



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSTGRADO



MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

**“VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA
CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR”**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión
Integral de Cuencas Hidrográficas**

TUTOR:

Ing. Tania Elizabeth García Fonseca MSc.

AUTOR:

Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

IBARRA - ECUADOR

2017

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Grado, presentado por el Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo, para optar por el grado de Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 20 días del mes de octubre del 2017



Ing. Tania Elizabeth García Fonseca MSc.

TUTOR

APROBACIÓN DEL JURADO

“VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR”

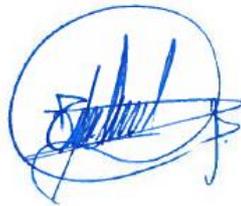
Por: Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

Trabajo de Grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el siguiente jurado, a los 16 días del mes de noviembre de 2017.

| | Apellidos y Nombres | Firma |
|------------------------|----------------------------|---|
| Miembro Tribunal 1: | Dra. Patricia Aguirre |  |
| Miembro Tribunal 2: | Dr. José Alí Moncada |  |
| Miembro Tribunal 3: | MSc. José Guzmán |  |

AUTORÍA

Yo; Oscar Vinicio Garzón Collahuazo, portadora de la cedula de ciudadanía N° 1003421045, declaro que la presente investigación denominada: **“VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR”**, es de mi autoría y responsabilidad, y se han respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes.



Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

CI: 1003421045

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSTGRADO

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DEL NORTE**

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | | | |
|------------------------------------|---|--|------------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD | | 1003421045 | |
| APELLIDOS Y NOMBRES | | Garzón Collahuazo Oscar Vinicio | |
| DIRECCIÓN | | Olmedo 5-40 entre Grijalva y García Moreno | |
| E-MAIL | | ovgarzon@hotmail.com | |
| TELÉFONO FIJO | | TELÉFONO MÓVIL | 0983082131 |
| DATOS DE LA OBRA | | | |
| TÍTULO: | “VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR” | | |
| AUTOR: | Oscar Vinicio Garzón Collahuazo | | |
| FECHA: | 20/10/2017 | | |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO | | | |
| PROGRAMA: | POSGRADO | | |

| | |
|-----------------------------------|---|
| TITULO POR EL QUE SE OPTA: | Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas |
| DIRECTOR: | Ing. Tania Elizabeth García Fonseca MSc. |

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Oscar Vinicio Garzón Collahuazo, con cédula de ciudadanía Nro. 1003421045, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2017

El Autor



Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

CI: 1003421045

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Oscar Vinicio Garzón Collahuazo con cédula de ciudadanía Nro. 1003421045 manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor del trabajo de grado denominada: “VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR” que ha sido desarrollada para optar por el título de Magíster en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 20 días del mes de octubre de 2017

El Autor



Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo
CI: 1003421045

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi Familia

A mis padres por ser el ejemplo de vida, a mis hermanos por el apoyo incondicional y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mi Amigo

Juan Alcívar, por compartir los conocimientos en el aula, anécdotas y vivencias en la maestría. Que Dios le guarde en su gloria.

¡Gracias a ustedes!

Oscar Garzón

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, por impartir el conocimiento científico, desarrollar en los estudiantes las capacidades profesionales en las distintas áreas del conocimiento.

Al Instituto de Postgrado UTN por orientar a los maestrantes en la vida profesional para el cumplimiento de los objetivos.

A MSc. Tania García por compartir el conocimiento geológico y dirigir el estudio investigativo, mi afecto y consideración.

Oscar Garzón

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO I..... | 1 |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Problema de investigación | 2 |
| 1.2 Objetivos de la investigación | 4 |
| 1.2.1 Objetivo general | 4 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 4 |
| 1.3 Justificación..... | 4 |
| CAPÍTULO II..... | 6 |
| MARCO TEÓRICO | 6 |
| 2.1 Antecedentes | 6 |
| 2.2 Referentes teóricos | 8 |
| 2.2.1 Inventario de Lugares de Interés Geológico..... | 8 |
| 2.2.1.1 Patrimonio Geológico..... | 8 |
| 2.2.1.2 Lugares de Interés Geológico | 10 |
| 2.2.1.3 Lugares de Interés Hidrológico | 11 |
| 2.2.1.4 Inventario y catalogación de Lugares de Interés Geológico..... | 12 |
| 2.2.2 Cuenca Hidrográfica..... | 16 |
| 2.2.2.1 Características físicas de la cuenca hidrográfica | 18 |
| 2.2.3 Hidrología..... | 26 |
| 2.2.3.1 Meteorología..... | 27 |
| 2.2.3.2 Climatología | 29 |
| 2.2.3.3 Geología..... | 31 |
| 2.2.4 Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas | 47 |
| 2.2.5 Marco Legal | 48 |
| 2.2.5.1 Marco legal mundial..... | 48 |
| 2.2.5.2 Marco legal nacional..... | 49 |

| | |
|---|-----|
| CAPÍTULO III | 51 |
| 3 MARCO METODOLÓGICO..... | 51 |
| 3.1 Descripción del área de estudio..... | 51 |
| 3.1.1 Ubicación..... | 51 |
| 3.1.2 Orografía | 51 |
| 3.1.3 Hidrografía | 52 |
| 3.1.4 Vegetación..... | 53 |
| 3.2 Diseño y tipo de investigación | 53 |
| 3.3 Procedimiento de la investigación | 56 |
| CAPÍTULO IV | 71 |
| 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA..... | 71 |
| 4.1 Caracterización de variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi. | 71 |
| 4.1.1 Parámetros morfológicos y morfométricos de la cuenca del río Ambi | 72 |
| 4.1.2 Parámetros hidrológicos de la cuenca del río Ambi | 86 |
| 4.2 Valoración con criterio científico, didáctico y recreativo en base en la importancia los Lugares de Interés Hidrológico. | 88 |
| 4.2.1 Recopilación y análisis de la información bibliográfica de Lugares de Interés Hidrológico..... | 88 |
| 4.2.2 Reconocimiento en campo, investigación y clasificación de los Lugares de Interés Hidrológico..... | 88 |
| 4.2.3 Valoración de los Lugares de Interés Hidrológica | 95 |
| 4.2.3.1 Valoración de LIH´S LAGO SAN PABLO | 97 |
| 4.2.3.2 Valoración de LIH´S CASCADA PEGUCHE..... | 98 |
| 4.2.3.3 Valoración de LIH´S LAGUNA CUICOCHA..... | 98 |
| 4.2.3.4 Valoración de LIH´S LAGUNA YAHUARCOCHA | 99 |
| 4.3 Catalogación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi..... | 101 |
| 4.4 Puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi... | 102 |

