

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI



## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

### CARRERA DE INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

#### PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de

**Ingeniero en Medio Ambiente**

**Autor:**

Frías Vasco Ibeth Alexandra

**Tutor:**

Ing. Juan Espinoza

**Latacunga – Ecuador**

Febrero, 2019

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Frías Vasco Ibeth Alexandra, declaro ser autora del presente proyecto de investigación: **“Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018.”**, siendo Espinosa Soto Juan Miguel, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



.....  
**FRIAS VASCO IBETH ALEXANDRA**

**C.I. 180531823-3**

## **CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR**

Comparece a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra Frías Vasco Ibeth Alexandra, identificada con C.C. N° 180531823-3, de estado civil Soltero y con domicilio en Patate, Provincia de Tungurahua, a quien en lo sucesivo se denominará LA CEDENTE; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará EL CESIONARIO en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.** - LA/EL CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería De Medio Ambiente, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado Proyecto de Investigación la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

**Historial académico.** (ABRIL 2014- AGOSTO 2014 HASTA OCTUBRE 2018-MARZO-2018)

**Aprobación HCA:** 19 de Febrero del 2019

**Tutor.** - PhD. Espinosa Soto Juan Miguel.

**Tema:** “Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018.”

**CLÁUSULA SEGUNDA.** - LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA.** - Por el presente contrato, LA/EL CEDENTE autoriza a LA CESIONARIA a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato LA/EL CEDENTE, transfiere definitivamente a LA CESIONARIA y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.-** El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido LA/EL CEDENTE declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA. -** El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. -** Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo LA/EL CEDENTE podrá utilizarla.

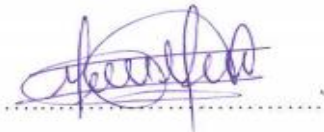
**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de LA/EL CEDENTE en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA. -** El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 20 días del mes de febrero del 2019.



Frías Vasco Ibeth Alexandra.



Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez

EL CESIONARIO

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

**“Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018.”** De Ibeth Alexandra frías Vasco, de la carrera de Ingeniería de Medio Ambiente, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, febrero, 2019



Ing. Espinosa Soto Juan Miguel. MsC.

**DIRECTOR DE TESIS**

---

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACION

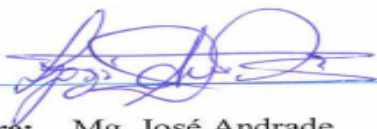
---

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: con el título de Proyecto de Investigación: “**Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018**”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 21 de febrero del 2019.

Para constancia firman:



**Nombre:** Mg. José Andrade

**Lector 1 Presidente**



**Nombre:** Mg. Jaime Lema

**Lector 2**



**Nombre:** Mg. Mercy Ilbay

**Lector 3**



## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por la señorita Egresada de la Carrera de **INGENIERIA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, **FRIAS VASCO IBETH ALEXANDRA** cuyo título versa “**Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempre verde pie montano, en el sector La Esperanza, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi 2018**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, 06 de marzo de 2019

Atentamente,

  
Lic. COLLAGUAZO VEGA WILMER PATRICIO Mg.  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.C. 172241757-1



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primeramente a Dios por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente, brindándome fe para nunca rendirme y conseguir mis objetivos.

A mi madre por darme la vida y forjarme a ser mejor día a día, Negrita esto te lo debo a ti. A mis hermanos Sandro, de quien aprendí a nunca rendirme a pesar de las dificultades de la vida, definitivamente mi ejemplo a seguir, a mi hermana Carmita, más que una hermana, mi segunda Mamá, quien nunca dejo de creer en mi desde el principio, gracias a sus consejos, enseñanzas y sobre todo por la confianza depositada en mí, por ser mi confidente y ayudarme a crecer como persona, a mis sobrinos, Valeria, Dennis, Wendy, Salomé y Felipe, con la certeza de que puedan ver en mí, un ejemplo a seguir. Los amo inmensamente.

A mis compañeros y amigos, Jeampy, Belén, Jhon, Israel por ser mi soporte y compañía durante este proceso, y por los momentos compartidos, a mi mejor amiga Karla, ejemplos de superación e inteligencia, gracias por su apoyo incondicional, a mis docentes, por dotarme de sus conocimientos y enseñarme que, el que persevera alcanza, un agradecimiento especial a mi tutor de tesis, Ing, Juan Espinosa, gran persona y un excelente maestro, gracias por su paciencia y apoyo.

En fin, a todas aquellas personas que con sus palabras de aliento me incentivaron a no rendirme y esforzarme siempre.

**IBETH FRIAS**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo está dedicado especialmente a mi madre Magdalena quien con su esfuerzo ha hecho posible que me encuentre realizando una meta más en mi proceso formativo académico, y ser el pilar fundamental en mi vida, pero más que nada por su amor y apoyo incondicional.

**IBETH FRIAS**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y DE RECURSOS NATURALES

**Título:** “Identificación de la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica de mayor importancia en el Piso Bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi, 2018.”

**Autor:** Ibeth Alexandra Frías Vasco

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo investigativo fue identificar la vulnerabilidad física en las zonas de recarga hídrica con mayor importancia en el piso bioclimático BsPn01, en el sector La Esperanza, cantón Pujilí. La vulnerabilidad se identificó mediante tres componentes: 1) Factores por exposición; los mismos que comprenden la deforestación la aptitud agrícola, los sistemas de producción, y catastros mineros. 2) Factores por fragilidad; que contienen el uso del suelo, y la textura del suelo. 3) Factores por resiliencia; los cuales contienen las áreas protegidas y los ecosistemas. Para ello se recolectará datos geográficos, los cuales fueron recortados y ponderados de acuerdo a valores bajos, medios y altos de vulnerabilidad. Los valores fueron convertidos a imágenes ráster y reclasificados según su importancia en cada piso bioclimático. La generación de mapas de vulnerabilidad fue creada mediante el álgebra de mapas, donde las capas fueron sumadas y divididas para el número de componentes de la vulnerabilidad analizadas. El piso BsPn01 se encontró zonas de vulnerabilidad para lo cual se plantearon medidas de prevención y compensación tomando en cuenta los factores analizados y los sistemas de producción del sector.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES**

**THEME:** "Identification of physical vulnerability in the most important water recharge areas in the Bioclimatic Floor BsPn01 "bosque siempre verde pie montano," at La Esperanza Sector, Pujilí Canton, Cotopaxi Province, 2018."

**Author: Ibeth Alexandra Frías Vasco**

**ABSTRACT**

The objective of this research work was to identify the physical vulnerability of water recharge areas in the Bioclimatic Floor BsPn01 at La Esperanza Sector, Pujilí Canton. The vulnerability was identified through three components: 1) Factors by exposure; the same ones that include deforestation, agricultural aptitude, production systems, and mining cadastres. 2) Fragility factors; that contain the use of the soil, and soil texture. 3) Resilience factors; which contain protected areas and ecosystems. Thus, geographic data is going to be collected, and they were cut and weighted according to low, medium and high values of vulnerability. The values were converted to raster images and reclassified according to their importance in each bioclimatic floor. The generation of vulnerability maps was created using map algebra, where the layers were added and divided by the number of vulnerability analyzed components.

The BsPn01 floor, areas of vulnerability were found, the prevention and the compensation measures were considering the factors analyzed and the production systems of the sector.

## ÍNDICE

|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>                                       | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....</b>          | <b>ii</b>                            |
| <b>AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN..</b>                      | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN</b>                              | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>AVAL DE TRADUCCIÓN.....</b>  | <b>¡Error! Marcador no definido.</b> |
| <b>AGRADECIMIENTO.....</b>  | <b>viii</b>                          |
| <b>DEDICATORIA .....</b>  | <b>ix</b>                            |
| <b>RESUMEN .....</b>  | <b>x</b>                             |
| <b>ABSTRACT .....</b>   | <b>xi</b>                            |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>   | <b>1</b>                             |
| <b>2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>                                | <b>2</b>                             |
| <b>3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....</b>                                | <b>3</b>                             |
| <b>4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:.....</b>                              | <b>3</b>                             |
| <b>5. AREA DE ESTUDIO .....</b>   | <b>4</b>                             |
| 5.1. Ubicación Política .....   | 4                                    |
| 5.2. Ubicación Geográfica .....   | 4                                    |
| 5.3. Ubicación según el Sistema de Áreas Protegidas.....                  | 4                                    |
| <b>6. OBJETIVOS .....</b>   | <b>5</b>                             |
| 6.1. OBJETIVO GENERAL.....  | 5                                    |
| 6.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....   | 5                                    |
| <b>7. FUNDAMENTACION CIENTÍFICO TÉCNICA: .....</b>                        | <b>5</b>                             |
| 7.1. Ecosistemas de las estribaciones de la cordillera de los andes. .... | 5                                    |
| 7.1.1. Bosque Pie montano Occidental:.....                                | 5                                    |
| 7.1.3. Bosque Montano.....  | 6                                    |
| 7.2. Servicios eco sistémicos de los bosques: .....                       | 6                                    |
| 7.5. Recursos hídricos.....   | 7                                    |
| 7.6. Vulnerabilidad .....   | 7                                    |

|   |           |
|---|-----------|
| 7.7. Vulnerabilidad Física .....  | 7         |
| 7.8. Evaluación de la Vulnerabilidad .....                                    | 8         |
| 7.12. Geología .....  | 9         |
| 7.13. Suelo.....  | 9         |
| 7.14. Aptitudes de uso de suelo.....  | 10        |
| 7.17. Ecosistemas.....  | 10        |
| 7.18. Áreas protegidas .....  | 12        |
| 7.19. Deforestación.....  | 12        |
| 7.20. Sistemas de producción (uso actual).....                                | 12        |
| <b>8. PREGUNTA CIENTIFICA: .....</b>  | <b>12</b> |
| <b>9. METODOLOGÍA .....</b>   | <b>13</b> |
| 9.2. Factores y elementos ambientales que inciden en la vulnerabilidad.....   | 17        |
| 9.3. Análisis espacial.....   | 18        |
| 9.4. Mapas de vulnerabilidad.....   | 19        |
| <b>10. RESULTADOS.....</b>  | <b>24</b> |
| <b>11. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA<br/>VULNERABILIDAD. ....</b> | <b>30</b> |
| 11.1. Factores y elementos que inciden en la vulnerabilidad.....              | 30        |
| <b>12. ALTERNATIVAS DE GESTIÓN: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO.....</b>            | <b>41</b> |
| <b>13. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>44</b> |
| <b>14. RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>45</b> |
| <b>15. BIBLIOGRAFÍA.....</b>  | <b>46</b> |
| <b>16. ANEXOS. ....</b>   | <b>50</b> |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Beneficiarios del Proyecto.....   | 3  |
| <b>Tabla 2.</b> Componentes de vulnerabilidad .....   | 14 |
| <b>Tabla 3.</b> Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad..... | 16 |
| <b>Tabla 4.</b> Esquema metodológico .....  | 19 |
| <b>Tabla 5.</b> Ejemplo de ponderación .....  | 21 |
| <b>Tabla 6.</b> Factores y elementos que inciden en la vulnerabilidad .... <b>¡Error! Marcador no definido.</b>             |    |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1.</b> Factores y componentes de la vulnerabilidad .....                       | 15 |
| <b>Figura 2.</b> Fórmula para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes. .... | 16 |
| <b>Figura 3.</b> Análisis espacial.....  | 19 |
| <b>Figura 4.</b> Topología Geoespacial.....  | 21 |
| <b>Figura 5.</b> Transformación de vector a ráster.....                                  | 22 |

## INDICE DE MAPAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Mapas 1.</b> Mapa base de las cuencas hidrográficas de los ríos San Pablo Calópe..... | 4  |
| <b>Mapas 2.</b> Mapa de vulnerabilidad por exposición .....                              | 24 |
| <b>Mapas 3.</b> Mapa de vulnerabilidad por fragilidad.....                               | 25 |
| <b>Mapas 4.</b> Mapa de vulnerabilidad por resiliencia .....                             | 26 |
| <b>Mapas 5.</b> Mapa de vulnerabilidad de la cuenca San Pablo Calópe. ....               | 27 |
| <b>Mapas 6.</b> Mapa de delimitación de pisos altitudinales. ....                        | 28 |
| <b>Mapas 7.</b> Mapa de vulnerabilidad del piso BsPn01 .....                             | 29 |

## 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del proyecto “Recuperación de Germoplasma de especies vegetales de la zona nor-occidental de la Provincia de Cotopaxi” ubicado en el cantón La Mana, se determinó como factores principales, la determinación de las zonas de recarga hídrica, de estas zonas se identificó la vulnerabilidad que presentan los mismos.

Las parroquias el Tingo y La Esperanza, pertenecientes al cantón La Maná, se encuentran situadas en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes, estas parroquias contienen varios pisos climáticos, desde la parte inferior al páramo hasta el inicio de las llanuras tropicales de la Costa.

Dentro de este proyecto de investigación se reunió información referente a la vulnerabilidad que ocurre en las zonas de recarga hídrica, en el bosque siempre verde piemontano en el cual encontramos un clima pluvial, húmedo y un relieve montañoso. La investigación constará de tres etapas:

- a) El diagnóstico del lugar y los factores que inciden en los riesgos físicos, la estimación de la vulnerabilidad de las zonas de recarga hídrica.
- b) La metodología que nos permitió determinar la vulnerabilidad que existe en el sector.
- c) La elaboración de las propuestas realizadas con el fin de promover estrategias de conservación y de mitigación para los diferentes problemas encontrados en la zona de estudio.

Se realizó el análisis de resultados con fin determinar la vulnerabilidad física mediante la información obtenida. **PALABRAS CLAVES**

Piso bioclimático, Vulnerabilidad física, zonas de recarga hídrica, relieve, mitigación.

## **2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto de investigación está vinculado al proyecto de recuperación de germoplasma de especies vegetales, el mismo que dio a conocer la importancia hídrica de cada piso bioclimático propuesto en el proyecto.

En el sector de las parroquias El Tingo y La Esperanza existen zonas de vulnerabilidad debido a los factores naturales y antrópicos que se han generado con el paso de los años. Uno de los principales factores que han aumentado los niveles de vulnerabilidad es el asentamiento poblacional, el mismo que genera entre otros aspectos, la pérdida de hábitats y biodiversidad, la alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la disminución de su capacidad para sostener la provisión de servicios y recursos vitales

La vulnerabilidad existente en las zonas de recarga hídrica es de gran importancia debido a que estas zonas constituyen parte del ciclo del agua, además de su aprovechamiento dentro del ámbito social y el mantenimiento del equilibrio ecológico, Dentro de la vulnerabilidad se encuentran los factores físicos, naturales y de intervención humana, También es necesario determinar la capacidad de anticipación, la estabilidad y la recuperación ante posibles riesgos, tanto en ecosistemas y paisajes naturales como en conglomerados humanos, para realizar la investigación es necesario recopilar información acerca de la vulnerabilidad en zonas de recarga hídrica en el país.

El proyecto de investigación se realizó con el fin de buscar información que pueda ayudar a determinar la afectación que produce la vulnerabilidad a las zonas de recarga hídrica y por ende a la biodiversidad.

### 3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

|                          |  |
|--------------------------|--|
| Beneficiarios directos   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Entidades competentes MAE, SENAGUA, y municipios.</li></ul>  |
| Beneficiarios indirectos | <ul style="list-style-type: none"><li>• Universidad Técnica de Cotopaxi.<ul style="list-style-type: none"><li>• Moradores del Sector la Esperanza.</li></ul></li></ul> |

**Tabla 1.** Beneficiarios del Proyecto

**Fuente:** INEC, 2010 y Datos Carrera de Medio ambiente UTC

### 4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

Las evaluaciones para determinar la vulnerabilidad en las zonas de recarga hídrica requieren información acerca de la importancia y los efectos negativos que se pueden presentar debido a la severidad de fenómenos naturales peligrosos y su probabilidad de ocurrencia dentro de un período específico de tiempo y un área determinada. El problema radica en la falta de información sobre la vulnerabilidad de las zonas de recarga de los sistemas hídricos, y sobre los factores naturales y antrópicos que se presentan en dichas zonas.

La vulnerabilidad entendida como debilidad frente a las amenazas y como incapacidad de recuperación después de que ha ocurrido un desastre depende de múltiples factores, los cuales juegan un papel determinante en la mitigación de daños que se puedan generar en las zonas más vulnerables.

Es por ello la importancia que representa la falta de información que sería clave para el aprovechamiento sostenible de los recursos y protección de los ecosistemas.

