2008) Boletín agroclimático. Quito. Ecuador. P.8.
- Keller, A. & Gyenge, J. (2016). Consumo de agua en plantaciones de *Pinus taeda L.* en la zona noroeste de la provincia de Misiones. Estación Experimental Agropecuario Montecarlo Pp. 1-23.
- La Hora. (2019). La Esperanza afectada por los aguaceros. Diario la Hora. pp. A2.
- León, M. (2006). Políticas, programas y proyectos de inserción laboral para la juventud del Ecuador. Ed. Luciano Martínez, Quito: Serie Foro FLACSO.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (21 de agosto de 2015). Ley Orgánica de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento. Quito. Obtenido de SENAGUA.

MAE. (Marzo de 2014). Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Quito.

Monteserrat, R. Koziol, M. & Borgtoft, H. (2007). Plantas útiles del Ecuador: Aplicaciones retos y perspectivas: Useful Plants Of Ecuador: applications, Challenges, and Perspectives. 1ª Ed. 652p. Ed. Abya Yala.

Municipio de Leon Guanajuato. (2013). Diagnostico Ambiental. Guajuato.

Naturaleza y Cultura Internacional. (2007). Protegiendo las fuentes de agua en el sur de Ecuador. Obtenido de <http://www.naturalezaycultura.org/spanish/htm/ecuador/areas-watersheds.htm>.

OMS. (22 de marzo de 2003). Agua y Cultura. Día Internacional del Agua 2005- 2015. Kioto, Japón.

Parra, O. (2009). “Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas”, Centro de Ciencias Ambientales, EULA-Chile. Obtenido 10 de febrero del 2016, de <http://www.eula.cl/>

Pérez, B. (2015). Ecosistemas y cuidado del medio ambiente. Canarias: Ecoblog.

GADs La Esperanza. (2015). Plan de ordenamiento y desarrollo territorial e la parroquia rural La Esperanza del cantón Ibarra, provincia de Imbabura. Ibarra, Ecuador.

Ramírez, E. (2014). Introducción a la Psicología. Universidad de Jaén. Jaén. España.

Ramos, G. (2001). Participación Social Comunitaria. Rev Cubana Salud Pública.

Rastrollo, A. Escribano, R. Pastor, M. (2012) Significado e importancia de las etapas descriptiva y proyectada en los proyectos de restauración ambiental: término municipal de Mogarraz (Salamanca). Valencia.

Recalde, V. (2011). Plantas Alto andinas del Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana. 64p.

Reis, A.; Bechara, F.; Espindola, M.; Vieira, N. and Sousa, L. (2003). Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. The Brazilian Journal of Nature Conservation 1 (1):85-92.

- Roybal, R (2012) El agua para la salud, pasado, presente y futuro. Departamento de nutrición Universidad Complutense de Madrid.
- Ruiz, T. (2016) Modelación cartográfico-hidrológico de la cuenca alta del río Tahuando para el manejo del recurso hídrico mediante herramientas SIG. Ibarra. Ecuador.
- Sánchez, J. (16 de abril de 2018). ¿Qué es la reforestación y su importancia? Ecología verde.
- SNGR. (2019) Informe de situación – Incendio forestales a nivel nacional. 24 de septiembre del 2019. Informe N°32.
- Teca, E. (2017) Manifestaciones culturales inmateriales como eje del turismo sustentable de la comunidad San Clemente parroquia la Esperanza provincia de Imbabura. Ibarra. Ecuador.
- UICN, SENAGUA & SGCAN, (mayo 2009). Delimitación y codificación de unidades hidrográficas del Ecuador metodología Pfastetter. Quito.
- Vargas, O. (2007) pasos fundamentales para la restauración ecológica. <http://observatorioirsb.org>.
- Vieira, M. (15 de febrero de 2002). Protección y captación de pequeñas fuentes de agua. Obtenido de Proyecto CENTA-FAO-HOLANDA: <http://www.fao.org/>.
- Villa, A. (2016). Modelos de zonificación utilizando información geoespacial a través de SIG, para establecer categorías de manejo en función de los conflictos de la reserva hídrica y ecológica de San Cristóbal- Galápagos. USFQ. Quito.

## CAPÍTULO VII

### 7.1. Anexos

#### 7.1.1. Cultivos en la microcuenca



**Imagen 1.**

Cultivo de *Triticum*.



**Imagen 2.**

Cultivo de *Solanum tuberosum*.

#### 7.1.2. Trabajo en campo



**Imagen 3.**

Recolección de coordenadas.



**Imagen 4.**

Recolección de muestras.

### 7.1.3. Estado actual de la microcuenca



**Imagen 5.**

Lugar de hidratación de animales.



**Imagen 6.**

Vertientes sin cuidado.



**Imagen 7.**

Erosión en estación de invierno.



**Imagen 8.**

Incendios a especies nativas.

#### 7.1.4. Formato de Encuesta respuestas en escala TIPO LIKERT

Encuesta aplicada a los propietarios de los predios colindantes de la microcuenca Willi Kucha, para conocer su punto de vista con respecto a la protección y al cuidado de agua en vertientes naturales.

**A. Género** M\_\_\_ F\_\_\_

**B. Edad**

Entre 6-11\_\_\_ Entre 12 a 18\_\_\_ Entre 19 a 26\_\_\_ Entre 27-59\_\_\_ Mayor a 60\_\_\_

**C. ¿Con que frecuencia usted o su familia acuden a la vertiente Willi Kucha?**

Siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Nunca\_\_\_

**D. ¿En la actualidad utiliza el agua que proviene de la vertiente Willi Kucha?**

Siempre\_\_\_ A veces\_\_\_ Nunca\_\_\_

**E. ¿Se realiza mingas comunitarias para la protección de esta zona?**

Sí\_\_\_ No\_\_\_

**F. ¿Estaría dispuesto a participar en actividades que ayuden a recuperar esta área?**

Sí\_\_\_ No\_\_\_

**G. De estas opciones ¿cuáles cree que son las causas que afecten al área cercana a la vertiente de agua?**

Deforestación\_\_\_ Forestación con especies introducidas\_\_\_

Expansión agrícola\_\_\_ Crecimiento urbano\_\_\_ Ganadería\_\_\_ Otro\_\_\_

**H. ¿Cuál cree que es el fenómeno que más afecta en áreas cercanas a fuentes hídricas?**

Incendios Naturales/provocados\_\_\_ Exceso de lluvias\_\_\_

Movimientos tectónicos\_\_\_ Otro\_\_\_

**I. ¿Qué actividades cree que se realizan con el agua proveniente de la vertiente de agua?**

Agricultura\_\_\_ Ganadería\_\_\_ Turismo\_\_\_ Recreación\_\_\_ Espiritualidad\_\_\_ Otro\_\_\_

**J. ¿Tiene alguna sugerencia para la protección de la microcuenca Willi Kucha?**

---

---

---