| | |
|--|-----|
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 106 |
| CONCLUSIONES | 106 |
| RECOMENDACIONES | 108 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 109 |
| ANEXOS | 115 |
| Anexo 1 Información de referencia | 115 |
| Anexo 2 Fichas de información en campo | 117 |
| Anexo 3 Listado de posibles Lugares de Interés Geológico | 138 |
| Anexo 4 Ficha de valoración | 139 |
| Anexo 4.1 Ficha de valoración - Lago San Pablo | 139 |
| Anexo 4.2 Ficha de valoración - Cascada Peguche..... | 140 |
| Anexo 4.3 Ficha de valoración - Laguna Cuicocha..... | 141 |
| Anexo 4.4 Ficha de valoración - Laguna Yahuarcocha..... | 142 |
| Anexo 5 Fichas de Lugares de Interés Geológico | 143 |
| Anexo 5.1 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Lago San Pablo..... | 143 |
| Anexo 5.2 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Cascada Peguche | 145 |
| Anexo 5.3 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Laguna Cuicocha..... | 147 |
| Anexo 5.4 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Lago Yahuarcocha..... | 149 |
| Anexo 6 Tabla de catalogación de Lugares de Interés Geológico | 151 |
| Anexo 7 Tabla criterio valoración de interés científico, didáctico y recreativo..... | 152 |
| Anexo 7.1 Tabla criterio de valoración – Lago San Pablo | 152 |
| Anexo 7.2 Tabla criterio de valoración – Cascada Peguche | 154 |
| Anexo 7.3 Tabla criterio de valoración – Laguna Cuicocha | 156 |
| Anexo 7.4 Tabla criterio de valoración – Laguna Yahuarcocha | 158 |
| Anexo 8 Matriz de coherencia..... | 160 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1 Tipologías geológicas..... | 13 |
| Tabla 2 Criterios de valoración | 15 |
| Tabla 3 Área de cuencas..... | 19 |
| Tabla 4 Formas de cuenca | 20 |
| Tabla 5 Susceptibilidad a crecidas | 21 |
| Tabla 6 Coeficiente de compacidad..... | 21 |
| Tabla 7 Elevación media de una cuenca..... | 22 |
| Tabla 8 Coeficiente de masividad | 22 |
| Tabla 9 Pendientes..... | 22 |
| Tabla 10 Longitud del cauce principal | 23 |
| Tabla 11 Densidad de drenaje | 25 |
| Tabla 12 Drenaje | 25 |
| Tabla 13 Parámetros morfométricos Laguna Cuicocha | 44 |
| Tabla 14 Parámetros morfométricos Lago San Pablo | 46 |
| Tabla 15 Variables..... | 55 |
| Tabla 16 Relación coeficiente de forma y coeficiente de forma | 56 |
| Tabla 17 Estaciones meteorológicas..... | 58 |
| Tabla 18 Hojas geológicas..... | 59 |
| Tabla 19 Valores morfométricos de las microcuencas de la cuenca río Ambi..... | 72 |
| Tabla 20 Geomorfología cuenca río Ambi | 74 |
| Tabla 21 Pendiente cuenca río Ambi..... | 76 |
| Tabla 22 Balance Hídrico cuenca río Ambi | 83 |
| Tabla 23 Morfometría cuenca río Ambi | 86 |
| Tabla 24 Hidrología cuenca río Ambi | 87 |
| Tabla 25 Puesta en valor LIH´S cuenca río Ambi..... | 103 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 Cuenca hidrográfica | 17 |
| Figura 2 Área de la cuenca | 18 |
| Figura 3 Longitud axial de la cuenca..... | 19 |
| Figura 4 Curva hipsométrica | 23 |
| Figura 5 Representación del ciclo hidrológico | 26 |
| Figura 6 Flujos de almacenamiento..... | 27 |
| Figura 7 Ciclo del agua..... | 28 |
| Figura 8 Ciclo hidrotectónico | 28 |
| Figura 9 Ciclo del agua..... | 29 |
| Figura 10 Sistema climático | 30 |
| Figura 11 Escalas temporales y espaciales | 30 |
| Figura 12 Fenómenos atmosféricos | 31 |
| Figura 13 Esquema tectónico regional de los Andes septentrionales..... | 32 |
| Figura 14 Principales rasgos morfoestructurales de los Andes de Ecuador | 34 |
| Figura 15 Depresión interandina Ecuador | 34 |
| Figura 16 Ubicación del Ecuador respecto a la región..... | 35 |
| Figura 17 Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental..... | 37 |
| Figura 18 Delimitación de los Trópicos desde el punto de vista glaciológico | 38 |
| Figura 19 Secuencia glacial del Cuaternario | 39 |
| Figura 20 Zona Volcánica del Norte – Segmento Ibarra..... | 40 |
| Figura 21 Complejo Volcánico Cotacachi | 41 |
| Figura 22 Laguna Cuicocha..... | 42 |
| Figura 23 Evolución Laguna Cuicocha | 43 |
| Figura 24 Complejo Volcánico Imbabura | 45 |
| Figura 25 Gestión integral de cuencas hidrográficas..... | 47 |
| Figura 26 Mapa de ubicación cuenca del río Ambi..... | 51 |
| Figura 27 Orografía cuenca río Ambi | 52 |
| Figura 28 Hidrografía cuenca río Ambi | 53 |
| Figura 29 Esquema general para el proceso de inventario y catalogación de LIG | 63 |
| Figura 30 Unidades hidrográficas cuenca río Ambi | 71 |
| Figura 31 Mapa de elevaciones cuenca río Ambi..... | 73 |
| Figura 32 Mapa de pendientes cuenca río Ambi | 75 |

| | |
|--|-----|
| Figura 33 Pendiente promedio cuenca río Ambi | 76 |
| Figura 34 Corte topográfico cuenca río Ambi..... | 77 |
| Figura 35 Curva Hipsométrica cuenca río Ambi..... | 77 |
| Figura 36 Relación temperatura media mensual y altitud cuenca río Ambi | 78 |
| Figura 37 Mapa de isotermas cuenca río Ambi | 79 |
| Figura 38 Mapa de isoyetas cuenca río Ambi | 80 |
| Figura 39 Mapa de cobertura vegetal cuenca río Ambi..... | 81 |
| Figura 40 Mapa edafológico cuenca río Ambi | 82 |
| Figura 41 Precipitación y Evapotranspiración anual cuenca río Ambi | 84 |
| Figura 42 Mapa Geológico cuenca río Ambi | 85 |
| Figura 43 Lago San Pablo | 89 |
| Figura 44 Ubicación Lago San Pablo | 90 |
| Figura 45 Lámina delgada, muestra de roca Lago San Pablo | 91 |
| Figura 46 Laguna Cuicocha..... | 92 |
| Figura 47 Ubicación Laguna Cuicocha | 92 |
| Figura 48 Lámina delgada, muestra de roca Laguna Cuicocha..... | 93 |
| Figura 49 Laguna Yahuarcocha..... | 94 |
| Figura 50 Laguna Yahuarcocha..... | 94 |
| Figura 51 Lámina delgada, muestra de roca Laguna Yahuarcocha..... | 95 |
| Figura 52 Mapa Lugares de Interés Hidrológico, cuenca río Ambi | 100 |
| Figura 53 Catalogación Lugares de Interés Hidrológico, cuenca río Ambi | 101 |

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

**“VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA
DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR”**

Autor: Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

Tutor: Ing. Tania Elizabeth García Fonseca MSc.

Año: 2017

RESUMEN

La valoración y catalogación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, permitió conocer el gran potencial hídrico que poseen sitios hidrológicos de relevancia, desde el punto de vista científico, didáctico y recreativo; además permitió caracterizar los parámetros morfológicos y morfométricos, orientado a la determinación del potencial hídrico en la provincia de Imbabura. Este trabajo investigativo tuvo como objetivo valorar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura orientado a la gestión del recurso hídrico. Como referentes teóricos sobresalen Carrera (2015); Almeida (2014); Flores (2010). El enfoque de la investigación es de campo cuantitativa de carácter exploratorio, descriptivo y explicativo. Como resultado se obtuvo una valoración y catalogación de geositos denominados como Lugares de Interés Hidrológico representado mediante mapas temáticos que permiten identificar fácilmente la ubicación y caracterización de los mismos. Esta valoración y catalogación determinó que la cuenca del río Ambi, posee cuatro sitios que representan un valor de interés hidrológico medio a muy alto; los geositos son: Lago San Pablo, Cascada Peguche, Laguna Cuicocha y Laguna Yahuarcocha.

Palabras clave: lugares de interés hidrológico, valoración, catalogación, cuenca del río Ambi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

**“VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA
DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR”**

Autor: Ing. Oscar Vinicio Garzón Collahuazo

Tutor: Ing. Tania Elizabeth García Fonseca MSc.

Año: 2017

ABSTRACT

The valuation and cataloging of places of hydrological interest in the Ambi river basin allowed us to know the great hydrological potential of hydrological sites of relevance, from a scientific, didactic and recreational point of view; also allowed to characterize the morphological and morphometric parameters, oriented to the determination of the water potential in the province of Imbabura. This research aimed to assess the sites of hydrological interest in the Ambi river basin of the province of Imbabura oriented to the management of water resources. As theoretical references stand out Carrera (2015); Almeida (2014); Flores (2010). The research focus is on a quantitative field of exploratory, descriptive and explanatory nature. As a result, an assessment and cataloging of geosites denominated as Places of Hydrological Interest was obtained through thematic maps that allow to easily identify the location and characterization of them. This assessment and cataloging determined that the Ambi river basin has four sites that represent a medium to very high hydrological interest value; the geosites are: San Pablo Lake, Peguche Waterfall, Cuicocha Lake and Yahuarcocha Lake.

Keywords: lugares de interés hidrológico, valoración, catalogación, cuenca del río Ambi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La ausencia del manejo integral de las cuencas hidrográficas del país y la escasa información producida por entidades públicas y privadas sobre los recursos hídricos a nivel de cuencas en la provincia de Imbabura, dirigida al aprovechamiento en materia científica, social o recreacional, evidencia la falta de investigación científica y la irrelevancia en un campo nuevo de investigación en ciencias de la tierra.

El escaso manejo integral del recurso hídrico a nivel de cuenca, conlleva a la escasez del líquido vital, tanto para el consumo humano como para actividades agrícolas, por otra parte hoy en día el crecimiento de la población, demanda de muchos recursos, para el desarrollo de las diferentes actividades, uno de ellos es el líquido vital; según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) recomienda que el consumo óptimo de agua por habitante debe ser de 100 litros diarios, sin embargo Ecuador consume 200 litros día por habitante, evidenciando que en el país se consume un 50% más que en toda la región.

Estudios efectuados afirman que la calidad del agua en los ríos de la provincia de Imbabura presenta alta variabilidad en los resultados de concentraciones de parámetros físicos, químicos, microbiológicos y biológicos, concluyendo que los valores determinados están sobre los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental.