## 5. AREA DE ESTUDIO

### 5.1.Ubicación Política

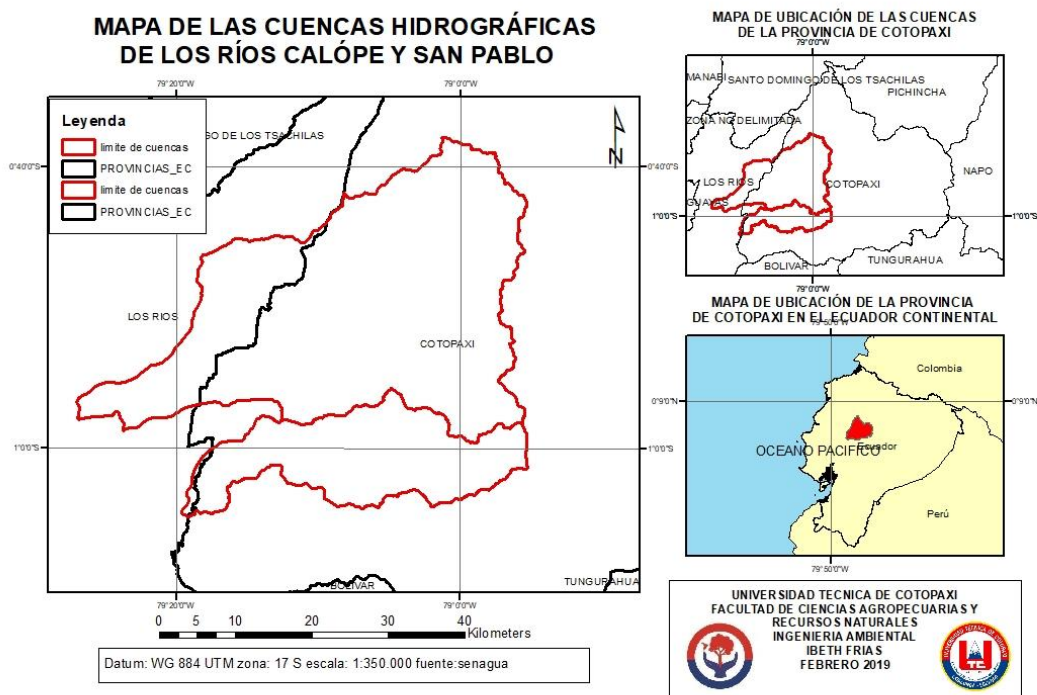
El área de investigación está localizada en el bosque siempre verde pie montano, ubicado en la parroquia El Tingo, sector la Esperanza; Cantón Pujilí; provincia de Cotopaxi, en las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes. Se encuentra a 90 Km de la cabecera cantonal Pujilí, cuenta con un clima templado y subtropical y produce frutos de la costa, sierra y oriente.

### 5.2.Ubicación Geográfica

El área en estudio se ubica en las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes. El bosque donde se realizó el proyecto se encuentra localizado con una zona montañosa en una altitud comprendida entre los 300 a 1400 metros sobre el nivel del mar.

### 5.3.Ubicación según el Sistema de Áreas Protegidas

Según el sistema Nacional de Áreas Protegidas, el Bosque Siempre verde pie montano de la parroquia el Tingo, La Esperanza se encuentra dentro de la Reserva Ecológica los Ilinizas.



Mapas 1. Mapa base de las cuencas hidrográficas de los ríos San Pablo Calópe

Elaborado por: El Autor.

#### **5.4.Cuencas hidrográficas.**

El Cantón La Maná se encuentra ubicado en la Cuenca alta del río Guayas, Subcuenca del Río Vinces y Babahoyo, su principal río es el San Pablo y un total de 27 microcuencas. Dentro del proyecto se analizaron las zonas de vulnerabilidad de la cuenca Calópe, y San Pablo,

### **6. OBJETIVOS**

#### **6.1.OBJETIVO GENERAL**

- Identificar la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica del piso bosque siempre verde pie montano BsPn01.

#### **6.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Determinar los factores y elementos ambientales que inciden en la vulnerabilidad.
- Generar mapas de vulnerabilidad.
- Proponer medidas de prevención y compensación de la vulnerabilidad.

### **7. FUNDAMENTACION CIENTÍFICO TÉCNICA:**

#### **7.1.Ecosistemas de las estribaciones de la cordillera de los andes.**

##### **7.1.1. Bosque Pie montano Occidental:**

Esta región natural cubre 15 305 km<sup>2</sup> en las estribaciones occidentales de los Andes y tiene un rango de elevación entre 300 y 1300 m (400 y 1000 hacia el sur) y el clima es húmedo y moderadamente cálido. Las palmas y árboles de las familias Mimosaceae, Fabaceae y Burseraceae son dominantes. El dosel del bosque alcanza 30 m o más y los árboles están cubiertos por musgos, orquídeas, bromelias, y helechos. El endemismo de las plantas es alto, especialmente entre 0 y 3 grados de latitud sur. Se encuentra en las provincias de Esmeraldas, Carchi, Imbabura y Pichincha. En el sector de la cordillera de la Costa incluye a la cordillera de Mache Chindul, Chongón-Colonche y parte de los bosques de la Reserva Manglares-Churute. (Palacios, 1999)

##### **7.1.2. Bosque Montano Occidental:**

Tiene un área de 21 576 km<sup>2</sup> con un rango de elevación de 1300 a 3400 m (1000 a 3000 m en el sur de Ecuador) y un clima temperado. El dosel generalmente tiene menos de 25 m y hay una alta abundancia de plantas epífitas (especialmente musgos, helechos, orquídeas y bromelias). A elevaciones intermedias, especialmente durante las tardes, los bosques se cubren de niebla y reciben precipitación horizontal desde nubes bajas. El

Bosque Montano Occidental está restringido a zonas angostas entre la hoya del Río Mira (cerca al borde con Colombia) y las hoyas de los ríos Chanchán y Chimbo (2 grados de latitud S). Esta región natural es reemplazada por hábitats más secos (especialmente Matorral Interandino) al sur de 4 grados de latitud S, cerca de la frontera con el Perú. Casi la mitad de su área ha sido deforestada. **(Palacios, 1999)**

### **7.1.3. Bosque Montano**

Según **SIERRA (1999)**, Su ambiente físico muestra diferentes características, con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla. Se encuentra sobre la faja montano-baja, en un rango altitudinal aproximado que va desde los 1.800 a los 3.000 msnm en el norte de las estribaciones occidentales de los Andes, y de 1.500 a 2.900 msnm en el sur.

La vegetación nativa en el bosque siempre verde montano que tiene un aspecto húmedo. Los árboles son grandes y rectos alcanzando 25 m de altura, en el sotobosque hay muchas hierbas, a pesar que existe una temporada seca de algunos meses con poca o ninguna lluvia, pero casi siempre existe importante humedad atmosférica.

### **7.2. Servicios eco sistémicos de los bosques:**

- La erosión de los suelos: La deforestación ocasiona que los suelos queden desprovistos de cubierta vegetal, haciendo que las lluvias generen gran escorrentía arrastrando gran parte de la superficie del suelo, generando erosión. La sedimentación se acompaña de graves inundaciones, ya que los cauces aumentan su ritmo de manera considerable **(DAILY et al., 1997)**.

### **7.3. Protección de la Biodiversidad:**

Los bosques no solo reducen la concentración de carbono en la atmósfera, sino que también preservan la diversidad de plantas, árboles, animales y recursos genéticos que sirven al ser humano para la producción y desarrollo de medicinas y como medio de sustento para las comunidades rurales más pobres. Con sus diferentes componentes bióticos y abióticos, ofrecen espacios para la protección de las diferentes especies de fauna que los habitan **(MALDONADO, 2012)**.

### **7.4. Protección de Cuencas:**

Los bosques pueden representar un rol importante en la regulación de los flujos hidrológicos, reducción de la sedimentación y calidad del agua. Cambios en la cobertura del bosque pueden afectar la calidad y cantidad del flujo de agua de la cuenca baja, así como los tiempos de descarga **(MALDONADO, 2012)**.

### **7.5. Recursos hídricos**

Los ríos, vertientes y cascadas que cruzan y bañan la zona del proyecto del Banco de Germoplasma nacen en las partes altas de las estribaciones de la cordillera externa occidental, es decir los páramos de Apagua, Zumbahua, etc., que bajan y escurren por la pendiente desde los 3500 hasta los 400 msnm, que corresponde al Cantón La Maná, de dichas cumbres nacen los río San Pablo, el río Chuquirahua y todas las vertientes y cascadas afluentes de dichos ríos.

Por otro lado, la presencia del bosque y el ciclo hídrico de la naturaleza hace que exista una permanente humedad, producto de la transpiración de las especies que constituyen la flora de la zona. El recurso hídrico es utilizado por la población de la Parroquia el Tingo-La Esperanza, es utilizada para el consumo humano y como fuerza hidráulica para la generación de electricidad, la misma que es administrada por la Empresa Eléctrica de La Esperanza.

### **7.6. Vulnerabilidad**

Según **BRUCH. M (2003)** “La vulnerabilidad significa ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad para recuperarse ante la presencia de un fenómeno natural peligroso”.

La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto.

Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso.

Según **VEGA, E (2005)** La vulnerabilidad resulta de la interacción de un conjunto de factores (físicos, ambientales y socioeconómicos) que interactúan entre sí de manera compleja. Entre estos factores destacan la falta de planificación con enfoque de cuenca hidrográfica, la ausencia de políticas de largo plazo, la debilidad institucional, la 26 intensificación del uso de la tierra, el aprovechamiento descontrolado de los recursos naturales, el incremento acelerado de la población y la presencia de condiciones socioeconómicas desfavorables.

### **7.7. Vulnerabilidad Física**

Según **BRUCH (2003)** “La vulnerabilidad física se refiere a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, condición provocada por la pobreza y la falta de oportunidades para una ubicación de menor riesgo (condiciones ambientales y de los ecosistemas, localización de asentamientos humanos en zonas de riesgo)”.

Es decir que la vulnerabilidad física se refiere a los establecimientos de las poblaciones en aquellas zonas de alto riesgo como en las cuencas hidrográficas, ya que estas están propensas a sufrir deslaves por la humedad y está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los 29 efectos del peligro. Las deficiencias en las estructuras físicas como casas y obras de infraestructura para “absorber” los efectos de las amenazas a manifestar vulnerabilidad.

### **7.8. Evaluación de la Vulnerabilidad**

La evaluación de vulnerabilidad es una estimación de las pérdidas o daños que puedan ser causados por un evento natural o causado por el hombre, de cierta severidad, incluyendo daños a la construcción, daños personales e interrupción de las actividades económicas y del funcionamiento normal de las comunidades **(OEA, 1991)**.

### **7.9. Déficit hídrico**

La escasez de agua se refiere a la falta de suficientes recursos hídricos para satisfacer las demandas de consumo de agua en una región. La escasez de agua implica estrés hídrico, déficit hídrico, y crisis hídrica. El concepto del estrés hídrico es relativamente nuevo y se refiere a la dificultad de obtener fuentes de agua dulce durante un cierto período, una situación que puede culminar en un mayor deterioro y agotamiento de los recursos hídricos disponibles. El déficit hídrico puede ser causado por cambios climáticos tales como patrones climáticos alterados, incluyendo sequías o inundaciones, así como el aumento de la contaminación y el aumento de la demanda humana de agua, incluso su uso excesivo. **(Instituto Ecuatoriano Espacial IEE)**

### **7.10. Asentamiento humano**

El Cantón La Maná cuenta con un territorio de 65.979,11 Ha los mismos que se encuentran clasificados en centros poblados concentrados y asentamientos humanos dispersos caracterizados como recintos los mismos que son pequeños grupos humanos que de una u otra forma se han adaptado al territorio viviendo de manera aislada los que conformarían una gran mayoría del territorio. **(MAE 2018)**

### **7.11. PDOT**

Según el artículo 277 numeral 2 de la constitución nacional del Ecuador la cual expresa, Dirigir, planificar y regular el proceso de desarrollo. Se ha generado el plan de desarrollo territorial provincial y cantonal, en el cual esta expresado los ordenamientos que deben llevarse a cabo de acuerdo a cada uno de los factores que afectan el territorio, y de la misma manera creando herramientas estratégicas para una adecuada gestión de los recursos existentes y de la población urbana y rural.

El marco legal aplicable para la realización del plan de ordenamiento territorial, es importante tener en cuenta normativas, leyes y estatutos tanto de carácter nacional, regional y local, con el fin de establecer una distribución correcta de los recursos y su interacción con la sociedad. El Estado ecuatoriano, a fin de proteger el derecho ciudadano de vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, ha generado diversas leyes y normas que se enmarcan en el principio constitucional que garantiza la protección del medio ambiente. **(Constitución de la República del Ecuador).**

### **7.12. Geología**

La geología es la ciencia de la tierra: Especialmente los procesos del interior de la tierra y las transformaciones que afectan a los minerales y las rocas en la superficie de la tierra. La geología no solamente se refiere de la actualidad, es la ciencia de la historia de la tierra; los procesos de su formación, su desarrollo, los cambios, hasta la situación actual. **(YAKUSHOVA, 1970)**

### **7.13. Suelo**

El suelo se puede definir como el almacén constituido por rocas disgregadas y descompuestas en que se depositan las sustancias, cambia lentamente con el transcurso del tiempo como respuesta a los factores que sobre él actúan: clima, vegetación, etc. Él termino suelo en la extensión lo usamos comúnmente para denominar a la zona superior. **(RICO, 1981)** La mayor población del cantón La Maná se encuentra en la zona urbana, la población rural a pesar de ser menor ejerce una presión demográfica fuerte, y se ha comenzado a utilizar terrenos no aptos para la explotación agrícola o el pastoreo, lo que da lugar al rápido deterioro de las condiciones de esos suelos y a una corta duración de su capacidad productiva con su consecuente erosión o desertificación de esas áreas, lo que obliga a sus pobladores a desplazarse hacia otros lugares igualmente inapropiados o aún peores, a esto se suma el desconocimiento de técnicas de explotación.

#### **7.14. Aptitudes de uso de suelo**

La capacidad de uso del suelo es una forma de clasificar los suelos según un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos. Este ordenamiento proporciona una información básica que muestra la problemática de los suelos bajo los aspectos de limitaciones de uso, necesidades y prácticas de manejo que requieren y también suministra elementos de juicio necesarios para la formulación y programación de planes integrales de desarrollo agrícola. **(FAO, 1976)**

#### **7.15. Uso y Cobertura del Suelo. Situación actual del territorio en cuanto a su uso.**

En el cantón La Maná de acuerdo a la información del Consejo Provincial 2015, existe en su mayoría áreas de suelo con pastizal y los bosques nativos del lugar, también existe el 19,43% de cultivos entre los más importantes, yuca y plátano, en el cantón La Maná de acuerdo al MAE 2008, se determinó que en el cantón el 66,30 % corresponde al uso agropecuario, el 30.13 % corresponde a bosques y el 1.77% a la zona antrópica. **(MAE 2018)**

#### **7.16. Textura del suelo**

De acuerdo al análisis generado en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón predominan 2 taxonomías. INCEPTISOL con una cobertura del 66.29% y la INCEPTISOL+ENTISOL con una cobertura del 29.42%. Los Inceptisoles son Suelos Poco Desarrollados predominantemente eluviales en todas sus partes, que están continuamente perdiendo materiales (sílice, aluminio, hierro y bases). La posición que ocupan en el paisaje, generalmente en pendientes fuertes, favorece el constante rejuvenecimiento del perfil, impidiendo procesos de traslocación de arcilla o una meteorización muy intensa. El tipo de suelo entisol, posee características como que son pobres en materia orgánica y en general responden a abonos nitrogenados, exhiben propiedades de roca madre y tienen un desarrollo limitado. **(MAE 2018)**

#### **7.17. Ecosistemas**

Entendemos por ecosistema a un complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos y su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional. El enfoque por ecosistemas es una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos, con el propósito de promover la conservación y utilización sostenible de modo equitativo. Se reconoce que los seres humanos con su

diversidad cultural, constituyen un componente integral de muchos ecosistemas. **(SIERRA, 1999)**

El lugar presenta también con ecosistemas intervenidos este tipo de ecosistema se encuentra distribuido en todo el Cantón La Maná cubriendo territorios de las parroquias La Maná, Guasaganda y Pucayacu, comprendida desde las riberas del río Calope hacia el norte cubriendo territorios pertenecientes a las parroquias de La Maná, Guasaganda y Pucayacu, cubriendo una superficie aproximada de 43134,80 ha, equivalentes al 65.38% , que por las condiciones agroclimáticas la mayor parte de esta superficie está cubierta por pastos, banano, caña, café, cítricos y tabaco.

**Bosque Montano Alto de la Cordillera Occidental de los Andes** Corresponde la franja final de la vegetación no herbácea. Su límite coincide con la distribución inferior de los páramos, Se encuentra sobre la faja montana en un rango altitudinal aproximado que va desde los 2.900 a 3.300 m.s.n.m. en el sur de las estribaciones occidentales de los Andes.

**Bosque Montano de la Cordillera Occidental de los Andes** Esta es la formación andina típica, tanto estructural como florísticamente. El ambiente físico es notablemente diferente, con temperaturas promedio menores que en las partes bajas y una constante condensación de niebla. Se encuentra sobre la faja montano desde los 1.500 a los 2.900 m.s.n.m. en las estribaciones occidentales de los Andes. Con un área de 103.26ha. corresponde el 0.16% del cantón.

**Bosque Montano Bajo de la Cordillera Occidental** Esta es la formación andina donde la mayoría de los géneros y familias típicos de las tierras bajas desaparece. Se encuentra sobre la faja pie montana en un rango altitudinal aproximado que va desde los 1.100 a 1.500 m.s.n.m. en el sur de las estribaciones occidentales de los Andes. Con un área de 6514.52ha. corresponde el 9.87% del cantón.

**Bosque Pie montano** de la Cordillera Occidental de los Andes Se trata de formaciones de transición entre la vegetación de tierras bajas y las de cordillera. Sus características florísticas, por lo tanto, presentan elementos típicos de las dos floras, pero sus límites inferior y superior son también los límites de distribución de cada una de ellas. En las estribaciones occidentales de los Andes las formaciones pie montanas empiezan aproximadamente a los 300 metros y alcanzan los 1.100 msnrn. en el sur del país en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes. Con un área de 6423.2ha. corresponde el 9.74% del cantón.