Desde la misma perspectiva, la actividad antrópica, sumado las condiciones meteorológicas de la cuenca del río Ambi, influye directamente a la degradación de la cuenca con afectaciones a la composición del suelo, y por ende a la producción agrícola y abastecimiento de agua para riego y consumo humano.

La hidrológica de la cuenca, permiten conocer las condiciones morfológicas y morfométricas que posee la cuenca, la importancia de la determinación de las características de los sitios hidrológicos en la provincia de Imbabura, para establecer medidas de mitigación en la protección del recurso hídrico; y a la vez, para establecer la toma de decisiones. Además, la caracterización, permitirá, establecer a futuro estudios que valoren sitios de gran potencial

hídrico mediante la valoración de Lugares de Interés Hidrológico (LIH's) en la cuenca del río Ambi.

La valoración y catalogación de los Lugares de Interés Hidrológico establecen lineamientos representativos de cada geositio, justificando los aspectos relevantes de carácter científico, didáctico y recreativo existentes en la cuenca del río Ambi.

La aplicabilidad de la gestión de geositios de gran potencial hidrológico, se establece mediante una puesta en valor, la cual propone ejecutar actividades que dinamicen la gestión del georecurso, enfocado a la parte ambiental, turística o cultural de cada lugar.

1.1 Problema de investigación

Los diferentes procesos litosféricos evolutivos que se vienen generando desde la creación de la Tierra, han concebido la génesis paisajística a nivel mundial. En el transcurso del tiempo, se constata procesos geológicos que dan como resultado, espacios geográficos de particular importancia, rareza o estética; los cuales pueden ser considerados para la propuesta de Patrimonio Geológico Nacional en la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, es decir, a través de la identificación de los recursos naturales bajo la conceptualización de Lugares de Interés Hidrológico es posible determinar geositios que promuevan la gestión de recursos naturales renovables y no renovables, proporcionando un valor científico, cultural, educativo y paisajístico, relacionado al recurso hídrico y su utilización racional para el mejoramiento de la calidad de vida de la población y su entorno.

En Latinoamérica, el movimiento de creación de geositios se encuentra en franco desarrollo, evidenciando el interés marcado en la dinámica de la conformación del LIH's, procurando aprovechar el potencial hídrico en cada uno de los países en pos de mejorar las condiciones económicas y sociales de una localidad en específico a través de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas.

La invisibilidad de la riqueza del Patrimonio Natural que posee la provincia de Imbabura y al mismo tiempo como potencial recurso a ser utilizado y gestionado racionalmente, por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados en beneficio de la población, obliga aplicar nuevas tendencias investigativas en el área de disciplinas geológicas; como es el Patrimonio Geológico relacionado al recurso hídrico (cuencas hidrográficas); el cual permite que la gestión de este recurso natural hídrico colabore con la organización territorial y remedie el precario desarrollo económico-social de esta área específica del territorio ecuatoriano.

El inadecuado manejo sustentable y sostenible del recurso hídrico en la provincia de Imbabura en términos de gestión, a cargo de las instituciones públicas, ha ocasionado el deterioro de las fuentes hídricas, provocando la disminución y hasta posibles contaminaciones del líquido vital. Además, la falta de información técnica actualizada sobre un inventario de fuentes hídricas, para la cuantificación en términos de almacenamiento, distribución y conservación adecuada del recurso hídrico, genera preocupación a la comunidad científica. Razón por la cual es importante desarrollar y proponer una catalogación del recurso hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura, de tal manera que se pueda determinar los Lugares Hidrológicos de Interés para el establecimiento de una Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas.

La problemática de una inadecuada gestión del recurso hídrico, por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados, se ha generado debido a la falta de ejecución de planes de Gestión Integral de las Cuencas Hídricas en la provincia de Imbabura, falta de presupuesto para el financiamiento de los mismos y el desconocimiento técnico relacionado al ordenamiento territorial. Por otra parte, el poco interés de las autoridades y de la comunidad en general, para establecer un aprovechamiento adecuado del recurso hídrico en la provincia, se plantea generar nuevas formas sostenibles de Gestión Integral a nivel de cuencas hidrográficas, enfocado al geoturismo, educación ambiental o conservación en sitios de potencial interés hídrico.

Al no existir una Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, direccionado a actividades de carácter investigativo, educativo o recreacional, no se puede generar información que aporte a trabajos investigativos, como es el caso, para la conformación de un Geoparque en la provincia de Imbabura; trabajo que necesita como insumo principal la generación de una línea base de lugares geológicos de interés hídrico, para lo cual, entre uno de los insumos necesarios a emplearse, es la catalogación y valoración de LIH's en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura.

Con este antecedente es imprescindible elaborar el presente trabajo investigativo con el tema: “Valoración de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, provincia de Imbabura-Ecuador”, y ante lo descrito se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué importancia tiene en la actualidad, la valoración de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Valorar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura orientado a la gestión del recurso hídrico.

1.2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi.
- Valorar con criterio científico, didáctico y recreativo en base en la importancia los Lugares de Interés Hidrológico.
- Catalogar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi.
- Plantear la puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi.

1.3 Justificación

La ausencia del manejo integral y la escasa información sobre registros de catalogación de inventarios del recurso hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura, dirigida al aprovechamiento del recurso hídrico en materia científica, social y contemporánea, evidencia la falta de investigación científica y la irrelevancia en un campo nuevo de investigación en ciencias de la tierra, enfocado a la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas de lugares de interés en el espacio geográfico nacional. La zona norte del Ecuador no posee un registro de inventario de LIH's, que permita clasificar y valorar los espacios hídricos.

El desempeño de un papel protagónico en la difusión de la riqueza hídrica de la provincia de Imbabura en la cuenca del río Ambi, conlleva a la ejecución de la gestión integral del recurso hídrico enfocado a la valoración y catalogación de Lugares de Interés Hidrológico con puesta en valor de carácter científico, didáctico y recreativo para el establecimiento de posibles geositorios de visita turística-recreacional. Del mismo modo proporcionar a las instituciones públicas una línea base de información sobre sitios de importante valoración hídrica para la consideración de un insumo necesario en la conformación de un Geoparque en la provincia de Imbabura, reconocimiento que otorga la UNESCO a proyectos que cumplan un riguroso conjunto de exigencias y promover al país a conformar la Red Global de Geoparques.

Al incrementar el grado de conocimiento sobre el potencial del recurso hídrico desde el punto de vista científico, posibilita elevar el interés de geocientíficos en ampliar y profundizar

los estudios para diferentes aplicaciones de interés investigativo y buscar la divulgación de información científica sobre espacios geográficos orientados a la conformación de LIH's a nivel nacional. La determinación de LIH's en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura como espacios de atracción del geoturismo, aumenta las posibilidades de generar rentabilidad de ingresos económicos a la comunidad local mediante la visita turística a los LIH's, dinamizando la actividad social de los habitantes que se encuentran en la zonificación de la cuenca.

Los eventos eruptivos de edad Cuaternaria, localizados en la provincia de Imbabura, evidencian aportación a la generación del modelamiento paisajístico, además de condiciones geológicas intrínsecas, es importante mencionar que la realización de este estudio en la cuenca del río Ambi, permitirá desarrollar una interpretación de la evolución geológica referente a la génesis de LIH's, determinando así las causas que originaron a los diferentes lugares hidrológico de interés que posee la cuenca, de esta manera aportando con datos teóricos al conocimiento científico para futuros estudios investigativos.

Pero, además, es importante destacar que este tipo de estudios innovadores pueden generar la sinergia de varios actores que están conexos a las necesidades productivas de la provincia, en conclusión, la puesta en valor de los LIH's, en relación la línea de investigación de desarrollo social y del comportamiento humano, son:

- Cultural, consolidar una identidad cultural de herencia, calidad de vida de los habitantes de un territorio, que puede crecer en cualquier aspecto según el grado de conocimiento de un lugar.
- Educación, proporcionar información científica orientada a la generación de nuevos conocimientos investigativos relacionados al recurso hidrológico.
- Turismo, al incrementar la visita turística a nivel local, crea la necesidad de satisfacer y complacer al visitante y generar nuevos campos laborales.
- Productividad económica, gestión de turismo como eje de apoyo para la generación de ingresos, incentivación para el mejoramiento de infraestructura hotelera y tiendas artesanales.

El presente trabajo investigativo tiene como finalidad proporcionar conocimiento técnico científico sobre el recurso hidrológico con base en la importancia de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi para promover la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas enfocado en la valoración del recurso.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los términos Patrimonio Geológico (PG) y Lugares de Interés Geológico (LIG's) a nivel internacional contienen varios tópicos que obedecen a la realidad económica, social y cultural de cada país; unos están orientados a incrementar el conocimiento geológico de una región, otros más enfocados a tendencias conservacionistas, mientras que la mayoría se incumben en criterios de ordenamiento territorial conjugados con investigación.

El estudio de Patrimonio Geológico se considera una de las áreas más recientes en cuanto a investigaciones geológicas se refiere, constituyendo así una nueva forma de relacionar al hombre con la Tierra. Los primeros estudios de PG, se realizaron en el año de 1949 en Gran Bretaña, pero el estudio sistemático comenzó en 1977 concluyendo en 1990. En Australia el estudio del PG se inició a mediados del siglo XX, desarrollando metodologías completas adaptadas a casos especiales propias de cada geositio, por otra parte, en Alemania en 1969 ya se trabajaba con un grupo de geoconservación denominado GEA con el propósito de identificar lugares geológicos de interés científico. Una reunión internacional en 1988 de varios países europeos (Austria, Dinamarca, Finlandia, Reino Unido, Irlanda, Noruega y Holanda) permitió exponer ideas y problemáticas, entre las cuales incluía tratar los procesos de selección y clasificación de lugares de interés y PG. En 1995 se crea el organismo International Union of Geological Sciences (IUGS) con el objetivo de desarrollar una metodología de inventario de puntos de interés geológico global. La UNESCO en 2001 incluye programas internacionales, entre ellos se destaca el programa Global Geopark orientado a la gestión de territorios de gran valor geológico (Carcavilla, López y Durán, 2007).

Trabajos concernientes con aspectos metodológicos, elaborados por Chinchay (2011), quién propone formulas estadísticas para determinar teóricamente la diversidad geológica de

una región natural, en la que incluye un análisis de caso para el Ecuador; mientras, el Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico [INIGEMM, (2013)] desarrolló una metodología de inventario, catalogación y clasificación LIG's, la cual consiste en una recopilación amplia de varias metodologías extranjeras y en base a estas, diseña fases para desarrollar el inventario de LIG's en el Ecuador.

Para el estudio y gestión integral de cuencas hidrográficas enmarcadas en la línea de investigación de recursos naturales renovables en la provincia de Imbabura, fue necesario consultar diversos trabajos teóricos y de campo, relacionados a LIH's desarrollados en Ecuador y en el mundo. Sin embargo, estudios específicos en la provincia de Imbabura no es posible referirlos, probablemente, porque aún no se han culminado o porque definitivamente no existen.

Desde el punto de vista histórico, los recursos hídricos de la provincia de Imbabura han gozado de prestigio, por poseer atractivos turísticos y paisajísticos, además por ser conocida como la **provincia de los lagos**.

Así mismo la geodiversidad (hidrológica-vulcanológica) está documentada en estudios realizados por:

Almeida (2016), realiza una descripción cronológica de la evolución del Complejo Volcánico Cotacachi-Cuicocha, mediante el análisis petrográfico y geoquímico de las rocas producto de las emisiones volcánicas, diferenciando a tres unidades litoestratigráficas.

Carrera, Guevara, Tamayo y Guallichico (2015), se enfocaron a medir la concentración inorgánica, mediante un análisis estadístico, relacionado a la calidad del agua en la subcuenca del río Ambi en el cantón San Miguel de Urcuquí, provincia de Imbabura, proporcionando resultados que indican sobre la concentración de minerales (potasio, feldespato potásico, cloruros y sulfuros) de origen volcánico.

Almeida (2014), recopila información del recurso hídrico en la cuenca del río Mira, mediante una sistematización y evaluación de parámetros físicos, bacteriológicos, biológicos y químicos.

Le Pennec, Ruiz, Eissen, Hall y Fornari (2011), se refieren a la caracterización evolutiva del Complejo Volcánico Imbabura, mediante la datación de rocas e interpretación de la geología histórica de los eventos eruptivos, además la determinación del contenido de los minerales en suelos volcánicos.

Flores (2010), establece aplicaciones ingenieriles enfocado a la gestión integral del recurso hídrico dirigido tanto a la provisión de agua como medidas de prevención y mitigación de desastres naturales en la cuenca del río Ambi.

Padrón (2008), determina la emisión de flujos de CO₂ en la laguna cratérica Cuicocha, mediante las simulaciones y cálculos totales de CO₂ en el agua.

Ruiz (2003), determina las características geológicas de los eventos eruptivos del Complejo Volcánico Imbabura, descripción neotectónica e interpretación evolutiva de la edificación volcánica.

Gunkel y Casallas (2002), estudio limnológico en el Lago San Pablo, provincia de Imbabura, orientado a la caracterización hídrica y principalmente al análisis de eutrofización.

2.2 Referentes teóricos

2.2.1 Inventario de Lugares de Interés Geológico

2.2.1.1 Patrimonio Geológico

De las varias definiciones propuestas a nivel mundial, se puede considerar casi todas en singular importancia, sin embargo, sobresale el concepto que establece el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Por tanto, para poder entender la conceptualización de PG es necesario consensuar las definiciones de la mayoría de los autores, que se cita a continuación.

IGME (2013), manifiesta:

Patrimonio Geológico: conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas que permiten conocer, estudiar e interpretar:

- a) el origen y evolución de la Tierra,
- b) los procesos que la han modelado,
- c) los climas y paisajes del pasado y presente y
- d) el origen y evolución de la vida. (Ley 42/2007). (p.7)

Por otra parte, considerando la evolución de la historia de la Tierra como eje fundamental en el modelamiento paisajístico. Cendrero (1999) refiere que el Patrimonio Geológico, son los recursos naturales renovables y no renovables de formaciones rocosas, estructuras geológicas, acumulaciones sedimentarias, formas del terreno, yacimientos minerales, petrográficos o paleontológicos con un valor de carácter científico investigativo, social, cultural, académico, paisajístico o recreativo.

Durán, Carcavilla y López (citado de Vásconez, 2015) menciona:

El Patrimonio Geológico se define por todos aquellos recursos naturales, ya sean formaciones superficiales, rocosas, estructuras, acumulaciones sedimentarias, paisajes, yacimientos minerales, paleontológicos y todos los elementos geológicos de significativo valor científico, cultural, educativo y/o de interés recreativo cuya exposición y contenido es especialmente adecuado para reconocer, estudiar e interpretar la historia y la evolución geológica de un determinado ámbito, región o territorio. (p.7)

En el análisis del estudio de la geodiversidad y PG considera varios contextos geológicos, para el entendimiento de los componentes.

El término Patrimonio Geológico define a aquellos elementos geológicos tales como formaciones y estructuras geológicas, paisajes geomorfológicos, yacimientos paleontológicos y mineralógicos, etc., de significativo valor para reconocer, estudiar e interpretar la historia y la evolución geológica de una determinada región o territorio. (Chinchay, 2011, p.72)

Por otra parte, Duran y Vallejo (1998) refieren que el Patrimonio Geológico es un bien común. De propiedad individual o colectiva, se considera como patrimonio de la humanidad, si su desintegración es irreversible y solo presenta daño sobre el valor de sí mismo, que conlleva parte de memoria de la Tierra, conservando sus características principales para las futuras generaciones en conocimiento y disfrute.

Partiendo de las definiciones anteriores, se considera al Patrimonio Geológico como un conjunto de elementos geológicos que a través del tiempo expresan un contenido con características de singular importancia y un alto contenido de interés investigativo, educativo y recreacional. Sin dejar de lado los distintos componentes del PG; los elementos hidrológicos descritos como Lugares de Interés Hidrológico (LIH's), guardan una estrecha relación de catalogación y valoración del recurso hídrico.

2.2.1.2 Lugares de Interés Geológico

Existen varios autores que conceptualizan los dominios geológicos. Los Lugares de Interés Geomorfológico presentan un valor científico para la reconstrucción de la historia humana y de la Tierra, así como para la comprensión de la organización del territorio, el paisaje y el patrimonio natural. (González, Serrano y González, 2014, p.46).

Según García y Carcavilla (2009) designa a los Lugares de Interés Geológico como:

Lugares por su carácter único y/o representativo, para el estudio e interpretación del origen y evolución de los grandes dominios geológicos, incluyendo los procesos que los han modelado, los climas del pasado y su evolución paleobiológica. Estas áreas deberán mostrar, de manera suficientemente continua y homogénea en toda su extensión, una o varias características notables y significativas del Patrimonio Geológico de una región natural. (p. 7)

Por otra parte, IGME (2013) afirma que el estudio interpretativo y evolutivo de dominios geológicos apegado a proceso de modelamiento natural, clima y evolución paleobiológica; presentan un interés de carácter único mostrando la conservación de sus características homogéneas naturales.

Asimismo, INIGEMM (2013), sostiene que los LIG's son rasgos geológicos con características únicas de valor excepcional que evidencia la evolución geológica de un determinado territorio y que presenta una valoración científica, didáctica y recreativa.

En otras palabras, los LIG's son zonas geográficas de recursos naturales, con características evolutivas intrínsecas de una determina región, que permiten dar a conocer su

historia geológica, ambiental y cultural para la explicar desde el punto de vista científico las causas que originaron su formación en tiempo y espacio.