### **7.18. Áreas protegidas**

Las áreas protegidas tienen una larga y merecida tradición de ser lugares hermosos y refugios para la vida silvestre. Pero ahora es necesario percibir las áreas en un contexto más amplio – como reservorios vitales de diversidad biológica para todo el mundo, a menudo como un componente primordial de la prosperidad nacional, y como proveedores de beneficios sostenibles para los habitantes de sus alrededores. **(Sheppard, 1996)**

### **7.19. Deforestación**

Es la eliminación de la cobertura de los árboles en aras de la agricultura, actividades mineras, represas, creación y mantenimiento de la infraestructura, expansión de las ciudades y otras consecuencias debidas a un crecimiento rápido de la población. **(Chew, 2001)**

### **7.20. Sistemas de producción (uso actual)**

Este sector mantiene una relación directa con la economía global razón por la cual se halla susceptible a las dificultades generadas por el ambiente competitivo en el que los mercados se encuentran hoy en día, entre aquellas condiciones o circunstancias están: las disciplinas tanto comerciales como técnicas impuestas por los países compradores, a las condiciones de comportamiento de la naturaleza y a las condiciones económicas y políticas internacionales. **(ENRIQUEZ, 2011)**

### **Sismos**

La vulnerabilidad sísmica es un grupo de estructuras o de una zona que se define como su predisposición intrínseca a sufrir daños frente ante la ocurrencia de un movimiento sísmico y está asociada directamente con sus características físicas y estructurales de diseño. **(Barbat, 1998)**

En el cantón La Maná de acuerdo al análisis del mapa de riesgo de intensidad sísmica, se determina que el cantón está expuesto a un 100% de vulnerabilidad ante sismos.

## **8. PREGUNTA CIENTIFICA:**

¿Es posible determinar la vulnerabilidad física y natural de un ecosistema mediante el análisis espacial de los componentes que la caracterizan?

En el sector el tingo la esperanza existen zonas de vulnerabilidad debido a los factores naturales y antrópicos que se han generado con el avance de los años y el asentamiento poblacional lo que genera entre otros aspectos, la pérdida de hábitats y biodiversidad, la alteración de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y la disminución de su

capacidad para sostener la provisión de servicios (regulación del clima, producción de oxígeno, mantenimiento de la calidad del aire y del agua, desarrollo de los suelos, reciclado de productos de desecho) y recursos vitales (alimento, fibras, agua dulce, productos forestales). Debido a la deforestación y talas de árboles se ha generado pérdida de bosques nativos y pastizales naturales que existían en la zona. Un análisis de vulnerabilidad es un proceso mediante el cual se determina el nivel de exposición y la predisposición a la pérdida de un elemento o grupo de elementos ante una amenaza específica, contribuyendo al conocimiento del riesgo a través de interacciones de dichos elementos con el ambiente peligroso. **(Maskrey, 1989)**

## **9. METODOLOGÍA**

Para identificar los factores de vulnerabilidad en un ecosistema es necesario entender la forma como interactúan dichos factores y configuran situaciones de riesgo concretas que representan posibilidades reales de afectación a las zonas de recarga hídrica, los ecosistemas que los soportan y sus medios de vida.

De esta manera se pondrá en práctica un método cuantitativo y cualitativo ya que determinaremos las zonas de recarga hídrica y sus cualidades y por otro lado evaluaremos mediante fórmulas la vulnerabilidad por exposición de las mismas.

Por medio de la siguiente metodología planteada se podrá determinar si la vulnerabilidad es considerada como un factor interno de riesgo y alude a las características de un sistema desde el punto de vista de su exposición, capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural, antrópica o socio natural, que implica una combinación de factores que determinan el grado al que un sistema se encuentra en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad.

El nivel de vulnerabilidad se determinará por factores asociados a tres componentes principales, la exposición ante amenazas naturales; se refiere al nivel donde los ecosistemas se encuentran en zonas que están expuestas a riesgos y puedan ser afectadas externamente. La fragilidad; hace referencia al nivel de susceptibilidad por características propias del ecosistema o piso altitudinal. La resiliencia; La capacidad de respuesta y adaptación ante variaciones en sus condiciones normales de vida, es el nivel de recuperación ante posibles fenómenos o desastres.

La vulnerabilidad es considerada como un factor interno de riesgo y alude a las características de un sistema desde el punto de vista de su exposición, capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural, antrópica

o socio natural, que implica una combinación de factores que determinan el grado al que un sistema se encuentra en riesgo por un evento distinto e identificable de la naturaleza o de la sociedad. La vulnerabilidad tiene un carácter específico según el tipo de amenazas o perturbaciones que influyen en el sistema. **(Calderón, 2016)**

El nivel de vulnerabilidad es determinado por factores asociados al modelo de desarrollo, la disponibilidad y fragilidad de los medios de subsistencia, la sobrepoblación, la cultura, la organización social, la percepción social frente a los riesgos, la capacidad institucional, el equilibrio ambiental, la capacidad de prevención, respuesta o recuperación, entre otros aspectos. A continuación, la vulnerabilidad dentro de tres aspectos importantes.

**9.1.Componentes de vulnerabilidad:**

|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| Vulnerabilidad por exposición.  | La exposición ante amenazas naturales; se refiere al nivel donde los ecosistemas se encuentran en zonas que están expuestas a riesgos y puedan ser afectadas externamente. |
| Vulnerabilidad por fragilidad.  | Hace referencia al nivel de susceptibilidad por características propias del ecosistema o piso altitudinal.   |
| Vulnerabilidad por resiliencia. | La capacidad de respuesta y adaptación ante variaciones en sus condiciones normales de vida, es el nivel de recuperación ante posibles fenómenos o desastres.              |

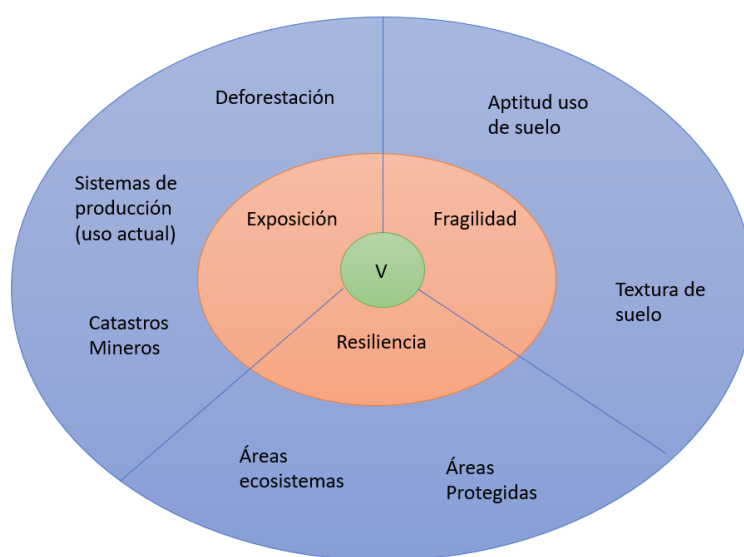
**Tabla 2.**Componentes de vulnerabilidad

**Elaborado por:** El Autor

Dentro de los componentes de vulnerabilidad que se ha determinado se encuentran factores que afectan directa o indirectamente a una zona, según la metodología planteada por **(J. M. Vera Rodríguez y A. P. Albarracín Calderón, 2016)** lo que produce una vulnerabilidad física puede ser natural o antrópica, dentro de cada componente se analizó factores por exposición como la deforestación, los sistemas de producción actual en el sector, y la vulnerabilidad ante movimientos sísmicos, los factores que inciden en la vulnerabilidad por fragilidad son, la aptitud de uso de suelo, y la textura de suelo, y en el

componente de vulnerabilidad por resiliencia, se analizó las áreas protegidas, y los ecosistemas.

Los componentes y factores considerados para el análisis, permiten la articulación de la gestión integral de riesgo de desastres asociados a eventos como derrumbes, deslizamientos, movimientos sísmicos y remoción en masa, en el proceso de ordenación de cuencas hidrográficas. **(Rodríguez, 2016)**



**Figura 1.** Factores y componentes de la vulnerabilidad

**FUENTE:** J. M. Vera Rodríguez y A. P. Albarracín Calderón, (2016)

Dado que la vulnerabilidad es función de la exposición, la fragilidad y la capacidad de adaptación y respuesta, se propone estimar la vulnerabilidad global en función de estos tres factores. Se optó por una relación aritmética simple, que ha sido escogida por su simplicidad y la capacidad de esquematizar el proceso de determinación de la vulnerabilidad. Los criterios de aplicación fueron identificados y cuantificados mediante capas ráster de información geográfica. Para representar cada una de las variables se ha establecido una escala de valoración con ponderación de datos, la escala de valoración se muestra a continuación;

| CATEGORIA DE VULNERABILIDAD | VALOR | CONVENCION |
|-----------------------------|-------|------------|
| BAJA                        | 1     |            |
| MEDIA                       | 2     |            |
| ALTA                        | 3     |            |

**Tabla 3.** Escala de valoración y convenciones para las variables y componentes de los factores de vulnerabilidad.

**FUENTE:** J. M. Vera Rodríguez y A. P. Albarracín Calderón, (2016)

1. Para poner en práctica la metodología fue necesario conocer los factores de vulnerabilidad antropológicas y naturales para obtener los resultados deseados.
2. Se tomó en cuenta la ubicación y clasificación de las zonas de recarga hídrica del sector y sus características físicas, para lo cual se utilizó mapas temáticos.
3. Todas las capas de información geográfica fueron ponderadas según los valores detallados con anterioridad. Con las ponderaciones se aplicó métodos de análisis espacial (álgebra de mapas) para aplicar la fórmula descrita a continuación:

$$V = \frac{VE + VF + VR}{3}$$

VE: Vulnerabilidad por exposición.

VF: Vulnerabilidad por fragilidad.

VR: vulnerabilidad por la resiliencia.

**Figura 2.** Fórmula para la estimación de la vulnerabilidad y sus componentes.

**FUENTE:** J. M. Vera Rodríguez y A. P. Albarracín Calderón, (2016)

4. Todas las capas de información geográfica tienen su ponderación propia para luego ser aplicadas en la fórmula, en donde cada componente es sumado y luego divididos por el número total de componentes.
5. Se generó mapas parciales y totales para identificar el tipo, el efecto y el sector más vulnerable de la zona de estudio.

## **9.2. Factores y elementos ambientales que inciden en la vulnerabilidad.**

Los cambios en el uso de la tierra, el avance de la frontera agrícola y demás factores desencadenan problemas ambientales en diferentes zonas más vulnerables a continuación los elementos y factores naturales y antrópicos que inciden en la vulnerabilidad del piso bioclimático pie montano.

### **9.2.1. Vulnerabilidad por exposición**

La exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

Los componentes que contribuyen a la vulnerabilidad, la exposición es el único directamente vinculado a los parámetros del clima, es decir, al carácter, la magnitud, la rapidez del cambio y la variación en el clima. Los factores típicos de exposición incluyen la temperatura, la precipitación, la evapotranspiración y el balance hídrico climático, así como los eventos extremos, como fuertes lluvias y la sequía meteorológica. Los cambios en estos parámetros pueden ejercer mayor presión adicional sobre los sistemas. **(Fritzsche, 2016)**

### **9.2.2. Vulnerabilidad por fragilidad**

La sensibilidad o fragilidad determina el grado en que un sistema está adverso o afectado por la exposición a un cambio climático dado. La sensibilidad se forma típicamente por atributos naturales y/o físicos del sistema, incluyendo la topografía, la capacidad de los diferentes tipos de suelo para resistir la erosión, tipo de cobertura vegetal. Pero también a las actividades humanas que afectan a la constitución física de un sistema, como los sistemas de labranza, manejo del agua, agotamiento de recursos y presión de la población. Como la mayoría de los sistemas se han adaptado a la situación actual (por ejemplo, la construcción de presas y diques, sistemas de riego), **(Falconí, 2016)**, la sensibilidad ya incluye la adaptación histórica y reciente. Los factores sociales tales como la densidad de la población deben ser considerados sólo como sensibilidades si contribuyen directamente a un impacto del cambio de clima. **(Keleey, 2016)**

La fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo:

formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros.

A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. Con este componente factor se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados. **(Falconí, 2016)**

### **9.2.3. Vulnerabilidad por resiliencia**

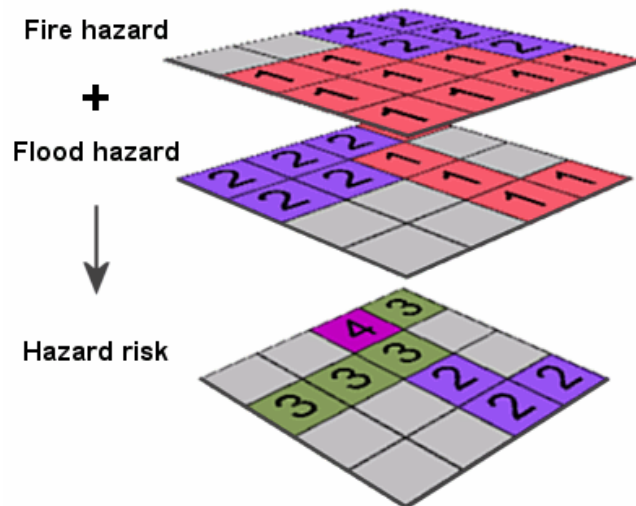
Resiliencia es el término empleado en ecología de comunidades y ecosistemas para indicar la capacidad de estos de absorber perturbaciones, sin alterar significativamente sus características de estructura y funcionalidad; pudiendo regresar a su estado original una vez que la perturbación ha terminado. Por regla empírica general, se ha observado que las comunidades o los ecosistemas más complejos que poseen mayor número de interacciones entre sus partes, suelen poseer resiliencias mayores, ya que existe una mayor cantidad de mecanismos autoreguladores. **(UNESCO, 1998)**

La capacidad de resiliencia de un ecosistema está directamente relacionada con la riqueza de especies y el traslado de las funciones ecosistémicas. Es decir, que un sistema en el cual sus integrantes tengan más diversidad y número de funciones ecológicas, será capaz de soportar de mejor manera una perturbación específica.

La resiliencia se define como la capacidad de un sistema para retornar a las condiciones previas a la perturbación. Para calcularla en un intervalo determinado de tiempo se realiza el cociente entre las medidas antes y después de la perturbación de cualquier variable descriptora del ecosistema. **(Jurado, 2016)**

### **9.3. Análisis espacial**

Para poder identificar los factores de vulnerabilidad en el bosque siempre verde pie montano BsPn01 se utilizó análisis espacial, es decir se utilizó imágenes ráster, las cuales proporcionan datos para medir la cobertura de la tierra, el cambio de uso de suelo, la pendiente, etc. El análisis espacial permite identificar y relacionar los objetos que componen el espacio geográfico, sus atributos e interacciones. Este enfoque es esencial para comprender el estado y las dinámicas de los ecosistemas y los servicios que estos proporcionan. En este sentido, el análisis espacial constituye una fuente valiosa para identificar la naturaleza de los ecosistemas, los procesos que los transforman y sus niveles de afectación, siendo además la base para la generación de resultados con aplicación directa en la gestión integral de la biodiversidad.



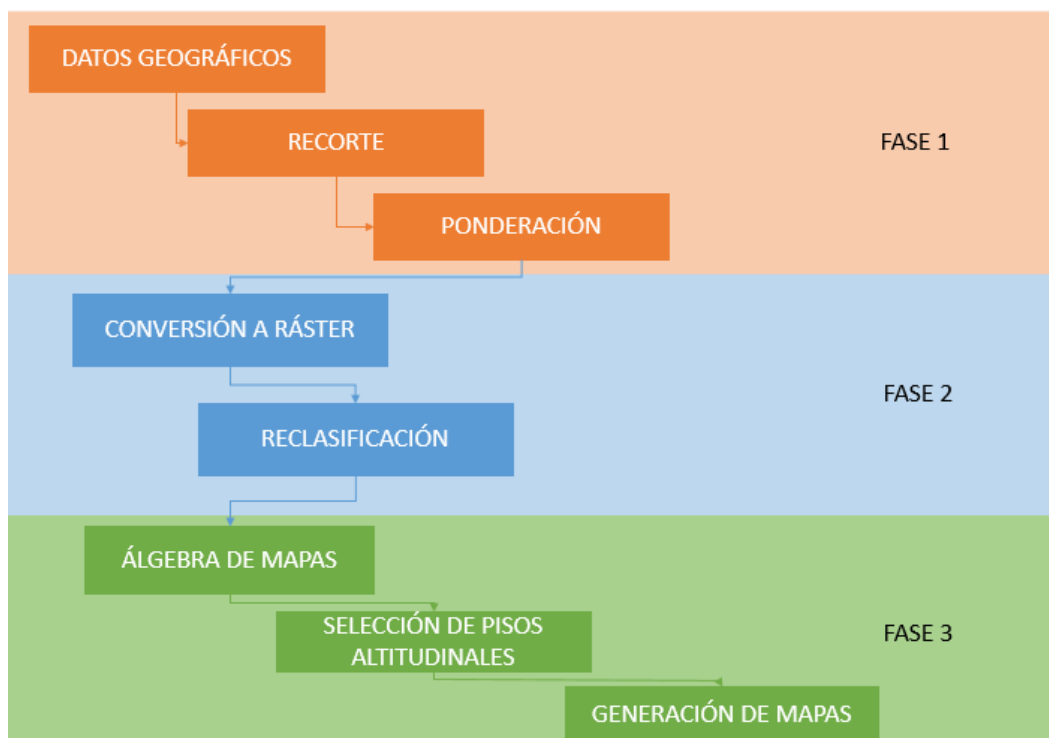
**Figura 3.**Análisis espacial

**FUENTE:** Recuperado de [www.geography.hunter.cuny.edu](http://www.geography.hunter.cuny.edu)

### 9.4. Mapas de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad ambiental es un concepto que se relaciona con la mayor o menor exposición que tenga un territorio para ser afectada por un evento ya sea natural o antrópico, para ello se generó mapas para determinar las zonas de vulnerabilidad que se presentan en la cuenca.