La importancia de la determinación de LIG's en un territorio radica en la que; la concentración de estos lugares permite conformar Geoparques, Parques Naturales o Parques Geológicos, fomentando la gestión del Patrimonio Geológico.

2.2.1.3 Lugares de Interés Hidrológico

Partiendo desde el punto de vista de aprovechamiento del recurso hídrico, Rodríguez (2001) sostiene que los Lugares de Interés Hidrológico son todos aquellos lugares en los que el recurso agua presenta particular interés por su belleza natural, desde un punto de vista histórico, por su importancia o por su uso específico en un momento dado, por su belleza arquitectónica directamente relacionada con el uso del agua, así como por el volumen que representa dentro del total de los recursos de la comunidad, de interés científico, educativo/didáctico y paisajístico/cultural.

Marín y Martínez (2007), manifiestan que el Patrimonio Geológico se conforma por un conjunto de elementos geológicos representados en la historia geológica, en el que propone incorporar a los recursos renovables como el agua subterránea como parte del Patrimonio Geológico.

Tal como propusieron en 2004 Ego y Moreno, la declaratoria Lugares de Interés Hidrogeológico, para aguas de aprovechamiento minero-medicinal, de manantial, mineral natural e industrial. Asimismo, Durán (2001) propone considerar al Patrimonio Hidrogeológico en tres grupos: manantiales, acuíferos (patrimonio hidrogeológico), edificaciones relacionadas a la interacción del agua (paisajístico) usos históricos del agua subterránea.

Por características o representatividad, un LIH's para su estudio e interpretación, se debe considerar la génesis y evolución de dominios geológicos, procesos de modelamiento, climas del tiempo geológico y evolución paleobiológica. (IGME, 2013).

En otras palabras, esta concepción detalla que un rasgo hidrológico debe tener valor intrínseco y de carácter excepcional-universal en una región para ser considerado como

LIH's, mostrando continuidad y homogeneidad en todas sus características de Patrimonio Geológico, del cual se puede aprovechar sus características hídricas (superficial o subterránea) para la gestión integral a nivel de cuenca hidrográfica.

2.2.1.4 Inventario y catalogación de Lugares de Interés Geológico

La conceptualización de la metodología del inventario y catalogación de Lugares de Interés Geológico propuesta por el INIGEMM (2013) consta de las siguientes fases:

Primera fase

Diagnóstico bibliográfico

Se refiere a la recolección de información documental existente, ya sea informes, trabajos investigativos, documentos científicos de entidades públicas o privadas que permitan robustecer la base de datos referente a Lugares de Interés Geológico en el país, además de validar la información de mapas temáticos de las diferentes disciplinas de ciencias de la tierra. Como resultado de la revisión documental, se genera una base de datos de información bibliográfica y referencia de información geológica, proporcionando información y mapas preliminares para las salidas de campo. Información registrada conforme la ficha información de referencia. Anexo 1.

Segunda fase

Según INIGEMM (2013) refiere esta fase, al establecimiento de una planificación de reconocimiento y compilación de datos en el campo con los siguientes criterios:

- Geológicos: Limitación de elementos geológicos mediante hojas geológicas de diferente escala.
- Geográficos: Delimitación de zonas de estudio, reconociendo espacios geográficos representativos como: hoyas geográficas, valles o por la topografía impuesta por el relieve.
- Escala de trabajo: De 1:100000, no es una escala a detalle, pero proporciona información relevante.
- Administrativos: Limitación geográfica a partir de divisiones políticas.

- Delimitación de áreas de estudio, arbitrarias o por selección de importancia.

Identificación- reconocimiento y verificación en campo

Verificación en campo de la información de referencia, en el que se constata y verifica en la Ficha de información de campo. Anexo 2.

Esta sección permite corroborar la información de campo o descartar sitios que no contengan información, considerando las siguientes tipologías geológicas:

Tabla 1

Tipologías geológicas

| Tipologías geológicas |
|------------------------------|
| Estratigráfico |
| Sedimentológico |
| Paleontológico-Geocronología |
| Petrográfico |
| Vulcanológico |
| Geomorfológico |
| Mineralógico |
| Estructural |
| Hidrológico-Hidrogeológica |
| Alteraciones |
| Indicios Minerales |

Fuente: INIGEMM (2013).

Las tipologías descritas en la tabla anterior establecen los lineamientos geológicos dentro de un contexto teórico, permitiendo orientar a los investigadores, dependiendo del tema de interés a estudiar.

Investigación-caracterización geológica especializada

Corresponde a la descripción a detalle de los elementos geológicos de interés previamente seleccionados. En este proceso se considera labor en campo; para ejecutar la caracterización a detalle de los rasgos geológicos seleccionados en la fase de verificación en campo.

La descripción mediante las diferentes tipologías geológicas permitirá incrementar el conocimiento geológico y entender la zona de estudio desde una perspectiva regional y local. Este registro de información se realizará de manera conjunta con técnicos especializados del área de geología.

La recolección de muestras y la elección de la técnica de laboratorio a ser elegida para su análisis permitirá especificar los resultados, por consiguiente, de manera específica se realizará estudios microscópicos para determinar genéticamente el rasgo geológico.

Clasificación-listado de posibles Lugares de Interés Geológico

Es necesario realizar un diagnóstico de las localidades con potencial interés geológico, con el propósito de decidir si los sitios preseleccionados en campo cumplen con las características necesarias para ser incluido en un listado de posibles Lugares de Interés Geológico, basado en las siguientes características:

- Considerar el rasgo geológico como escaso o muy raro en la historia geológica de una región natural, referidas en las tipologías geológicas.
- Rasgo geológico como referencia geológica nacional o a nivel internacional, conforme las tipologías geológicas.
- Rasgo geológico de importancia en la historia de la investigación geológica.
- Interés como compendio o registro de información científica.
- Rasgo geológico como importancia en la interpretación de procesos geológicos basado en la observación del mismo, referida en las tipologías geológicas.
- Rasgo geológico con alto grado de conocimiento científico.
- Rasgo geológico con diversidad de tipologías geológicas de interés, referida en las tipologías geológicas.
- Rasgo geológico con condiciones de acceso para descripción del proceso geológico.

Información registrada en el listado de posibles Lugares de Interés Geológico. Anexo 3.

Tercera fase

Valoración de Lugares de Interés Geológico

La posibilidad de uso o utilización, fragilidad y necesidad de protección, son criterios importantes para la valoración de Lugares de Interés Geológico (INIGEMM, 2013). Además de aquello, menciona que para la obtención de un informe sobre el listado de LIG's, las

descripciones y observaciones realizadas en campo, se debe registrar en la ficha de valoración. Anexo 4. Se seguirán los criterios de valoración conforme la metodología de inventario de Lugares de Interés Geológico INIGEMM (2013). Información registrada en Criterios de valoración. Anexo 7.

Inventario de Lugares de Interés Geológico catalogado

Conforme los diferentes parámetros científico, didáctico y recreativo, cada lugar seleccionado tendrá una puntuación, como lo indica la Tabla 2. Se asignará una ponderación en escala ascendente puntuarse de 1 al 4, obteniendo lugares que con cifras mayores a 210 serán de interés muy alto, mientras que los que tengan cifras entre 210 y 117 serán de valor medio, y aquellos que no alcancen la cifras de 50 serán de interés bajo. Información registrada en Ficha de valoración.

Tabla 2
Criterios de valoración

| Valoración de interés científico, didáctico y recreativo | | | |
|---|------------|-----------|------------|
| Parámetros | Científico | Didáctico | Recreativo |
| | Pesos | Pesos | Pesos |
| Representatividad | x15 | x3 | x0 |
| Carácter de localidad tipo | x7 | x2 | x0 |
| Grado de conocimiento científico del lugar | x9 | x0 | x0 |
| Estado de conservación | x7 | x2 | x0 |
| Rareza | x8 | x2 | x0 |
| Diversidad | x7 | x2 | x0 |
| Espectacularidad o belleza | x0 | x2 | x4 |
| Condiciones de observación | x7 | x2 | x3 |
| Asociación a otros patrimonios | x0 | x2 | x3 |
| Contenido didáctico | x0 | x3 | x0 |
| Contenido divulgativo | x0 | x0 | x4 |
| Posibles actividades a realizarse | x0 | x0 | x3 |
| Accesibilidad | x0 | x0 | x3 |
| SUMAS | 60 | 20 | 20 |

Fuente: INIGEMM (2013).

Los criterios de valoración descritos en la anterior tabla, pretenden determinar una caracterización de sus parámetros haciendo relación a tres criterios tanto en el ámbito científico, didáctico y recreativo, con las asignaciones de pesos correspondientes.

Se presenta un informe técnico-científico de la zona de estudio, que corresponde al resumen del respaldo científico, generado anteriormente y producto de la información de las fichas de Lugares de Interés Geológico Anexo 5, con la Tabla de catalogación de Lugares de

Interés Geológico Anexo 6, y conjuntamente con la Tabla de criterio de valoración de interés científico, didáctico y recreativo. Anexo 7.

Cuarta fase

Mapas temáticos

Para la representación de la localización y ubicación de Lugares de Interés Geológico debidamente georeferenciados mediante herramientas de información geográfica, se hace necesario elaborar mapas temáticos, que permitirán difundir la información de carácter científico-técnico.

Por lo tanto, hay que considerar al resultado de la representación gráfica como un medio de divulgación de información, como lo establecen algunos autores. “La representación sobre cartografía geológica de cara a la planificación estaría justificada en un estudio de geodiversidad o un inventario, para apreciar la representatividad de los LIG’s o bien como herramienta de divulgación, situando geológicamente el lugar” (Lozano, Vegas y García, 2009, p153).

2.2.2 Cuenca Hidrográfica

Una cuenca hidrográfica o lacustre es el área delimitada por las divisorias de aguas de un sistema de arroyos y ríos que convergen en la misma desembocadura. Una cuenca subterránea o un acuífero es un cuerpo discreto de agua subterránea (Global Water Partnership, 2009).

Generalmente una cuenca hidrográfica, consta de un curso de agua, alimentado de afluentes secundarios que confluyen y se descargan en un punto de salida, como muestra la siguiente figura.

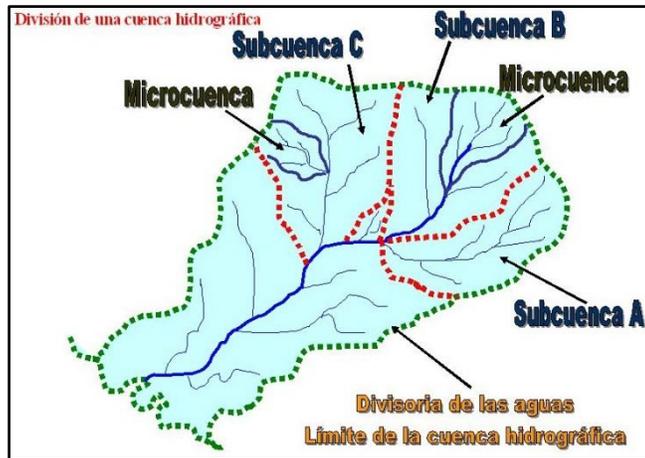


Figura 1 Cuenca hidrográfica
Fuente: Global Water Partnership (2009).

Acorde a lo definido por Ramakrishna (1997), establece que la cuenca hidrográfica en un área que constituye el curso principal de agua procedente de la precipitación, siendo esta área natural una unidad fisiográfica por la descripción geomorfológico de los relieves que definen el curso del agua, los límites de las cuencas esta dado por la línea natural que separa las vertientes o cuencas fluviales.

El autor antecedente, manifiesta la cuenca como un sistema, lo siguiente:

La cuenca la conforman componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), que están todos interrelacionadas y en equilibrio entre sí, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna, 1997, p. 19).

Según Aguirre (2011)

La cuenca es el espacio del territorio en el cual naturalmente discurren todas las aguas (aguas provenientes de precipitaciones, de deshielos de acuíferos, etc. que discurren por cursos superficiales o ríos) hacia un único lugar o punto de descarga (que usualmente es un cuerpo de agua importante tal como un río, un lago o un océano). El ámbito de la cuenca hidrográfica es un espacio territorial naturales independiente de las fronteras político-administrativas internas de un país o de fronteras internacionales. (p.11)

Según las definiciones citadas referente a la cuenca hidrográfica, se define como una unidad fisiográfica que constituye el encauzamiento de las aguas que llegan a este mediante

el sistema de canales que la componen para el drenaje a un lugar principal sea río, lago u océano, las cuencas están divididas por “divisorias de aguas” que son relieves altos que separan físicamente de otras cuencas de drenaje, por tanto las cuencas son un sistema de acopio y canalización del agua a un punto determinado de llegada natural.

Por otra parte, Ramakrishna (1997), considera a una cuenca hidrográfica, como una unidad fisiográfica compuesta por un sistema de cursos hídricos establecidos por la forma de la tierra, delimitada por las partes más altas de una superficie (divisoria de aguas) natural que encierra a un cauce principal, denominado río.

2.2.2.1 Características físicas de la cuenca hidrográfica

El análisis de una cuenca hidrográfica se desarrolla en base a la morfometría, morfología y morfodinámica (Rosales, 2015). Sin embargo, para determinar la caracterización de una cuenca hidrográfica de una forma objetiva, se considera los parámetros de forma y parámetros hidrológicos, como a continuación se describen:

Parámetros de forma

Área (A)

Polígono cerrado, que corresponde a una superficie plana delimitada entre la divisoria de aguas.

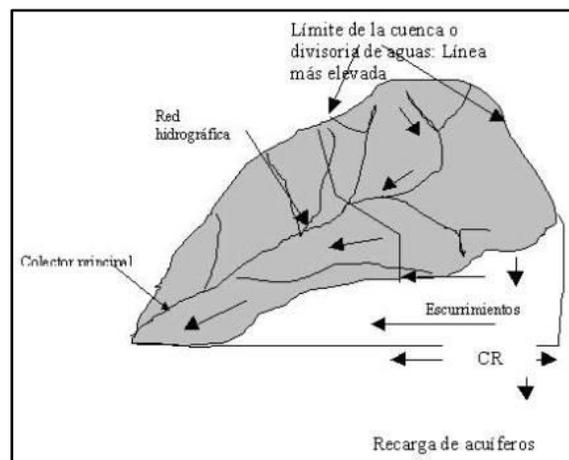


Figura 2 Área de la cuenca

Fuente: Ewigweibliche (2017). Recuperado de <https://ewigweibliche.wordpress.com/author/ewigweibliche/>

El siguiente cuadro muestra la descripción de la cuenca en función de su tamaño:

Tabla 3

Área de cuencas

| Superficie cuenca (km ²) | Descripción |
|--------------------------------------|--------------------|
| <25 | Muy pequeña |
| 25-250 | Pequeña |
| 250-500 | Pequeña-Intermedia |
| 500-2500 | Intermedia-Grande |
| 2500-5000 | Grande |
| >5000 | Muy Grande |

Fuente: Rosales (2015).

La tabla muestra los rangos en base a los cuales se realiza la clasificación del tipo de cuencas según su tamaño de superficie.

Perímetro (P)

Es la longitud total del polígono que delimita la cuenca hidrográfica.

Longitud Axial (La)

Es la longitud del cauce principal desde la cabecera hasta el punto de salida de la cuenca hidrográfica, el cual recibe el aporte de los cauces tributarios, como muestra la siguiente figura.

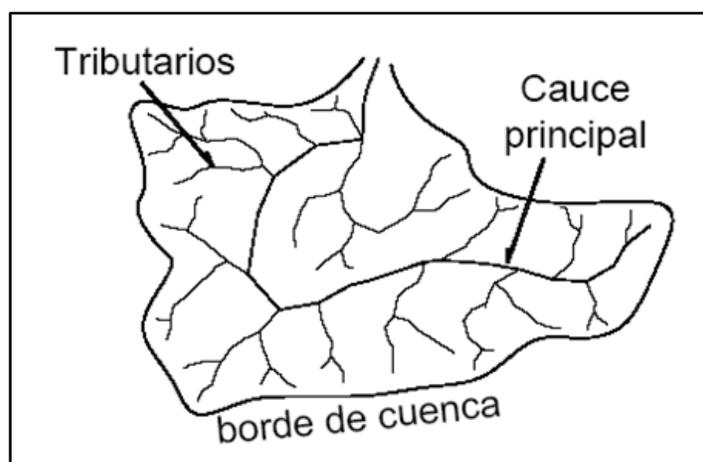


Figura 3 Longitud axial de la cuenca

Fuente: Ewigweibliche (2017). Recuperado de <https://ewigweibliche.wordpress.com/author/ewigweibliche/>

Ancho promedio (Ap)

Se define como la relación longitudinal existente entre el área (A) y la longitud axial (La) de la cuenca.

Forma

Naranjo (2013), afirma que la forma de una cuenca se define mediante el índice de Gravelius o conocido como coeficiente compacidad (Kc); o a través del factor de forma (Ff). En la siguiente tabla se muestra las formas de la cuenca.

Tabla 4
Formas de cuenca

| Rango Kc | Forma de la cuenca |
|-----------------|---------------------------|
| <0.22 | Muy alargada |
| 0.22-0.3 | Alargada |
| 0.3-0.37 | Ligeramente alargada |
| 0.37-0.45 | Ni alargada ni ensanchada |
| 0.45-0.6 | Ligeramente ensanchada |
| 0.6-0.8 | Ensanchada |
| 0.8-1.2 | Muy ensanchada |
| >1.2 | Rodeada |

Fuente: Naranjo (2013).