#### 9.4.1. Esquema metodológico.



**Tabla 4.**Esquema metodológico

**Elaborado por:** El Autor

#### **9.4.2. Datos geográficos.**

Según (Trigal, 2015) un SIG es un conjunto de herramientas compuestas por hardware, software, datos y usuarios, que permite capturar, almacenar, administrar y analizar información digital, así como realizar gráficos y mapas, y representar datos alfanuméricos. De acuerdo a (Burrough, 1994) un SIG también puede verse como un modelo informatizado de la realidad geográfica para satisfacer unas necesidades de información concretas, esto es, crear, compartir y aplicar información útil basada en datos y en mapas, ArcGis es un sistema diseñado por la empresa californiana Enviromental Systems Research Institute (ESRI) para trabajar a nivel multiusuario, para poder crear, editar, analizar y representar datos de información geográfica, se utilizaron herramientas como ArcToolbox (conjunto de herramientas de conversión y análisis de datos). Para lo cual se descargó datos reales de aptitud agrícola, uso de suelo, deforestación, textura del suelo, ecosistemas, sismos, pendientes, y catastros mineros, los datos se obtuvieron del instituto geográfico del ecuador en formato shape.

#### **9.4.3. Recorte.**

La cuenca que abarca el área de estudio es la del río San Pablo Calópe, se procedió a cortar los shapes, para utilizar solo los factores que se encuentren dentro de la cuenca. Para realizar el recorte se utilizó la herramienta geoprocessing, esta herramienta es un conjunto de procedimientos que están destinados a establecer relaciones y análisis entre dos o más capas. Dentro de la herramienta de geoprocreso encontramos la opción clip (cortar), la cual se utiliza para conocer los elementos geográficos ya sean lineal o poligonal, que se encuentran dentro de los límites que establecemos mediante una capa poligonal de corte.

#### **9.4.4. Ponderación.**

Para realizar la ponderación fue necesario crear una tabla de atributos de vulnerabilidad, la tabla de atributos permite simbolizar un dataset ráster o dataset de mosaico de banda única, esto es útil cuando se desea presentar imágenes que se han sometido a una clasificación, en este caso la clasificación de las capas anteriormente mencionadas, en las cuales se tomó en cuenta el valor de importancia de los factores antes mencionados, ejemplo: valor 1 (bajo) suelo sin uso, valor 2 (medio) suelo agrícola, valor 3 (alto) bosques. Según (Fernández, 2009) no está restringido a un porcentaje relativo ni es necesario que sea igual a 1,0. La ponderación se aplicará al campo especificado para el ráster de entrada y los campos pueden ser de tipo entero corto o largo, doble o flotante.

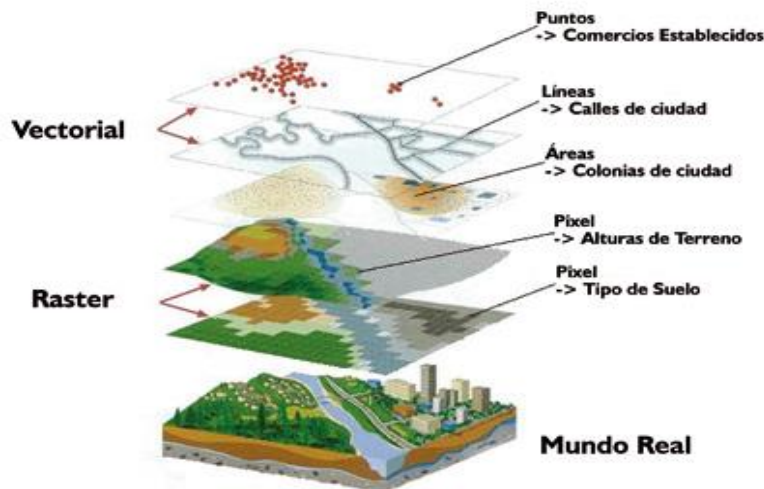
|   |   |   |   |   |   |   |      |
|---|---|---|---|---|---|---|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | BAJO |
| 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6 | 2 |      |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 9 | 3 |      |
|   |   |   |   |   |   | 6 |      |
|   |   |   |   |   |   | 9 | ALTO |

Suelos (textura)      Pendiente

**Tabla 5.** Ejemplo de ponderación

**Elaborado por:** El autor

Para la ponderación se utilizó como ejemplo el componente suelo(textura) y la pendiente, utilizando valores desde 1 a 3, multiplicándolos por sí mismo en la tabla de tres por tres, los valores obtenidos serán agrupados de acuerdo al grado bajo, medio y alto. A continuación, una descripción de una imagen ráster, donde se determina tipo de suelo y las diferentes capas que la componen.



**Figura 4.** Topología Geoespacial.

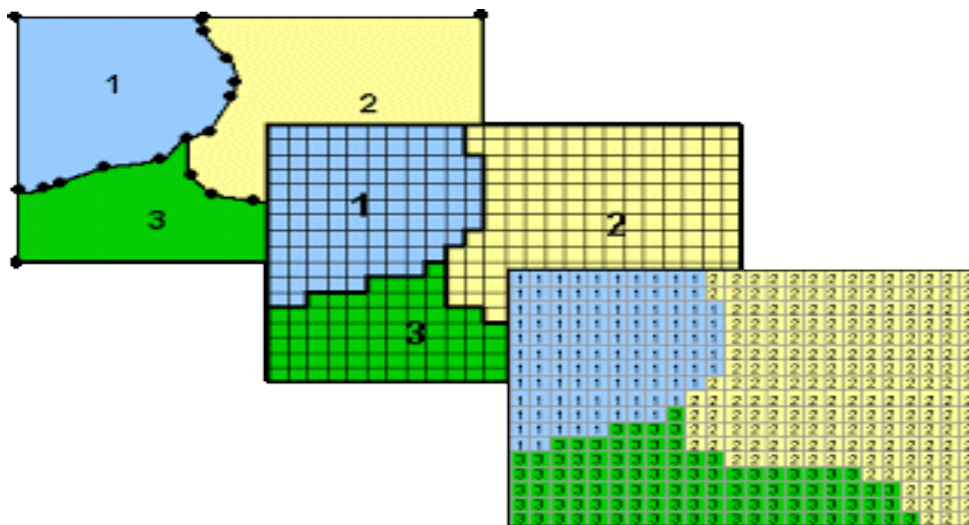
**FUENTE:** Recuperado de ESRI (2016) Fundamento de Topología.

Como parte de la metodología para realizar este estudio es necesario que todas las capas de información geográfica que se encuentran en formato vectorial sean transformadas a formato ráster, para poder realizar el álgebra de mapas.

#### 9.4.5. Conversión a ráster.

El modelo ráster no recoge de forma explícita las coordenadas de cada una de las celdas, sino los valores de éstas. No resulta necesario acompañar a dichos valores de un

emplazamiento espacial concreto, pues hacen referencia a un elemento particular de la malla, la cual representa una estructura fija y regular. Pero es necesario ubicar dicha malla en el espacio para después poder calcular las coordenadas de cada celda (**Olaya, 2014**). El ráster de salida retiene varias propiedades del cambio en su tabla de atributos El formato ráster es la base para un gran número de algoritmos de análisis. Para poder transformar la imagen en datos numéricos se utilizó la herramienta conversion tools, to ráster y por ultimo polygon to ráster, con estos pasos se obtuvo el nuevo mapa en imagen ráster.



**Figura 5.** Transformación de vector a ráster

**FUENTE:** recuperado de Manuela Uribe (2014)

#### **9.4.6. Reclasificación.**

Las herramientas del programa ArcGis, en especial el componente de análisis espacial “Spatial Analyst” permite realizar reclasificaciones de los valores de las celdas, es decir reemplazar los valores actuales de cada celda, por nueva información. Se puede reclasificar datos de cualquier variable almacenada en formato ráster (pendiente, elevación, precipitación, temperatura, etc.). Los valores fueron agrupados de acuerdo a la ponderación con los valores 1,2 y 3, según la importancia de cada uno de ellos dada en función de las variables de vulnerabilidad.

#### **9.4.7. Algebra de mapas.**

La calculadora de capas de ráster está creada para ejecutar expresiones algebraicas utilizando varias herramientas y operaciones mediante la interfaz de la herramienta de una calculadora simple (herramienta Ráster Calculator). El rendimiento de las ecuaciones

depende de las herramientas u operaciones participantes en una expresión. **(ESRI, 2016c).**

El resultado se almacena en una nueva capa ráster, sumando los resultados para crear el ráster de salida. El análisis espacial es el proceso de modelar y obtener resultados mediante el procesamiento informático y luego examinar e interpretar los resultados del modelo. El análisis espacial resulta útil para evaluar la idoneidad y la capacidad, para calcular y predecir, y para interpretar y comprender los fenómenos espaciales **(Jaramillo, 2017).**

#### **9.4.8. Pisos altitudinales.**

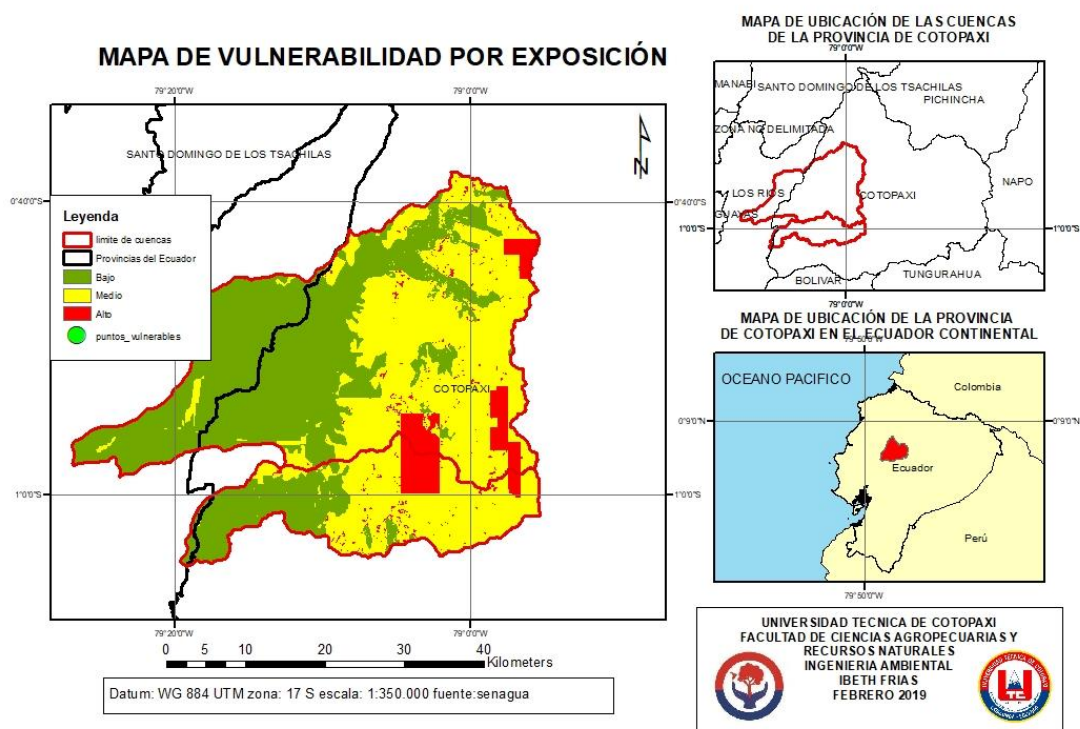
La delimitación de los pisos altitudinales se realizó con el fin de separar los pisos bioclimáticos del cantón La Maná de acuerdo a la elevación que tienen los bosques, que van desde el piso 1, bosque siempre verde pie montano 300 a 1400 msnm, el piso 2 bosque siempre verde montano bajo, 1400 a 2000 msnm, y el piso 3 bosque siempre verde montano 2000 a 3100, para lo cual se utilizó un Modelo de Elevación Digital (MDT o DEM) que contenga información del área de estudio, Un modelo de elevación digital (DEM por sus siglas en inglés), representa la distribución espacial y altitudinal a través de una imagen de la cuenca hidrográfica, San Pablo-Calópe, con el cual se realizará la delimitación del área de la cuenca de recepción o divisoria de cuenca, en este procedimiento se creara un nuevo archivo ráster, el programa le asignara un valor a cada pixel, según el área de recepción encontrada.

El análisis de las cuencas hidrográficas es un aspecto de gran interés para diversas ramas del geo ciencias, más aún en la actualidad; ya que el avance de la tecnología informática, así como la proliferación de herramientas de geomática, entre las cuales se incluyen los sistemas de información geográfica. **(Fonseca, 2013)**

## 10. RESULTADOS

### 10.1. Mapa de vulnerabilidad por exposición

La vulnerabilidad por exposición hace referencia a las actividades que el ser humano realiza sobre el espacio geográfico, es como factores externos que pueden hacer vulnerable un ecosistema. Las capas utilizadas para determinar la vulnerabilidad por exposición fueron, catastros mineros, deforestación y uso actual del suelo, de los cuales se puede observar un rango de vulnerabilidad mayor en las zonas de color rojo, que son por ende las zonas más vulnerables a factores como la deforestación, las minerías y la sobre producción de los suelos, en el mapa se puede observar un porcentaje de 20% de vulnerabilidad por exposición.

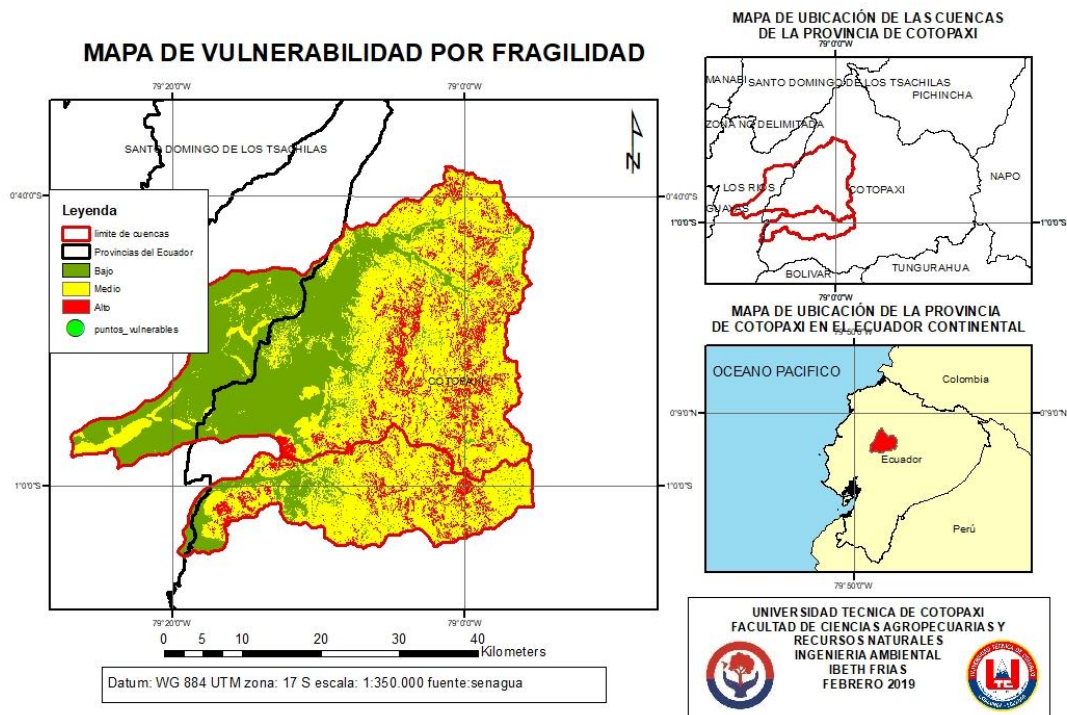


**Mapas 2.** Mapa de vulnerabilidad por exposición

**Elaborado por:** El Autor.

## 10.2. Mapa de vulnerabilidad por fragilidad

Haciendo referencia a la fundamentación teórica, la vulnerabilidad por fragilidad se entiende como aquellas características propias del paisaje natural que lo vuelven más o menos vulnerable. En la vulnerabilidad por fragilidad se analizaron factores como textura del suelo, y uso de suelo. En el mapa se puede observar un 25% de vulnerabilidad con más frecuencia en la zona del piso bioclimático BsBn04 bosque siempreverde montano bajo y BsMn03 bosque siempreverde montano. En la zona alta se produce mayor vulnerabilidad debido a la textura del suelo, porque de acuerdo a la textura del suelo pueden incrementar la probabilidad de ocurrencia de fenómenos de remoción en masa. Estos factores están directamente influenciados por la sobre producción en los suelos que existe por la expansión agrícola del lugar.