Es decir, de acuerdo a lo señalado por el autor en referencia se determina que la forma de la cuenca está en función del coeficiente Kc, como se aprecia su clasificación según los rangos.

Factor de forma. - Expresa la relación entre ancho promedio y la longitud axial de la cuenca.

$$Ff = \frac{Ap}{La}$$

Este valor adimensional muestra la forma. Por otra parte, Rosales (2015) describe que la susceptibilidad a crecidas está relacionada a la forma de la cuenca que puede presentar la cuenca hidrográfica, como muestra la siguiente tabla:

Tabla 5*Susceptibilidad a crecidas*

| Rango Ff | Susceptibilidad a crecidas |
|-----------------|-----------------------------------|
| 0-0,25 | Baja |
| 0,25-0,50 | Media |
| 0,50-0,75 | Alta |
| >0,75 | Muy alta |

Fuente: Rosales (2015).

Índice de Gravelius (Kc).- O coeficiente de compacidad, corresponde a la relación entre el perímetro (P) de la cuenca y la longitud de la circunferencia de un círculo igual al área (A) de la cuenca.

$$Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi * A}}$$

El coeficiente de compacidad muestra la forma que tiene la cuenca:

Tabla 6*Coefficiente de compacidad*

| Rango Kc | Forma de la cuenca |
|-----------------|--------------------------------------|
| 1-1.25 | Compacta o redonda a oval redonda |
| 1.25-1.5 | Oval redonda a oval alargada |
| 1.5-1.75 | Oval alargada a rectangular alargada |

Fuente: Naranjo (2013).

Los valores de Kc establecidos en la tabla anterior muestran los rangos a los cuales pertenece la forma de la cuenca, permitiendo caracterizar la morfometría de la misma.

Altitud mínima (Hmin)

Es la cota más baja de la cuenca sobre el nivel del mar, generalmente corresponde al punto de salida.

Altitud máxima (Hmax)

Es el punto más alto de la cuenca, medido sobre el nivel del mar. Estas diferentes altitudes indican los pisos altitudinales que pueden tener la cuenca, íntimamente relacionados con la temperatura, geomorfología y evapotranspiración

Desnivel altitudinal (Dh)

Es la diferencia existente entre la altitud mínima y máxima de la cuenca.

Altitud media (Hm)

Es el promedio de las elevaciones en una cuenca, a través de un análisis espacial y estadístico. Según la siguiente tabla, muestra las clases de elevaciones medias existentes:

Tabla 7
Elevación media de una cuenca

| Rangos de elevación (m) | Clase |
|--------------------------------|--------------|
| <2000 | Baja |
| 2000-3000 | Moderada |
| >3000 | Alta |

Fuente: Rosales (2015).

Coefficiente de masividad (Km)

Es la relación que existe entre la altitud media (Hm) y el área (A), para indicar en forma general el relieve de la cuenca. En la siguiente tabla se muestra los coeficientes de masividad.

Tabla 8
Coefficiente de masividad

| Rango de Km | Clase |
|--------------------|-------------------------|
| 0-35 | Muy montañosa |
| 35-70 | Montañosa |
| 70-105 | Moderadamente montañosa |

Fuente: Rosales (2015).

Pendiente media de la cuenca (Pm)

Es la inclinación promedio de la cuenca, que determina la velocidad de la escorrentía superficial, lo cual influye en el tiempo que tarda el agua de las precipitaciones para concentrarse en los cauces de la cuenca. Este parámetro precisa el tipo de morfología de la cuenca. La siguiente tabla muestra la pendiente del terreno:

Tabla 9
Pendientes

| Tipo | Descripción (%) |
|----------------|------------------------|
| Plana | 0-2 |
| Muy suave | 2-5 |
| Suave | 5-12 |
| Media | 12-25 |
| Media a fuerte | 25-40 |

| | |
|---------------|---------|
| Fuerte | 40-70 |
| Muy fuerte | 70-100 |
| Escarpada | 100-150 |
| Muy escarpada | 150-200 |
| Abrupta | >200 |

Fuente: Cabrera y Andrade (2013).

Curva hipsométrica

La curva hipsométrica permite conocer la distribución de masa en la cuenca desde arriba hacia abajo. Strahler (citado de Racca, 2007)

Por otra parte, se puede afirmar que, es la representación gráfica que indica el porcentaje del relieve de la cuenca que existe por encima de cierta cota determinada.

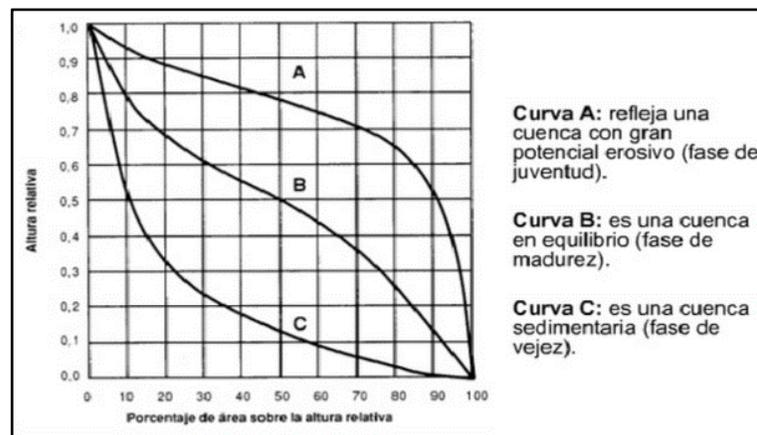


Figura 4 Curva hipsométrica
Fuente: Racca (2007).

Parámetros hidrológicos

Longitud del cauce principal (L)

Longitud medida en kilómetros del cauce principal de la cuenca. Según el rango de longitud se puede clasificar en:

Tabla 10

Longitud del cauce principal

| Rango de longitud (km) | Clases |
|------------------------|---------|
| <10 | Corto |
| 10-25 | Mediano |
| >25 | Largo |

Fuente: Rosales (2015)

Como se indica en la tabla anterior, las clases de longitud del cauce principal se agrupan en un determinado rango de kilómetros.

Pendiente del río principal (S)

Está íntimamente relacionado con la velocidad de escurrimiento de las corrientes de agua. Podemos obtener:

Pendiente por tramos (Pr)

Se puede obtener a través de la siguiente expresión:

$$Pr = \frac{\text{Diferencia de cotas}}{\text{Distancia horizontal entre cotas}}$$

Pendiente equivalente constante (Prc)

Permite tener una idea sobre el tiempo de recorrido del agua a lo largo de la extensión del perfil del río, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Prc = \left(\frac{\sum li}{\sum li * (Pr)^{0,5}} \right)^2$$

Dónde:

li: Distancia Inclínada entre cotas

Densidad de drenaje (Dd)

Relación existente entre la longitud total de los drenajes y área de la cuenca, para mostrar la capacidad de la cuenca para evacuar el agua. La siguiente fórmula expresa la relación existente entre los dos parámetros:

$$Pr = \frac{Lx}{A}$$

Tabla 11*Densidad de drenaje*

| Densidad de drenaje (km/km ²) | Categoría |
|---|-----------|
| <1 | Baja |
| 1-2 | Moderada |
| 2-3 | Alta |
| >3 | Muy alta |

Fuente: Rosales (2015)

La categoría establecida en esta tabla permite caracterizar los drenajes de las cuencas conforme la distancia en relación a su superficie.

Desde otro punto de vista, corresponde al esparcimiento existente entre cada drenaje del área de la cuenca hidrográfica. Consecuentemente precisa la litología Cabrera y Andrade (2013).

La siguiente tabla muestra la clasificación de la densidad de drenaje:

Tabla 12*Drenaje*

| Espaciamiento (cm) | Densidad de drenaje |
|--------------------|-------------------------|
| <0,4 | Fino (muy disectado) |
| 0,4-4 | Medio (disectado) |
| >5 | Grueso (poco disectado) |

Fuente: Cabrera y Andrade (2013).

El espaciamiento (cm) determinado en la cartografía digital, dependiendo de la distancia entre los drenajes, conforme la anterior tabla, permite establecer la densidad de los drenajes de la cuenca.

Patrón de drenaje (Pd)

Es la red de drenajes que adquiere una cuenca por influencia de del clima y el tipo de suelo/roca existente. Se clasifican en dendrítico, subdendrítico, paralelo, enrejado, rectangular, radial, anastomosado, pinnado y meándrico.