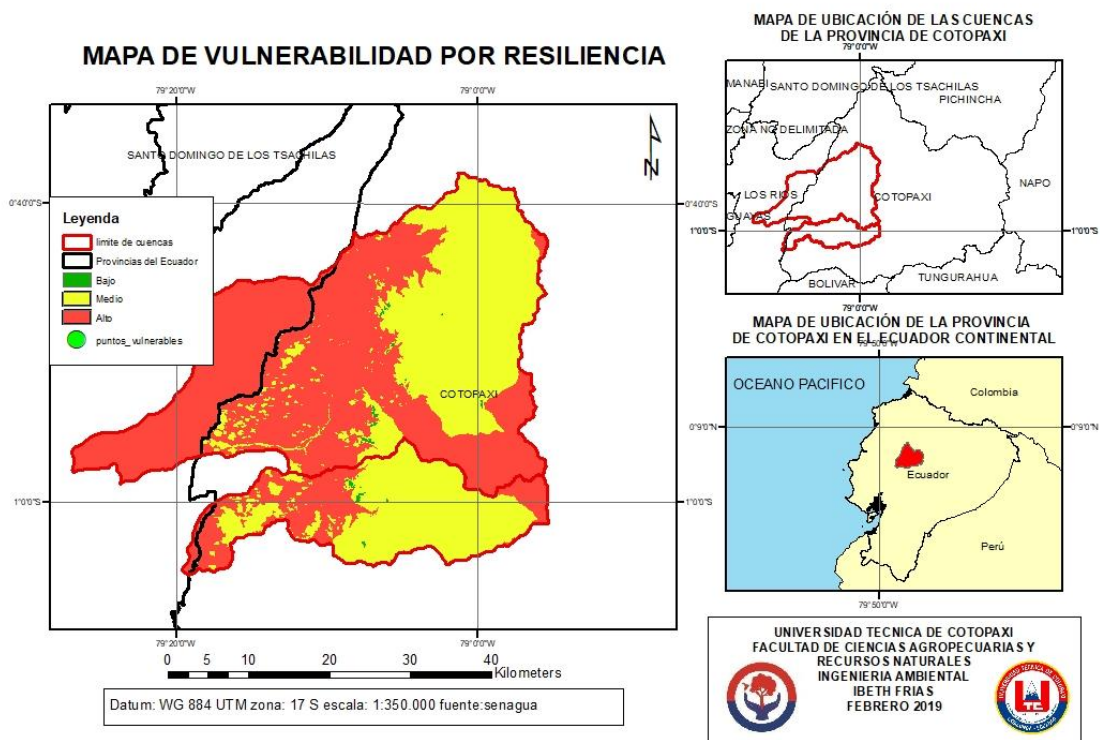
Mapas 3. Mapa de vulnerabilidad por fragilidad

Elaborado por: El Autor.

### 10.3. Mapa de vulnerabilidad por resiliencia

La resiliencia se entiende como la capacidad de retomar a condiciones originales, en este caso se tomó en cuenta aquella información que podría indicar si el ecosistema es capaz de regresar a un estado previo a la presencia de un fenómeno natural o alguna amenaza antrópica. Las capas que se tomaron en cuenta para el análisis de resiliencia tienen que ver con aquellas que indican el tipo de cobertura vegetal que se encuentra sobre el suelo. Por ejemplo, si existe la presencia de un bosque natural es probable que éste se regenere en menor tiempo que zonas que fueron transformadas en pastizales o zonas agrícolas. Con estos criterios se realizó la ponderación para luego elaborar el mapa.

Las zonas más vulnerables a recuperarse por factores que afectan a las mismas, de acuerdo al mapa, la vulnerabilidad se presenta alta, de color rojo con un 60% de vulnerabilidad en zonas de áreas protegidas y el tipo de ecosistema, lo que quiere decir que estos no tienen la suficiente capacidad de reaccionar con efectividad y rapidez a los efectos ambientales y sociales que puedan presentarse.

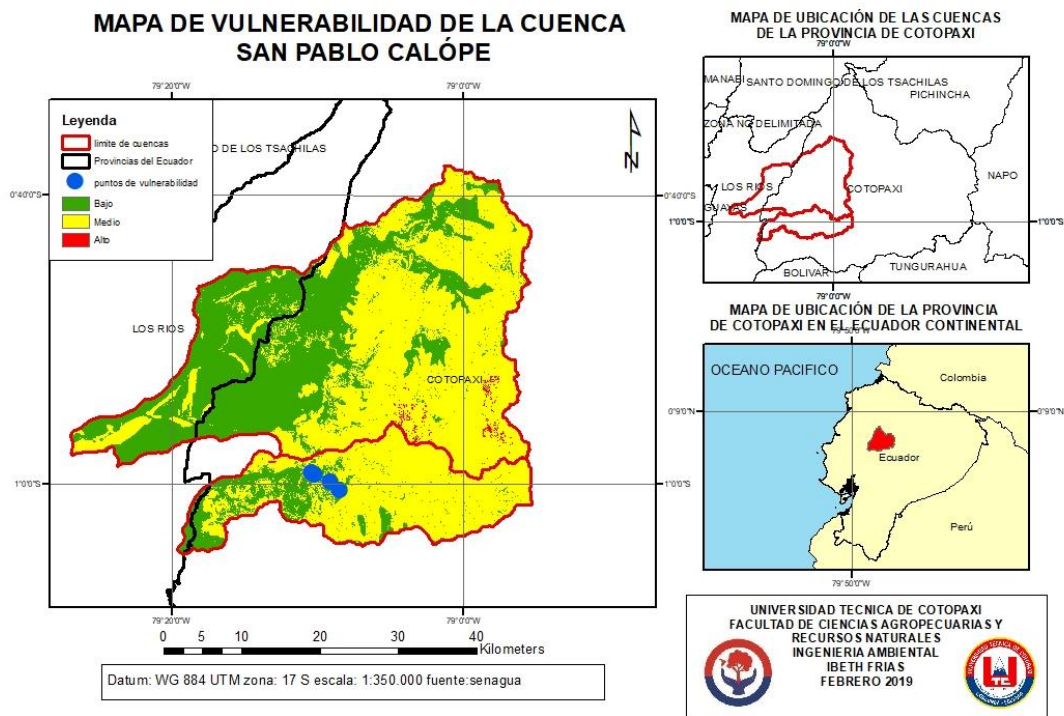


Mapas 4. Mapa de vulnerabilidad por resiliencia

Elaborado por: El Autor

#### 10.4. Mapa de vulnerabilidad de la cuenca San Pablo Calópe

En el mapa de vulnerabilidad de la cuenca San Pablo Calópe, se muestra la sumatoria de los componentes de vulnerabilidad; por exposición, fragilidad y resiliencia, en el cual puede observar que el color que predomina es el color amarillo, lo que quiere decir que existe una vulnerabilidad con un rango de 2, denominada vulnerabilidad media en toda la cuenca, debido a que está expuesta a factores por exposición como deforestación, catastros mineros, sistemas de producción, uso de suelos y textura de suelos.

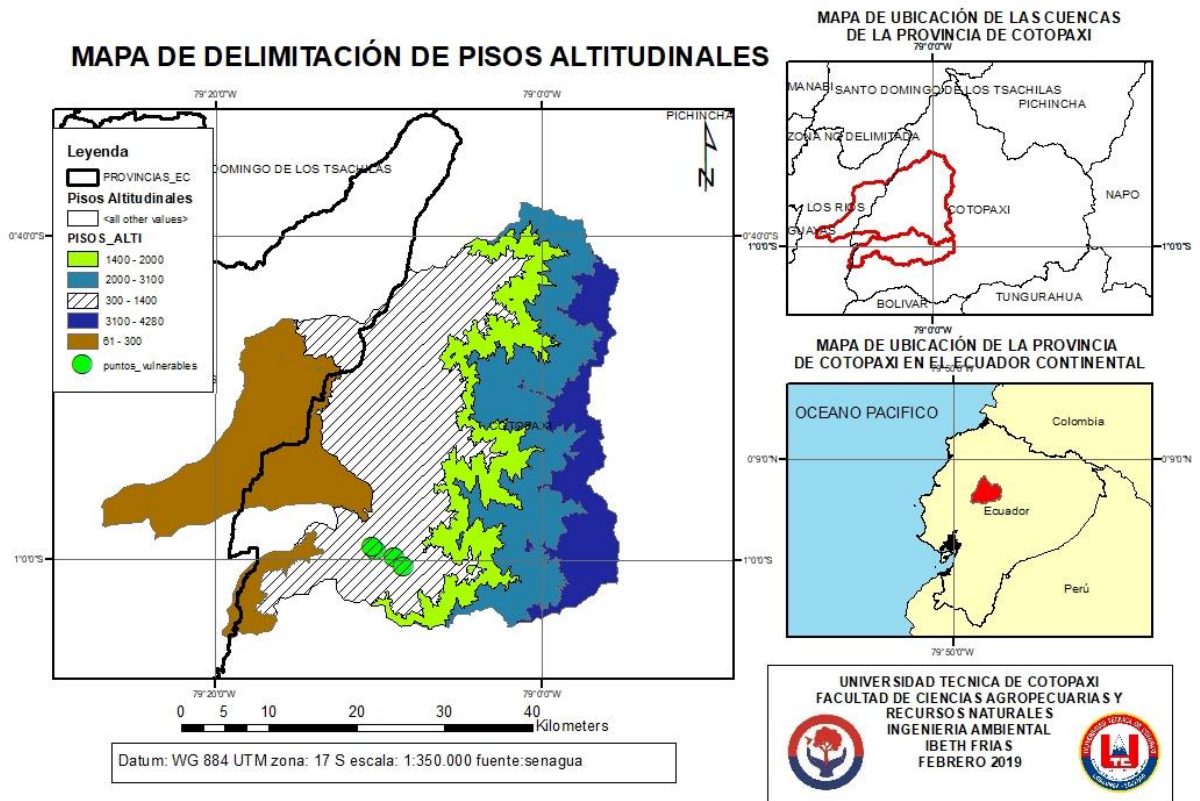


Mapas 5. Mapa de vulnerabilidad de la cuenca San Pablo Calópe.

Elaborado por: El Autor

### 10.5. Mapa de delimitación de pisos altitudinales.

En el siguiente mapa se presenta la delimitación de pisos altitudinales, resaltando el piso bioclimático BsPn01, que es el área de estudio que comprende desde los 300 msnm hasta los 1400 msnm.

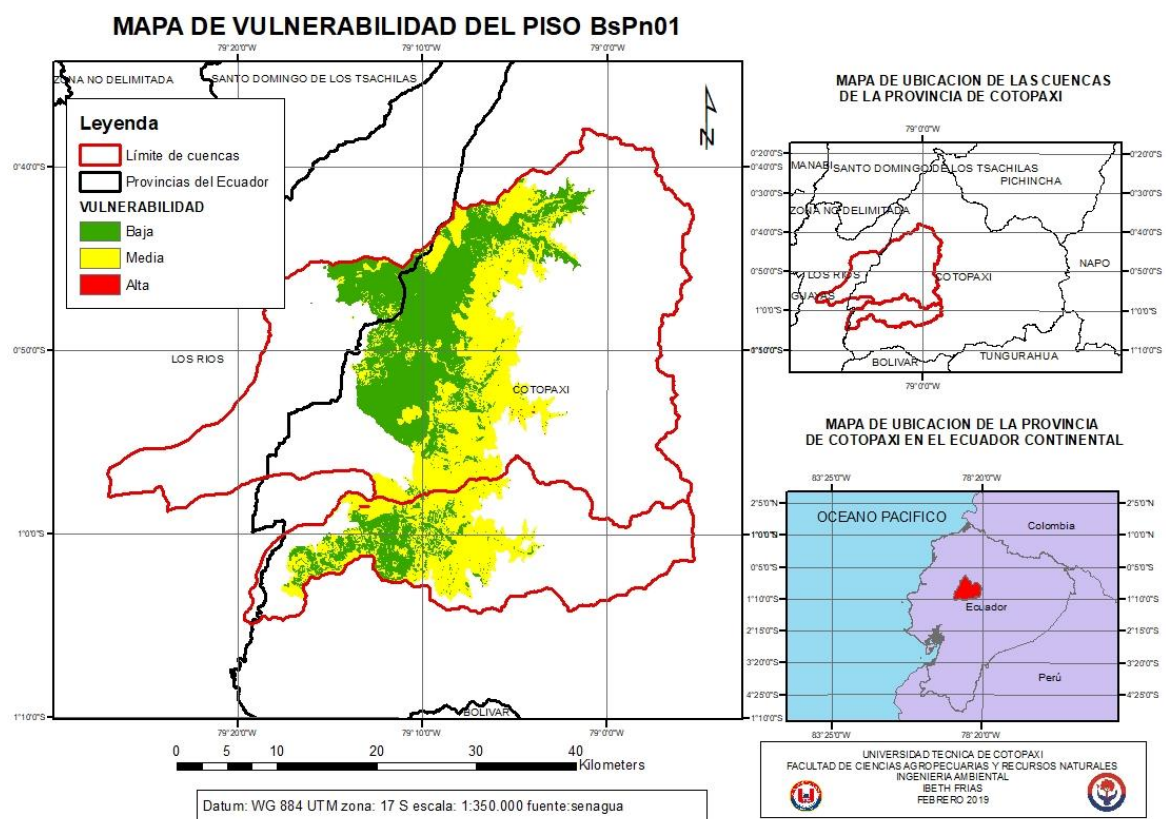


Mapas 6. Mapa de delimitación de pisos altitudinales.

Elaborado por: El Autor.

## 10.6. Mapa de identificación del piso bioclimático BsPn01 en las cuencas hidrográficas de los ríos Calópe y San Pablo

El piso BsPn01 Bosque siempreverde pie montano está comprendido por un área total de 58101.47 Ha, el área donde existe vulnerabilidad alta es de 52,49 Ha, quiere decir que el 0.09 % del piso es altamente vulnerable a catastros naturales o antrópicos ya que son áreas que todavía no han sido intervenidas, el área donde existe vulnerabilidad media es de 30932,14 Ha, expresado al 53,23 % del área total del piso, lo que indica que existe vulnerabilidad media porque este sector ya está intervenido y afectado por factores como deforestación y sobreproducción agrícola y ganadera, y por último el área de vulnerabilidad baja es de 27116,83 Ha, el 46,67 % del piso, que quiere decir que no existen casi zonas de vulnerabilidad, por la misma razón de ser zonas ya intervenidas, lo que requiere de medidas preventivas y compensatorias para ayudar a su recuperación.



Mapas 7. Mapa de vulnerabilidad del piso BsPn01

Elaborado por: El Autor

## **11. PROPUESTAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LA VULNERABILIDAD.**

### **11.1. Factores y elementos que inciden en la vulnerabilidad.**

Los cambios en el uso de la tierra, el avance de la frontera agrícola y demás factores desencadenan problemas ambientales en diferentes zonas, aumentando así su nivel de vulnerabilidad. A continuación, se describen los elementos y factores naturales y antrópicos que inciden en la vulnerabilidad del piso bioclimático pie montano, y una posible propuesta para disminuir el nivel de vulnerabilidad.

| COMPONENTES                           | VARIABLES DE MEDICION  | FACTORES                       | SITUACION ACTUAL  | PREVENCION   |
|---------------------------------------|------------------------|--------------------------------|---|--|
| <b>VULNERABILIDAD POR EXPOSICION</b>  | Sistemas de producción | Avance de la frontera agrícola | Sobre pastoreo intensivo, y continuado en un terreno provocando la desaparición de la vegetación y alteraciones en el crecimiento de las plantas, de modo que ocasiona la pérdida de la capacidad de renovación del terreno | Regularización en el sobre pastoreo intensivo, normado según dicta la ley establecida                                |
|                                       | Sismos                 | Movimientos de masa            | En el sector hay presencia de deslizamientos generados por las precipitaciones  | Control de la deforestación en las zonas habitadas   |
|                                       | Deforestación          | Inundaciones, sequía           | La expansión de los núcleos urbanos es otra de las causas de la tala de árboles que provoca el hombre.  | Reforestación en los lugares vulnerables con especies nativas de la zona.  |
| <b>VULNERABILIDAD POR FRAGILIDAD</b>  | Aptitud del suelo      | Pastos / Ganadería             | La producción de especies menores y mayores ha crecido un 15% en 5 años   | Regulación y prevención en las zonas afectadas por la producción ganadera, mejor manejo y seguimiento de las mismas. |
|                                       | Suelo                  | Textura / cobertura vegetal    | Existe zona erosionada a causa del crecimiento pecuario en la zona  | Plan de manejo de bosque húmedo en la zona afectada de mayor importancia   |
| <b>VULNERABILIDAD POR RESILIENCIA</b> | Áreas protegidas       | flora y fauna                  | En las áreas protegidas hay un gran potencial ecológico   | Conservación de el mismo   |
|                                       | Ecosistemas            | Áreas protegidas               | Existe aun el área protegida delimitada   | Control y prevención de los mismos   |

**Tabla 6.** Factores y elementos que inciden en la vulnerabilidad

**Elaborado por:** El autor

## **11.2. Prevención a la vulnerabilidad por exposición.**

De lo obtenido en la generación de mapas, se ha considerado, con referencia a cada uno de los factores centrales de vulnerabilidad por exposición, los mecanismos diversos que intervienen para poder disminuir los niveles de este tipo de vulnerabilidad. En general lo que se propone es la modificación y aplicación de prácticas individuales o colectivas de uso y transformación del territorio y sus recursos.

**Deforestación:** es necesario plantear medidas de mitigación y compensación enfocadas en la tala de árboles en los pisos bioclimáticos del bosque siempreverde pie montano, montano bajo y montano, es necesario un plan de reforestación de áreas verdes, para evitar la erosión del suelo en las áreas utilizadas para tala de árboles de comercialización, se recomienda plantar especies nativas para restaurar el lugar afectado.

Se propone la recolección de semillas de plantas nativas para después lograr la germinación de las mismas en un vivero, el mismo que puede estar ubicado en el área de influencia del Proyecto de Recuperación de Germoplasma de la UTC. Este vivero podría ser gestionado por los habitantes del sector, los cuales estarán informados hacia la concientización de la importancia de recuperación de las zonas de deforestación, y perdido de bosques por tala de árboles o incendios.

El marco legal que sustenta esta propuesta se comenta a continuación:

De acuerdo a la **LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE** la cual establece en el Art. 1, que las tierras forestales de conformidad con la Ley son de su propiedad, los bosques naturales que existan en ellas, los cultivados por su cuenta y la flora y fauna silvestre. Ley No. 74. RO/ 64 de 24 de agosto de 1981 TITULO I De los Recursos Forestales CAPITULO I Del Patrimonio Forestal del Estado.

**Art. 12.-** Declarase obligatorio y de interés público la forestación y reforestación de las tierras de aptitud forestal, tanto públicas como privadas, y prohíbese su utilización en otros fines. Para el efecto, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, formulará y se someterá a un plan nacional de forestación y reforestación, cuya ejecución la realizará en colaboración y coordinación con otras entidades del sector público, con las privadas que

tengan interés y con los propietarios que dispongan de tierras forestales. La expresada planificación se someterá al mapa de uso actual y potencial de los suelos, cuyo avance se pondrá obligatoriamente en conocimiento público cada año. Art. 13.- La forestación y reforestación previstas en el presente capítulo, deberán someterse al siguiente orden de prioridades:

**Art. 20.-** Para la administración y aprovechamiento forestal, establece la siguiente clasificación de los bosques:

- a) Bosques estatales de producción permanente;
- b) Bosques privados de producción permanente;
- c) Bosques protectores; y,
- d) Bosques y áreas especiales o experimentales.

Por otra parte según la Ley de incentivos a la Forestación, Reforestación y a la Protección del Bosque en el **ARTICULO 1 .-** La Ley tiene como objetivo general establecer incentivos para promover la incorporación del sector privado en la ejecución de actividades de forestación reforestación y de protección de bosques, con el propósito de lograr su más amplia participación en la reversión del proceso de deforestación que sufre el país, en el adecuado manejo de bosques naturales y en el establecimiento de plantaciones forestales. **LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE ECUADOR.**

**Catastros mineros:** En sus inicios, la minería se llevó a cabo en una época en que el impacto ambiental no era bien entendido y no era de mucha preocupación de la sociedad. Como resultado, proyectos mineros históricos pueden tener áreas que no han sido recuperadas, restos de instalaciones y aguas no tratadas.

Por ello se propone medidas de mitigación y prevención hacia las áreas afectadas por minerías, ya que son afectados elementos como suelo y agua, por esto se debería:

- Después de agotar una sección del yacimiento, haberla rellenado con desmontes de otros frentes de explotación, deben emprenderse inmediatamente medidas de saneamiento.
- En vista de que las explotaciones a cielo abierto suelen ocupar grandes extensiones, las medidas de recuperación. La recuperación del terreno afectado

debe hacerse procurando restablecer las condiciones naturales del paisaje, sobre todo en zonas tropicales, conviene drenar y nivelar todas las superficies beneficiadas en húmedo, a fin de evitar acumulaciones superficiales de agua que podrían convertirse en focos de incubación de agentes patógenos que podrían causar enfermedades, sin embargo, en algunos casos, las acumulaciones de agua creadas por la explotación a cielo abierto pueden servir de reserva en época de sequía o aprovecharse como fuente de ingresos, por ejemplo, para la piscicultura.

- Las escombreras y los perímetros de la mina, al igual que las pilas de desmonte externas y las antiguas superficies de explotación, deben re cultivarse inmediatamente con vegetación autóctona, a fin de limitar o prevenir la erosión sobre todo en zonas tropicales de clima húmedo, así como la erosión eólica en zonas áridas.
- En zonas particularmente vulnerables deben utilizarse métodos especiales para controlar la erosión (por ejemplo, drenaje y consolidación).
- Sanear progresivamente las superficies explotadas para dedicarlas a la agricultura, o bien restablecer las condiciones naturales para destinarlas a otros fines. Para poder aprovechar el terreno, será necesario aplanarlo, compactarlo y cubrir las superficies mecánica o hidráulicamente con capas de tierra y humus, a fin de permitir el restablecimiento de la cubierta vegetal y poder cultivar la tierra.

En el Ecuador existe un marco legal sobre este tema del cual se extrae lo siguiente:

**La ley de Minería, establecida en la Constitución Nacional del Ecuador en el Art. 86.- Daños ambientales.** - Para todos los efectos legales derivados de la aplicación de las disposiciones del presente artículo y de la normativa ambiental vigente, la autoridad legal es el Ministerio del Ambiente.

Para los delitos ambientales, contra el patrimonio cultural y daños a terceros se estará a lo establecido en la Constitución de la República del Ecuador y en la normativa civil y penal vigente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en cooperación con la Asociación de la Industria Química de los Estados Unidos y el Consejo Europeo de las Federaciones de la Industria Química, desarrollaron un manual cuyo objetivo era el de disminuir los impactos negativos de los accidentes y emergencias provocados por productos químicos. El manual APELL puesto en práctica en Santiago de Chile en el año 2003, específico para minería dirigido a minas, refinerías y fundiciones, cubre

contingencias relativas a factores operacionales y accidentes humanos, o eventos naturales como sismos, lluvias, accidentes de transporte, teniendo en cuenta que estos eventos son imprevisibles.

Con relación a las comunidades, ayuda a entender mejor las operaciones mineras y a identificar los riesgos, partiendo del hecho que con frecuencia las comunidades no están debidamente informadas y no están preparadas para las emergencias y que una respuesta local rápida a los accidentes, limita las lesiones a la gente y los daños a la propiedad y el medio ambiente. (Castilla, 2003)

**Sistemas de producción:** Se dispone dar regulación a través de un plan de manejo, que considere tres componentes fundamentales: ambiental, productivo y socio organizativo, ya que no hay una regulación adecuada de las actividades productivas que afectan a los ecosistemas.

Se plantea un sistema silvopastoril, que es otra forma de cría de ganado de corral, también se debe considerar para áreas, que han sido seleccionadas para el desarrollo pecuario. En este sistema se mantienen o restablecen bosques sobre tierras no aptas para el cultivo intensivo, y se procesa la materia forestal para la producción de forraje. El concepto de la ganadería forestal es una medida no convencional que requiere más investigaciones. Sin embargo, tiene perspectivas tan promisorias, que se debe considerar seriamente la iniciación de investigaciones de factibilidad. **Según Monte Lloyd**, ecólogo del Smithsonian Tropical Research Instituto, por medio del sistema silvopastoril pueden lograrse los siguientes objetivos:

- Conservar mejor el suelo.
- Mayor rendimiento y duración de las pasturas.
- Alimento nutricional más balanceado para los animales.
- Sombra para el ganado con la planificación de árboles.
- Producción de madera a largo plazo.

La **Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe**, por su parte establece que, el manejo integral del suelo y agua, son considerados como principales factores de producción, es clave para la producción agrícola sostenible. El suelo y el agua

sustentan la producción de biomasa en general, y de productos agropecuarios (alimentos), en particular. El suelo provee materias primas, garantiza el secuestro y almacenamiento de carbono, el almacén del patrimonio geológico, facilita la reserva de agua, el ciclo de nutrientes y la reserva de la biodiversidad. Así, es crucial para satisfacer la necesidad de cultivos y el bienestar de la población creciente.

Sin embargo, el suelo y agua son recursos estratégicos que contribuyen a la seguridad alimentaria y la generación de servicios eco-sistémicos. La Asamblea General de Naciones Unidas ha proclamado el 2015 como el Año Internacional de los Suelos, para resaltar la importancia de este recurso.

América Latina y el Caribe tienen las reservas de tierra cultivable más grandes del mundo. Cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques, pero esta cifra se está reduciendo rápidamente producto de la expansión del territorio agrícola. Durante los últimos 50 años (1961 - 2011), la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas, con la mayor expansión en América del Sur: de 441 a 607 millones de hectáreas.

Sin embargo, la expansión de la producción ha ido, generalmente, de la mano del uso intensivo de insumos, degradación de suelos y aguas, reducción de la biodiversidad y deforestación, bajo una lógica orientada al mercado que no solamente pone en riesgo la calidad y disponibilidad de los recursos naturales, sino también los modos de vida de las personas, en particular de los más vulnerables.

Para rescatar y divulgar buenas prácticas de conservación de suelos y aguas, la FAO forma parte de WOCAT, que proporciona alternativas para enfrentar este desafío. WOCAT (World Overview Conservation Approaches and Technologies) es una red global de información y expertos en conservación de suelos y aguas, que ha desarrollado una metodología de sistematización de prácticas y enfoques. Es un sistema en constante crecimiento que actualmente recoge 25 prácticas/tecnologías y 12 enfoques de conservación de suelos y aguas de ocho países de la región, y muchas más de otros lugares del mundo. Con el fin de potenciar localmente el uso de esta metodología de sistematización, la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe (RLC), ha propuesto una metodología de sistematización basado en la metodología WOCAT para recoger información de prácticas y tecnologías de conservación de suelos y aguas para la adaptación al cambio climático, a través de la síntesis y revisión de cuestionarios y

módulos originales, promoviendo el uso de herramientas digitales para estos ejercicios y disminuyendo el tiempo y recursos necesarios en el ejercicio de sistematización.

### **11.3. Prevención a la vulnerabilidad por fragilidad.**

**Aptitud de uso de suelos:** es necesario plantear medidas de mitigación en las cuales pueden ser enfocadas en los diferentes pisos bioclimáticos del bosque siempreverde pie montano, montano bajo y montano, es necesario un plan de rescate y acopio de capa de suelo vegetal, disposición en áreas de revegetación y reforestación del área. Para las medidas de mitigar de impactos por erosión de suelos, se recomienda la construcción de taludes; siembra o de astillado de vegetación.

Se propone la protección de ecosistemas donde han sido alterados por actividades antropogénicas de diferente índole: pastoreo de ganado, aprovechamiento forestal, establecimiento de áreas para cultivos. En estas áreas existen asentamientos humanos y un alto índice de indefiniciones sobre posesión y tenencia de tierras. Son áreas que requieren restauración de vegetación en bosques degradados, y donde es necesario promover la regeneración natural en unos casos y en otros, impulsar proyectos de enriquecimiento forestal. Se debe llegar a acuerdos de conservación en sitios de uso ganadero, con grandes propietarios para implementar un mejoramiento de los sistemas silvopastoriles, mientras que en zonas de páramo y otras, con tierras comunales se debe buscar alternativas para reconversión en uso del suelo. La restauración de estas áreas es de vital importancia para la zona de protección absoluta.

**Agroforestería:** En casos especiales, se aplicarán medidas de protección como reforestación y revegetación con especies nativas del área y erradicación de especies foráneas. Como método de manejo de suelo y de repoblación forestal constituye con el mejoramiento de los suelos degradados, la formación de bosques y la utilización de una diversidad de cultivos y productos maderables y no maderables.

Se propone también la realización de cercas vivas las cuales ofrecen varios beneficios, tales como la producción de alimento para el ganado, también el mejoramiento de la fertilidad del suelo por la caída de hojarascas que contribuyen a la recuperación natural de los suelos degradados.

En las áreas con pendientes es necesario plantar especies nativas del lugar para así conservar los suelos donde las raíces puede reducir la erosión del suelo superficial y el

riesgo de derrumbes, es posible desarrollar la agroforestería como una alternativa de uso del suelo y de generación de recursos.

### **Normas de uso**

**Restauración de ecosistemas:** Todos y cada uno de los grupos humanos dentro de la REI (RESERVA ECOLÓGICA ILINIZAS) deberán ajustarse al desarrollo de actividades, bajo los lineamientos técnicos de uso del suelo. La administración de la Reserva mantendrá un control permanente sobre sitios y ecosistemas frágiles que pudieren ser afectados por el uso (fuentes de agua, bosquetes de páramo, de estribaciones y otros). No se permitirá el pastoreo de ganado y otros usos en los altos páramos; se podrán efectuar trabajos de manejo para mejorar la capacidad de las microcuencas, especialmente tendientes al aumento de la producción de agua.

### **Decreto 1791 de 1996**

El literal a), artículo 5 del Decreto 1791 de 1996 define los aprovechamientos forestales únicos como: “Los que se realizan por una sola vez, en áreas donde con base en estudios técnicos se demuestre mejor aptitud de uso del suelo diferente al forestal o cuando existan razones de utilidad pública e interés social. Los aprovechamientos forestales únicos pueden contener la obligación de dejar limpio el terreno, al término del aprovechamiento, pero no la de renovar o conservar el bosque”.

La medida de compensación del programa de uso y aprovechamiento de recursos naturales tenía como principales actividades el manejo del suelo, dirigida a resaltar la importancia de conservar la fragilidad del lugar y por el mantenimiento de la biodiversidad. (SOSTENIBLE, 2008)

En estos sitios es prioritario que se cumplan las medidas de mitigación establecidas de manera que la carga de sedimentos dentro de los límites establecidos en la Norma Ambiental de Calidad de Aguas Continentales.

“Código orgánico organización territorial autonomía descentralización”

De acuerdo al COOTAD, entre sus competencias está promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales; establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización, parcelación,

lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales.

De acuerdo a los Planes Nacionales de Manejo, Conservación Y Recuperación de Suelos

**ARTÍCULO 12.-** El Plan nacional de manejo y conservación de suelos tiene por objeto el mejoramiento y desarrollo conservacionista de los sistemas de uso de los suelos, partiendo de los siguientes principios técnicos, que, entre otros:

- a) La sostenibilidad del recurso suelo, ya sea en su forma natural o en cualquier forma de uso.
- b) El aumento de la productividad.
- c) El aumento de la cobertura vegetal del terreno.
- d) El aumento de la infiltración del agua en el perfil del suelo.
- e) El manejo adecuado de la escorrentía.
- f) El manejo adecuado de la fertilidad del suelo, la manutención de la materia orgánica y la reducción de la contaminación.

### **Ley de Desarrollo Agrario**

La Ley de Desarrollo Agrario fomenta el uso y aprovechamiento de los suelos y de la tierra productiva, buscando el mejoramiento del desarrollo agro-productivo en el país. Estos lineamientos históricamente han promovido el avance en la frontera agrícola, con los consecuentes impactos conocidos de deforestación y destrucción en muchas ocasiones de ecosistemas frágiles, parte de áreas legalmente protegidas por el Estado.

#### **11.4. Prevención a la vulnerabilidad por resiliencia.**

Para empezar a tomar un análisis sobre la prevención, se consideró el resultado generado en los mapas, haciendo referencia a cada uno de los factores de vulnerabilidad por resiliencia. En general lo que se propone es mantenerse a lo establecido en El Plan de Manejo de la Reserva Ecológica los Ilinizas.

**Áreas protegidas:** Dado que dicha área de estudio pertenece a la Reserva Ecológica Los Ilinizas, la cual fue establecida mediante Resolución No. 066 del 11 de diciembre de 1996 por el Instituto Ecuatoriano Forestal, de Áreas Naturales y Vida Silvestre (INEFAN) y publicada en el Registro Oficial No. 92 del 19 de diciembre del mismo año, como parte

del Patrimonio Nacional de Áreas Naturales del Estado, con una superficie de 149.900 ha., localizada en las provincias de Cotopaxi y Pichincha.

De acuerdo a la **LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE** La Codificación a la Ley Forestal de Áreas Naturales y Vida Silvestre, norma los aspectos de explotación forestal y establece el Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas. Esta Ley establece la administración de las áreas para el MAE y algunas reglas de financiamiento y manejo de las Áreas Protegidas.

La parte central y fundamental de esta Ley, establece que el patrimonio de áreas naturales del Estado deberá conservarse inalterado y que se trata de un patrimonio que es inalienable e imprescriptible y no puede constituirse sobre el ningún derecho real.

La **Ley de Aguas** determina el ámbito de regulación, dominio, uso, manejo y aprovechamiento del Recurso Hídrico. Por lo tanto, determina que será el Consejo Nacional de Recursos Hídricos (actualmente SENAGUA) el ente regulador del tema, especialmente dedicado a la emisión de políticas. La ejecución está encargada a las entidades autónomas como son las Juntas de Agua (Actualmente corporaciones regionales de desarrollo). No obstante, ahora se mantiene una dispersión de competencias y de conflictos interinstitucionales sobre el manejo del recurso agua, con base a la concurrencia que hay en su ejercicio por parte de las Juntas de Agua, Gobiernos Seccionales Autónomos y Ministerios, cada uno de ellos sustentados en las atribuciones que les asignan distintos cuerpos legales.

La Ley no considera los innumerables servicios ambientales que proveen las Áreas Protegidas en el país y que son la garantía de la provisión del agua en general.

Nos dice la **ley de Comunas** en el marco legal básico para la asociatividad de campesinos, en la mayoría de los casos, quienes, según lo establecido en dicha Ley tienen bajo su propiedad y dominio predios colectivos o comunales.

La Ley de Comunas establece una forma de organización política para las comunidades que debe ser legalizada en el Ministerio de Agricultura, Acuacultura y Pesca (MAGAP). Estas comunidades pueden estar ubicadas dentro de las áreas y en las zonas colindantes.

La **Ley de Desarrollo Agrario** fomenta el uso y aprovechamiento de los suelos y de la tierra productiva, buscando el mejoramiento del desarrollo agro-productivo en el país. Estos lineamientos históricamente han promovido el avance en la frontera agrícola, con los consecuentes impactos conocidos de deforestación y destrucción en muchas ocasiones de ecosistemas frágiles, parte de áreas legalmente protegidas por el Estado.

Esta visión de desarrollo y uso agro-productivo, actualmente es un problema latente dentro del manejo de las Áreas Protegidas, pues la visión de producción, rentabilidad y/o subsistencia ha implicado traspasar fronteras y convertirse en una situación de conflicto.

### **Texto Único de Legislación Secundaria (TULAS).**

El Texto Único de Legislación Ambiental secundaria es la normativa en el Ecuador que rige la administración y manejo de las Áreas Protegidas, recogidos en IX libros.

En relación a la vulnerabilidad por resiliencia, la naturaleza solamente juega un papel de soporte o trasfondo, de insumo no definitorio. Toda causa de vulnerabilidad y toda expresión de vulnerabilidad, es social. Por lo tanto, el proceso de creación de condiciones de vulnerabilidad obedece también a un proceso de construcción social. Integrar todas las actividades relacionadas con los bosques, flora y fauna silvestres con el fin de mantener el ecosistema propio de la zona. Indicar las zonas en peligro que sean más vulnerables a la erosión, las inundaciones, los desprendimientos de tierras, los terremotos y los aludes y a otros peligros naturales. **Demostrar que la conservación de los bosques y el desarrollo económico no son excluyentes**, es imperativo cambiar el paradigma que erróneamente confronta estas dos actividades; La evidencia, es combinar la conservación, restauración y manejo sustentable de los bosques, con agricultura de alta productividad, genera mejores resultados en cuanto a productividad, beneficios medioambientales y justicia social.

### **12. ALTERNATIVAS DE GESTIÓN: DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO.**

Para la recolección de información se puso en práctica un dialogo semi estructurado con los habitantes del sector, debido a la facilidad de expresión utilizada con las personas ya que debe existir un dialogo respetuoso y delicado hacia los habitantes con el fin de conocer más a fondo la biodiversidad, productividad y aspectos sociales y culturales del lugar, de la misma manera nos ayudará a evaluar el conocimiento de las personas con

respecto a la vulnerabilidad física de las zonas de recarga hídrica, para de esta manera poder plantear soluciones en base a sus respuestas. (Anexo 17)

### **12.1. Diálogo semiestructurado**

El diálogo participativo se realizó en el sector Los Laureles que está ubicado en la parte baja de la parroquia el Tingo La Esperanza, con el fin de conocer a cerca del sector y las opiniones personales de los habitantes del mismo, con respecto a la agricultura, clima, amenazas y población, con la ayuda de un guía el señor Matías de Valle, los temas tratados son los siguientes:

#### **Agricultura**

¿Cómo avanza la agricultura en esta zona?

¿Se han reforestado áreas verdes con especies nativas del sector?

¿qué tipo de sembríos tienen en el sector?

#### **Clima**

¿con respecto al clima, han percibido cambios?

¿ha percibido cambios en la frecuencia de las lluvias?

¿ha aumentado la temperatura?

#### **Amenazas naturales**

¿Se ha presentado tala de árboles en el sector, en qué medida?

¿A existido incendios en la zona?

¿Qué tipo de vulnerabilidad cree usted que exista ejm: derrumbes, incendios, tala de árboles, ¿etc.?

#### **Población**

¿Hace cuánto tiempo hubo expansión agrícola y ganadera?

¿Cuántos pobladores existe?

¿Han llegado nuevos pobladores y a que se dedican?

Las entrevistas fueron realizadas en la parte baja del piso bioclimático en los sectores Moraspungo, recinto el deseo y el pueblo Narcisa de Jesús, en los cuales las personas supieron manifestar que, en el aspecto de la agricultura, si se ha notado un incremento durante los últimos años, debido a que las personas se dedican a la agricultura en la parte

baja, sin embargo mantienen a sus ganados en las montañas, aunque no existe más de 4 ganados aproximadamente por familia, en sus hectáreas de terreno podemos observar en su mayoría sembríos de Cacao, Yuca, Plátano y Maíz. No se ha reforestado áreas verdes en los sectores afectados por la agricultura y ganadería, por lo general se siembra árboles de Melina, el cual es aprovechado cuando llega a su altura adecuada para ser talado y así utilizar su madera, después de talar el árbol se vuelve a sembrar.

Con respecto al clima todas las personas están de acuerdo que existe un incremento de la temperatura, la misma que afecta notablemente a las cosechas que realizan, por otra parte, las lluvias en el sector son muy fuertes en el mes de noviembre hasta el mes de febrero o abril, los meses sobrantes son de sequía.

Las amenazas naturales que los moradores creen más importante es los deslaves ocasionados por las fuertes lluvias y la tala de árboles. La señora Maryori Mesías, supo manifestar que hace un año el río se llevó parte del puente que los comunica con el otro pueblo, de la misma manera se observan espacios de terrenos donde existe la tala progresiva de árboles, El señor Zambrano manifestó que existe la tala de Caracas un árbol que es utilizado para hacer cercas entre otras cosas.

La población que existe en el sector ha aumentado, hace seis años aproximadamente empezaron a llegar personas de Manabí, estas familias se dedican a la cosecha de cacao, plátano y yuca, también a la ganadería, en el pueblo Narcisa de Jesús no ha llegado gente nueva y existen un total aproximado de 70 personas. La agricultura ha existido desde siempre en el sector, pero ha aumentado hace 20 años según el señor Matías del Valle.

**(Anexo 18)**

### **13. CONCLUSIONES**

- De acuerdo a lo realizado, la metodología planteada nos permite establecer la relación de las vulnerabilidades establecidas en la misma, identificando cuales son los factores que afectan a las zonas vulnerables a desastres naturales y antrópicos, se determinó que pueden ser por exposición, fragilidad y resiliencia.
- El análisis exploratorio espacial nos permitió evaluar el comportamiento en base a la vulnerabilidad mediante el programa ArcGIS en el cual se encontró valores con los cuales podemos determinar el tipo de vulnerabilidad que existen y por ende las zonas de mayor vulnerabilidad.
- Las variables definidas dentro del conjunto final de la vulnerabilidad existen una correlación media, lo cual quiere decir que, de acuerdo a la fórmula planteada, los tres componentes de vulnerabilidad dividido para 3, y estableciendo medidas con rangos bajos, medios y altos, se analizó mediante la generación de mapas que la mayoría de las zonas son vulnerables en un rango medio (2) son el punto de partida para la exposición ante un evento natural.
- El piso bioclimático BsPn01 bosque siempreverde pie montano la cual tiene un área total de 58101.47 Ha, presenta zonas de vulnerabilidad, las cuales están expresadas en porcentajes de la siguiente manera; vulnerabilidad baja 46,67 %, vulnerabilidad media 53,23 % y vulnerabilidad alta 0,09%.

## **14. RECOMENDACIONES**

- Mediante la propuesta de las medidas de mitigación se tiene como finalidad la concientización de los moradores y el valor de uso agregado que nos brinda el bosque siempre verde montano
- Mediante las medidas de mitigación podemos de evitar la vulnerabilidad física en las áreas de recarga hídrica para que el bosque no se deteriore más.
- Previo a la determinación de los factores ambientales que inciden en la vulnerabilidad física se determinó que en dichos factores tiene una situación de riesgo que presentan posibilidades reales a las zonas de recarga hídrica, los ecosistemas que los soportan y sus medios de vida.
- Es recomendable tener actividades de apoyo y capacitación de ArcGIS para poder trabajar con todas las herramientas de la plataforma para visualizar, compartir y analizar información geoespacial.
- Para obtener mejores resultados en los objetivos planteados, se recomienda sociabilizar las propuestas con los moradores del sector, que son las personas que tienen propiedades y deberían conocer acerca del cuidado que las áreas de recarga hídrica, el suelo y la flora necesitan.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- BRANDBYGE, J. &. (Quito, EC. 110 p. de 1992). Programa de reforestación en áreas marginales de la sierra ecuatoriana: reforestación de los Andes ecuatorianos con especies nativas.
- Bruch, M. y. (2003). Vulnerabilidad Socio-Ambiental. Guatemala.
- Casanova, M. (2012). Conservación de suelos como concepto central. Chile: Universidad de Chile.
- Chew, S. C. (2001). DEFORESTACIÓN. Obtenido de <http://www.aag.org/galleries/mycoe-files/T.Deforestacion.pdf>
- Daily, G. S. (1997). Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. Disponible en: [http://www.esa.org/science\\_resources/issues/FileEnglish/issue2.pdf](http://www.esa.org/science_resources/issues/FileEnglish/issue2.pdf).
- DECRETO, 1.-9. (s.f.). Ley de Incentivos a la Forestacion,. Obtenido de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/hon42042.pdf>
- ENRIQUEZ. (2011). Evaluación de seis tipos de protectores en el enfunde de racimo de banano. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3483/1/T-UTC-00760.pdf>
- Falconí, E. J. (2016). Vulnerabilidad y resiliencia socioeconómica ante los desastres naturales en el distrito de Sayán. Obtenido de Vulnerabilidad y resiliencia socioeconómica ante los desastres naturales en el distrito de Sayán: <http://www.usmp.edu.pe/contabilidadyeconomia/images/pdf/instituto/Vulnerabilidad.pdf>
- FAO. (1976). evaluación y análisis de la vulnerabilidad. Obtenido de <http://www.fao.org/elearning/#/elc/es/course/FV>
- FAO. (2016). Manejo del suelo. Roma,. Italia: disponible en URL: <http://www.fao.org/soils-portal/manejo-del-suelo/es/>.
- Fritzsche, K. (2016). El libro de la vulnerabilidad . Obtenido de El libro de la vulnerabilidad: [https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb\\_dl=269](https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269)

- GISPERT, C. (s.f.). Enciclopedia del Ecuador N° 08017. Obtenido de Barcelona (España), Edición 1999. ISBN: 84-494-1448-2 (Pág. 93, 127, 138)
- Government, Planning Commission. (03 de 2012). Draft Model Bill for the Conservation, Protection and Regulation of Groundwater. I. Obtenido de file:///C:/Users/SAMBRANO/Downloads/Donis-Luisa.pdf
- keleey. (2016). Libro de la vulnerabilidad. Obtenido de Libro de la vulnerabilidad: [https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb\\_dl=269](https://www.adaptationcommunity.net/?wpfb_dl=269)
- MAE. (2000). La biodiversidad del Ecuador. Obtenido de <http://www.fao.org/forestry/12341-067e7b8e5c3c684a9c1100c3fc3c3c460.pdf>
- Maldonado, M. S. (2012). Valoración Social de los productos forestales no maderables y servicios ecosistémicos, en la localidad con diferente grado de naturalidad en la comuna de Penciahue. región del Maule.
- MALDONADO, M. (s.f.). Valoración Social de los productos forestales no maderables y servicios ecosistémicos, en la localidad con diferente grado de naturalidad en la comuna de Penciahue, región del Maule. Obtenido de Santiago de Chile 2012
- Marina, J. A. (1 de 12 de 2012). Resiliencia y Vulnerabilidad. Obtenido de Resiliencia y Vulnerabilidad: <https://www.joseantoniomarina.net/articulo/resiliencia-y-vulnerabilidad/>
- MECN. (2009). El monitoreo biológico: una herramienta para el manejo adaptativo de las áreas protegidas y bosques protectores del DMQ. Obtenido de [http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria\\_Ambiente/Documentos/patrimonio\\_natural/biodiversidad/guia\\_ecosistemas\\_dmq.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/patrimonio_natural/biodiversidad/guia_ecosistemas_dmq.pdf)
- OEA, (. d. (2000). Desastres, Planificación y Desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños . Obtenido de <http://www.oas.org/defaultesp.htm>.
- PALACIOS W., C. C. (1999). Las Formaciones Naturales de la Amazonía del Ecuador. En propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEFBIRF BIRF y Ecociencia, Quito.: Ed. Sierra R. pp. 109 – 119. .
- Pascual, D. (2001). El Plan Hidrológico nacional y el Uso Conjunto. Las Aguas Subterráneas en el Plan Hidrológico Nacional. Asociación Internacional de

- Hidrogeólogos Grupo Español. Obtenido de <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/rh01/rh01.pdf?fbclid=IwAR1TBhBrWzp2F4mq45MNE6s0pqOsheOBjl24kq4YrqbK6Fami32mNDzJNwg>
- RAMIREZ, J. (s.f.). Defendamos Nuestro Suelo. Obtenido de Edición 1979.
- Rico, J. . (1981). MECÁNICA DE SUELOS. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/224368822/GEOLOGIA-GENERA1-pdf>
- Sheppard, S. D. (1196). Áreas Protegidas. Obtenido de [https://cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction\\_sp.pdf](https://cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction_sp.pdf)
- Sierra. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Obtenido de Proyecto INEFAN/ GEF-BIRF, y Ecociencia. Editorial Indugraf.
- Sierra, R. (. (1999). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/ GEF-BIRF, y Ecociencia. Editorial Indugraf. Quito- Ecuador. : 79-96 p.
- UNESCO. (1998). METODOLOGIA PARA IDENTIFICAR LA VULNERABILIDAD . Obtenido de METODOLOGIA PARA IDENTIFICAR LA VULNERABILIDAD : <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00109.pdf>
- Valencia, R. C. (1999). Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador. . Obtenido de [http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria\\_Ambiente/Documentos/patrimonio\\_natural/biodiversidad/guia\\_ecosistemas\\_dmq.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/patrimonio_natural/biodiversidad/guia_ecosistemas_dmq.pdf)
- VALENCIA, R., N. PITMAN, S., & (eds), L.-Y. &. (2000). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Quito, EC. 1 489 P.: Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador .
- VÁSCONEZ, P. & P. MENA. (1995). Las Áreas Protegidas con Bosque Montano del Ecuador. Biodiversity and Conservation of Montane Forest. EC. 627-635 p.
- Vega, E. (2005). Vulnerabilidad ante desastres naturales. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2578/1/T-UTC-00114.pdf>

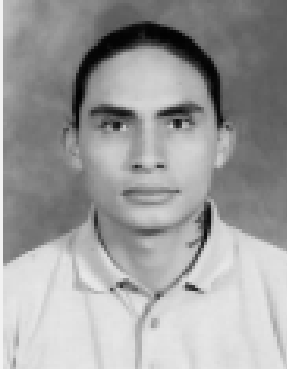
Vera, M. (05 de 05 de 2017). Metodología del análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00109.pdf?fbclid=IwAR2x\\_-ff-NpCpAzZYMtZ-s0kcxwcvgzvpd4f1qrIZIMGCzDiiMadYCdAkzA](http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v27n2/0124-8170-cein-27-02-00109.pdf?fbclid=IwAR2x_-ff-NpCpAzZYMtZ-s0kcxwcvgzvpd4f1qrIZIMGCzDiiMadYCdAkzA)

Yakushova, G. (1970). Geología. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/224368822/GEOLOGIA-GENERA1-pdf>

## 16. ANEXOS.

# JUAN MIGUEL ESPINOSA SOTO

## Especialista en Sistemas de Información Geográfica - SIG



### Información Personal

**Fecha de Nacimiento:** 22/10/1981

**Estado Civil:** Casado

**Nacionalidad:** Ecuatoriano

**Idiomas:**

Español (100%)

Portugués (100%)

Inglés (80%)

### Contacto

**Dirección:**

Isla Seymour N44-44 y Río Coca  
Quito - Ecuador

**E-mail:**

juanmiguelmancos@gmail.com

juanmiguel7@yahoo.com

**Tel. Celular:** 0995178638

### Referencias

**Laborales:**

Ing. Alejandra Bepetto, Directora de Catastro, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda del Ecuador. (0998300261)

Lic. Janny Arroyo, Coordinadora de Cultura FUCE. (2991700 / 0991901225)

Ph.D. Santiago Rubio, Docente Titular de la Facultad de Humanidades, UDLA. (0998045001)

**Personales:**

Ing. Kalina Fonseca 0996267102

Ph.D. Mercy Ilbay 0987833881

Dr. Santiago Valdez 0987932172

### Otros

**Reconocimientos:**

Contra-Mestre de Caposira  
Grupo de Caposira NUMIZUMBI

**Aficiones:**

Fotografía, Música, Cine, Artes, Deportes

### PERFIL PROFESIONAL

Mi experiencia laboral me ha llevado hacia el mejoramiento de la calidad de la información geográfica que han generado y generan las instituciones del Estado. He puesto énfasis en el uso de nuevas tecnologías, procedimientos estandarizados y constante aprendizaje para cumplir los objetivos propuestos en las instituciones en donde he podido aportar.

Mi pasión por la Geografía me ha llevado a tener amplios conocimientos de ciencias de la tierra como la geología, climatología, oceanografía, vulcanología; así como los fenómenos humanos que caracterizan el territorio.

En el último año me he dedicado a otra de mis pasiones, la docencia. El contacto con los estudiantes hace que se genere un círculo de aprendizaje continuo, donde las experiencias de los alumnos y los conocimientos del profesor enriquecen los contenidos académicos.



### EXPERIENCIA LABORAL

|             |   |
|-------------|---|
| 2017 - 2019 | Universidad Técnica de Cotopaxi UTC - Docente de las carreras de Ingeniería Ambiental y Agronomía                   |
| 2014 - 2015 | Ministerio de Educación del Ecuador - Especialista en Sistemas de Información Geográfica                            |
| 2014        | Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca - Coordinador de Geomática de la Subsecretaría de Tierras |
| 2013 - 2014 | Instituto Nacional de Investigaciones Geológicas, Minero Metalúrgico - Analista de Información Geográfica           |
| 2011 - 2013 | Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Analista de Información Geográfica                              |
| 2009 - 2011 | Instituto Nacional de Patrimonio Cultural - Geógrafo  |

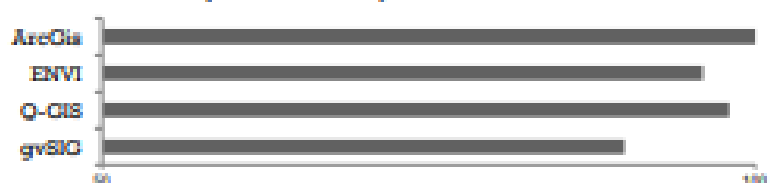
### EDUCACIÓN

|      |   |
|------|---|
| 2018 | Máster en Teledetección - Universidad de Valencia, España   |
| 2010 | Ingeniero en Ciencias Geográficas y Desarrollo Sostenible - Pontificia Universidad Católica del Ecuador |

### PUBLICACIONES

|      |   |
|------|---|
| 2013 | CONAGE/SENPLADES - Estándares de Información Geográfica (Coautor)     |
| 2013 | CONAGE/SENPLADES - Catálogo Nacional de Objetos Geográficos (Coautor) |
| 2011 | INPC/MCP - Guías Patrimoniales del Ecuador (Elaboración de Mapas)     |

### PROGRAMAS (SOFTWARE)



**Anexo 1: El tingo**



**Anexo 2: bosque montano**



**Anexo 3: El tingo- La Esperanza**



**Anexo 3: El tingo- La Esperanza**



**Anexo 5: Descenso del piso BsMn 03**



**Anexo 6: Expansión ganadera**



**Anexo 7: Tala de caracas blancas**



**Anexo 8: Agricultura, plátano**



**Anexo 9: Tala de árboles**



**Anexo 10: Ganado**



**Anexo 11: Recinto Los Laureles**



**Anexo 12: Deslaves**



**Anexo 13: Entrevistas**



**Anexo 14: Entrevistas**



**Anexo 15: Rio chuquirahua**



**Anexo 16: Guía, foto grupal**



### **Anexo 17: dialogo semiestructurado.**

|        |  |
|--------|--|
| PASO 1 | Establecer una conversación casual con los habitantes pidiéndoles de favor que nos expliquen e indiquen la zona mientras preguntamos nuestros intereses acerca del lugar y tomamos nota, para esto debemos saber qué es lo que precisamente queremos saber y el orden en el que vamos a preguntar.   |
| PASO 2 | Elegir a la persona que nos puede ayudar con la información en este caso vamos a elegir a un agricultor cuyo trabajo es la producción de banano ya que conoce acerca del uso de suelo y conoce las pendientes y el terreno en sí, sin embargo, necesitamos también el conocimiento de un representante de la comunidad que puede ser el presidente o directivo que conozca las necesidades y problemáticas de la zona, en base al tema de interés. |
| PASO 3 | Mantener un dialogo donde la persona se sienta cómoda en la conversación, profundizando los comentarios y respuestas para continuar en la conversación sin preguntas directas o amenazadoras.  |
| PASO 4 | Para recolectar información debemos al final de las entrevistas reunirnos y dar a conocer la información que obtuvimos y si las fuentes eran confiables para comparar resultados.  |

**Anexo:** Dialogo semi estructurado

**Elaborado por:** El autor

## Anexo 18: Personas entrevistadas

| <b>PERSONAS ENTREVISTADAS</b>                                 |  |
|---|--|
| <b>Pueblo Narcisa de Jesús</b><br><b>Sr. Mariela Alvarado</b> | <p>Las personas del sector se dedican al sembrío de yuca, cacao, plátano.</p> <p>Si se aumentado el clima en estos últimos años y la lluvia desde noviembre a febrero.</p> <p>Existen la tala de boyas.</p> <p>No existe nuevos pobladores en la zona existen 70 personas más o menos.</p>     |
| <b>El reciento del deseo</b><br><b>Sra. Maryori Mesías</b>    | <p>Existe derrumbe en las zonas altas.</p> <p>En el lugar no se ha observado la tala de árboles.</p> <p>Nuevos pobladores la mayor parte de residentes viene de Manabí aproximadamente 6años, no cuentan con ganadería.</p> <p>Existe el daño de la cosecha por el aumento de temperatura.</p> |

**Anexo:** Personas entrevistadas

**Elaborado por:** El Autor

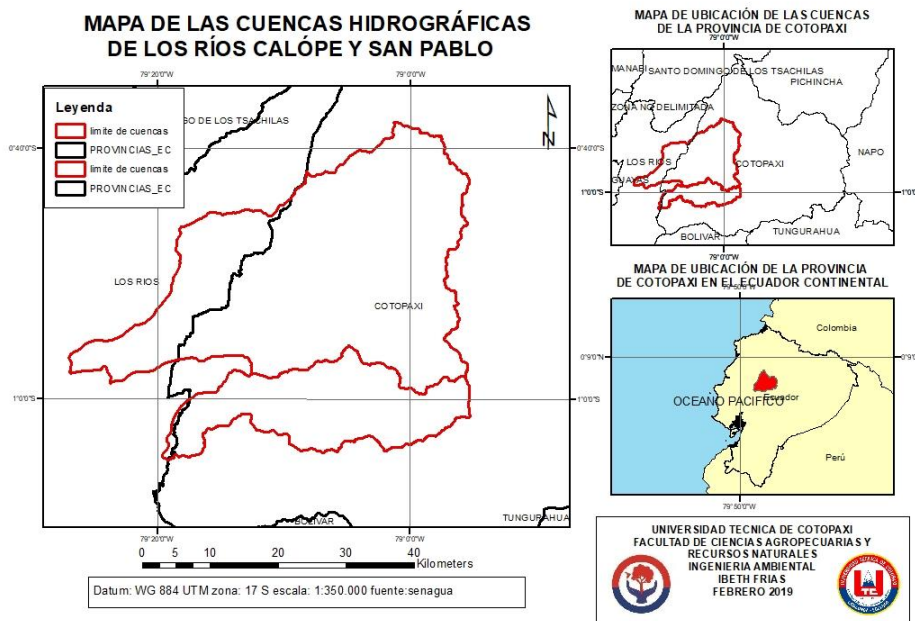
**Anexo 19: Lista de habitantes del sector.**

|   |
|---|
| <b>Habitantes:</b>                                  |
| Sr. Masabanda                                       |
| Sr. Milton Tóala                                    |
| Sr. Raúl Román                                      |
| Sr. Eduardo Livo                                    |
| Sr. Noelia Parra                                    |
| Sr. Estrada Augusto                                 |
| Sr. Jorge Vera (2años)                              |
| Sr. Julio Chamin (granja de pollos)                 |
| Sr. Aquilino Vascones (granja de pollos)            |
| Sr. Flavio Ramírez (granja de pollos)               |
| Sr. Kervin Moreira (vendió sus tierras) Sr. Onofre  |
| Sr. Zambrano (se dedica a la agricultura del cacao) |

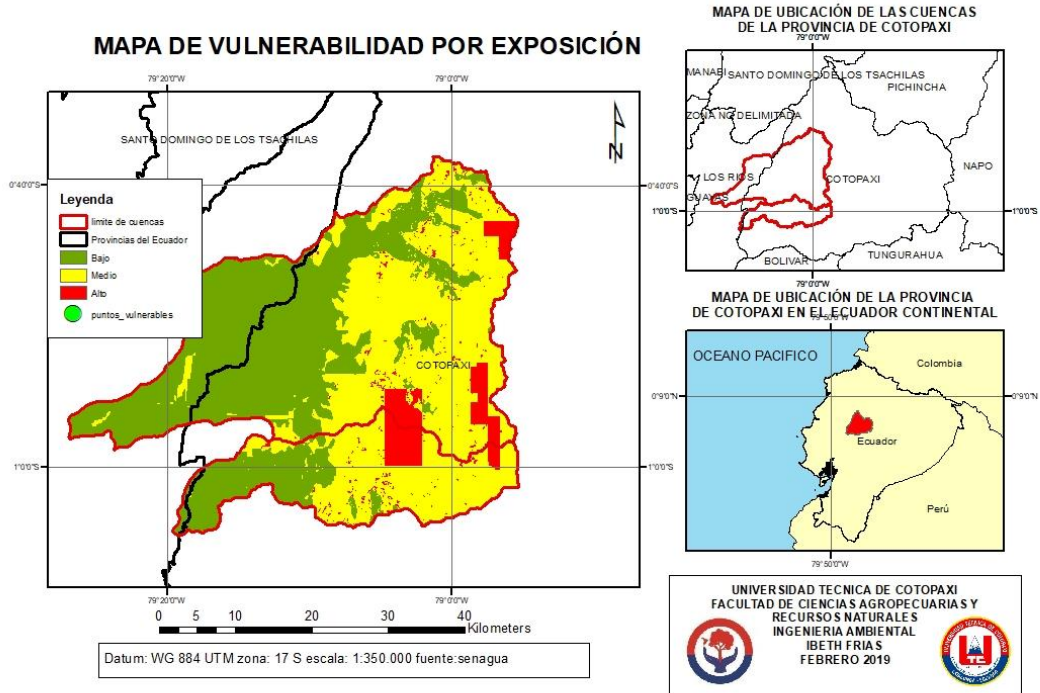
**Anexo:** Lista de habitantes del sector

**Elaborado por:** El Autor

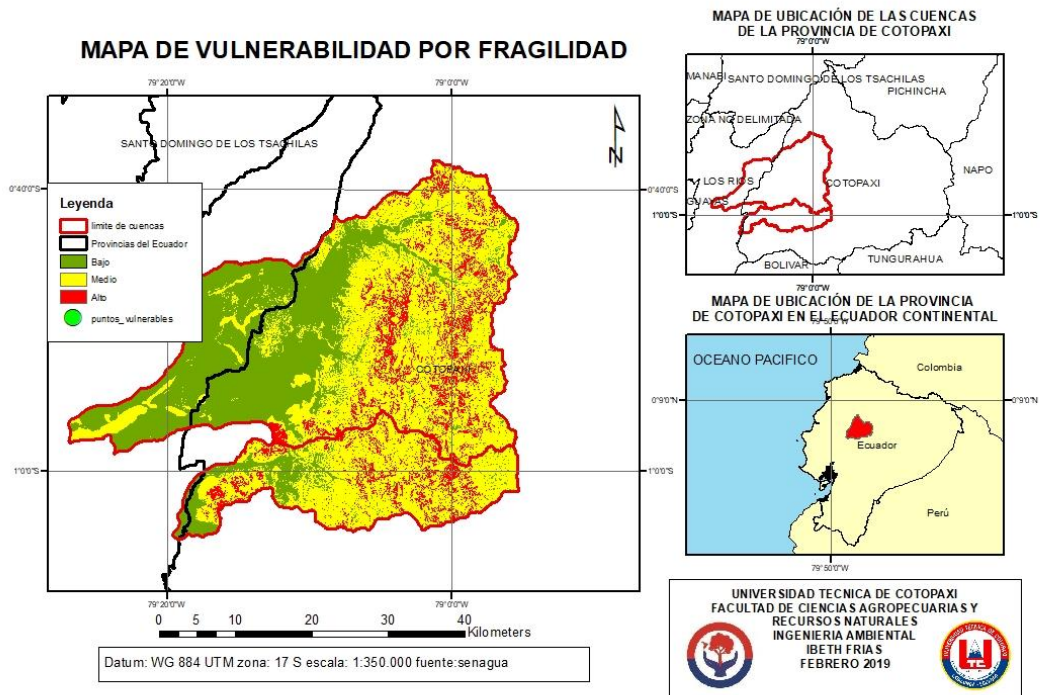
**Anexo 20: Mapa base, san pablo Calópe**



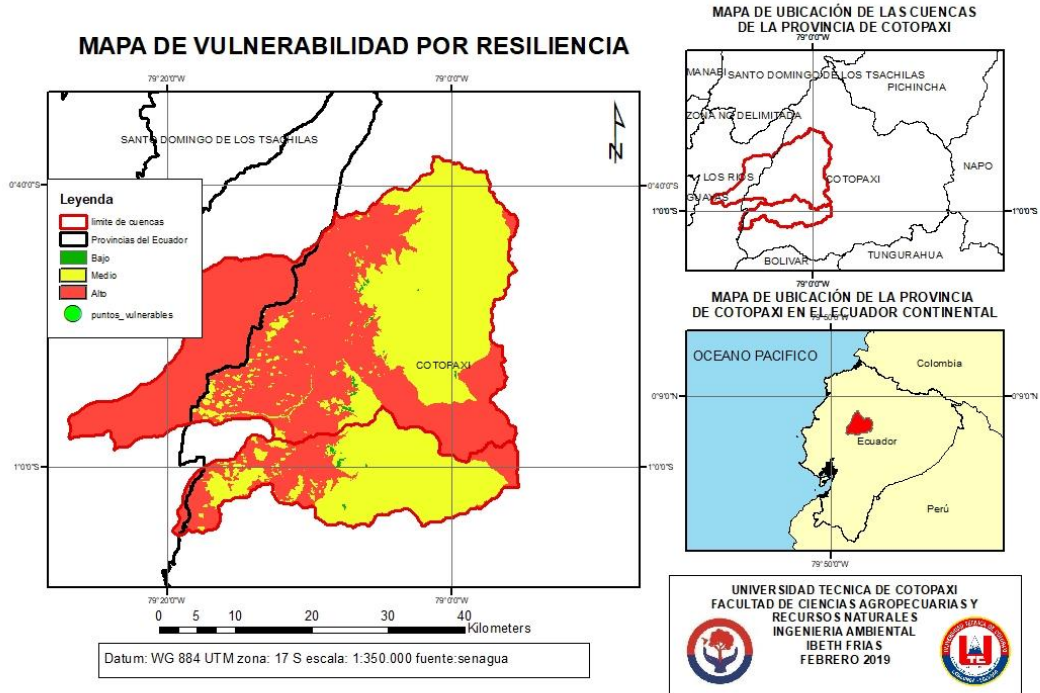
## Anexo 21: Mapa de vulnerabilidad por exposición



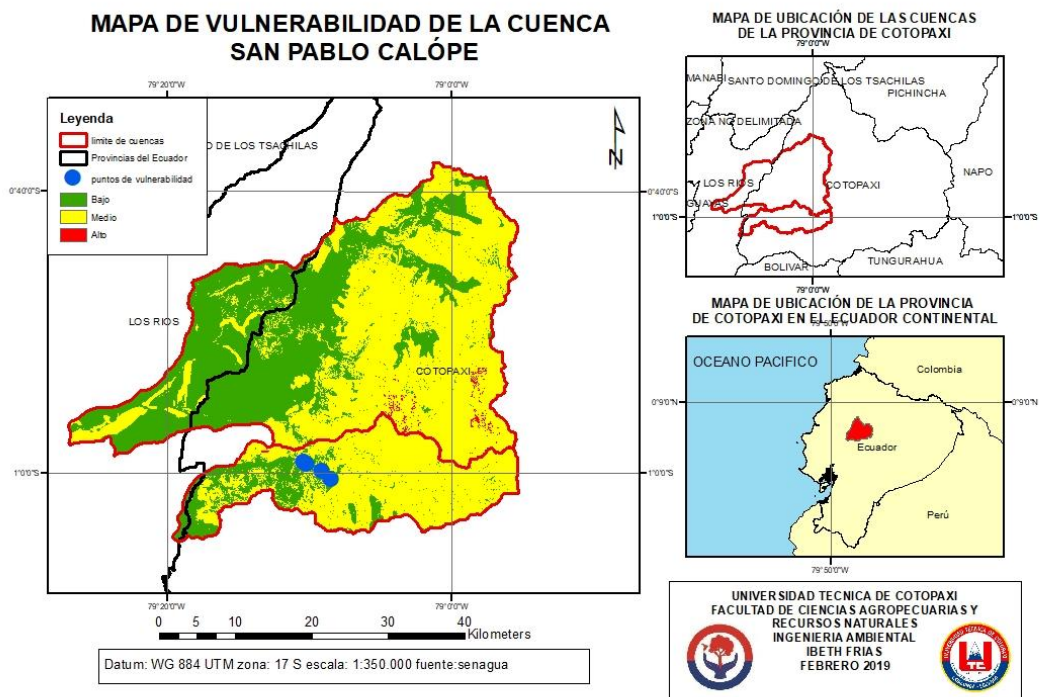
## Anexo 22: Mapa de vulnerabilidad por fragilidad



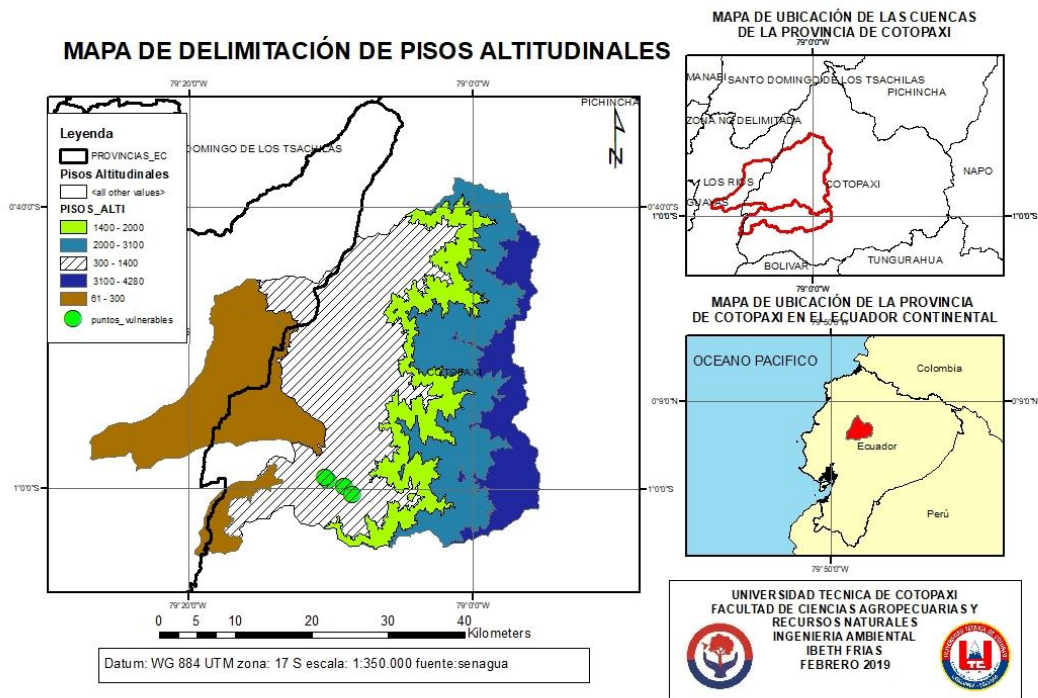
## Anexo 23: Mapa de vulnerabilidad por resiliencia



## Anexo 24: Mapa de vulnerabilidad cuenca San Pablo-Calópe



**Anexo 25: Mapa de delimitación de pisos altitudinales.**



**Anexo 26: Mapa de vulnerabilidad del piso BsPn01**