Tiempo de concentración Kirpich (Tc)

Se define como el tiempo mínimo necesario para que todos los puntos de una cuenca estén aportando agua de escorrentía de forma simultánea al punto de salida, punto de cierre.

$$T_c = 0,95 * (L^3/H)^{0,385}$$

L= longitud del río (km)

H= Desnivel del río (km)

2.2.3 Hidrología

Para Manosalve (2002), la hidrología es una ciencia que clasifica las regiones hidrológicas según sus características físicas de manera cuantitativa y cualitativa con el objetivo de conocer sus indicios para establecer una comparación entre dichas regiones.

Hidrología es una ciencia de la tierra que describe y predice la ocurrencia y circulación del agua en el planeta, enfocado en:

- Distribución del movimiento del agua sobre y bajo la superficie, incluyendo los intercambios con la atmosfera.
- Interacciones físicas y químicas con los materiales del planeta
- Los procesos biológicos y actividades humanas que afectan su movimiento, distribución y calidad.

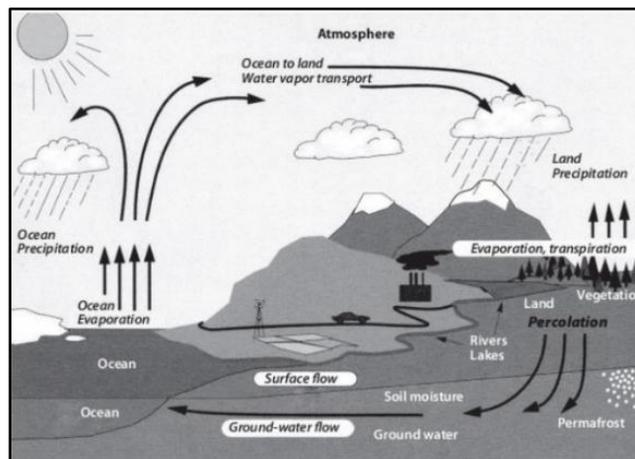


Figura 5 Representación del ciclo hidrológico

Fuente: Trenberth (2007).

Los flujos de almacenamiento fundamentales en el ciclo hidrológico se representan en la siguiente figura, en el que se observan las principales etapas y del ciclo del agua.

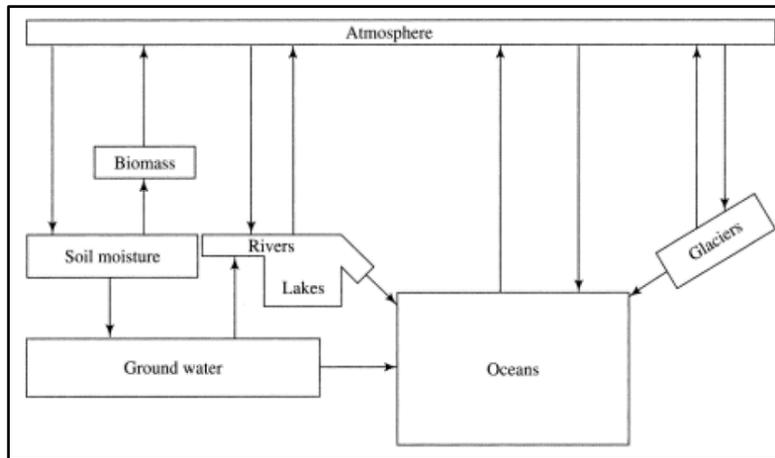


Figura 6 Flujos de almacenamiento
Fuente: Dingman (2015).

Para el estudio del agua superficial y subterránea de debe considerar las siguientes propiedades:

- Punto de congelación y fusión
- Densidad
- Tensión superficial
- Viscosidad dinámica
- Calor latente
- Calor específico o capacidad térmica

2.2.3.1 Meteorología

Ciclo del agua

Partiendo desde un enfoque geológico, de acuerdo a Bach, Brusi, Domingo (1988), los ciclos son sistemas cerrados, siendo ciclos de la materia un conjunto de fases y modificaciones acorde a una sistematización establecida mediante la cual una sustancia o elemento regresa necesariamente a sus condiciones iniciales; es decir la materia circula en la tierra en la misma proporción, pero es intervenida o cambiada por agentes geológicos, como por ejemplo es el ciclo del agua. Según Mook (2002), “El ciclo hidrológico global junto con su fuerza motriz, la radiación solar constituye el soporte básico para que se origine la producción biológica primaria” (p.13). (figura 8). Es, por tanto, conforme a las citas antecedentes, que el ciclo del agua constituye un proceso sistemático y conocido de

transformación de la materia por agentes geológicos como por la intervención de radiación solar que determina los estados o fases del en sólida, líquida y gaseosa; siendo el ciclo un proceso esencial para la generación de materia orgánica a partir de materia inorgánica a través de procesos de la fotosíntesis o quimio síntesis.

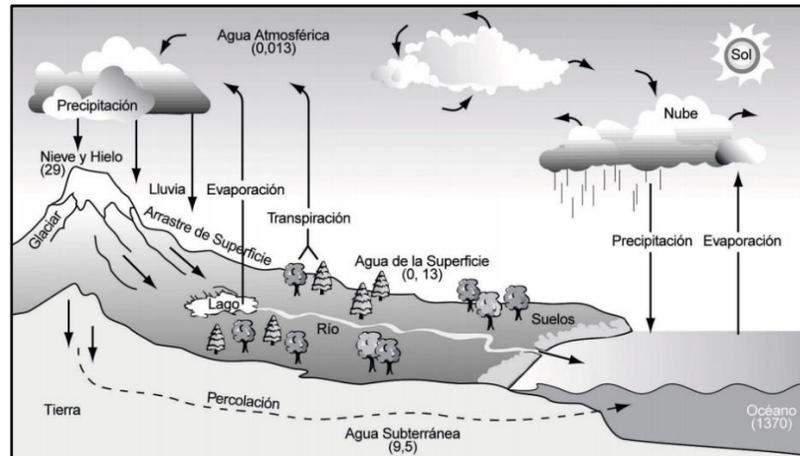


Figura 7 Ciclo del agua
Fuente: Calvo y Fonfría (2008).

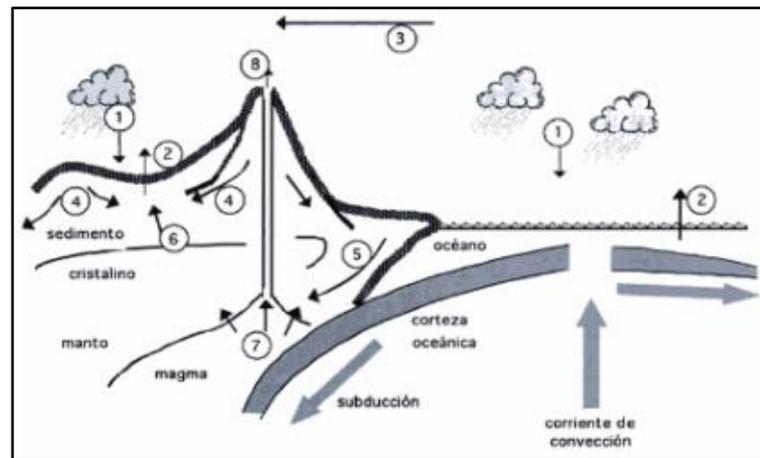


Figura 8 Ciclo hidrotectónico
Fuente: Mook (2002).

Componentes del Ciclo Hidrológico

Los componentes del Ciclo Hidrológico se refieren a las fases por las que pasa el agua en su recorrido invariable, por lo tanto, los 14 componentes de su ciclo (Custodio y Llamas, 1996; USGS 2017) catorce (14) son:



Figura 9 Ciclo del agua
 Fuente: USGS (citado de Naranjo 2013).

- Agua almacenada en los océanos
- Evaporación
- Agua en la atmósfera
- Condensación
- Precipitación
- Agua almacenada en los hielos y la nieve
- Escorrentía superficial y suelos
- Corriente de agua
- Agua dulce almacenada
- Infiltración
- Descarga de agua subterránea
- Transpiración
- Agua subterránea almacenada

2.2.3.2 Climatología

Para la Organización Meteorológica Mundial (2011) el clima se define como las condiciones de meteorología normales en una zona y tiempo determinado, que, mediante la medición estadística de sus elementos como temperatura, presión atmosférica, precipitación, humedad y vientos, permiten caracterizar un lugar o región en cualquier periodo de tiempo.

Se puede afirmar, que, el efecto físico momentáneo de la atmosfera se denomina tiempo; y que la sucesión de tiempos momentáneos es el clima.

Se puede afirmar que la climatología estudia los cambios físicos de los factores climáticos en un determinado intervalo de tiempo, principales factores climáticos son: temperatura, precipitación, presión atmosférica, humedad heliofanía, evaporación, evapotranspiración,

velocidad y dirección del viento. El sistema climático se refiere a la interacción de un conjunto de elementos constituidos por atmósfera, superficie terrestre, casquetes nivales, océanos y masa de agua, en la siguiente figura se ilustra la interacción de dichos elementos:

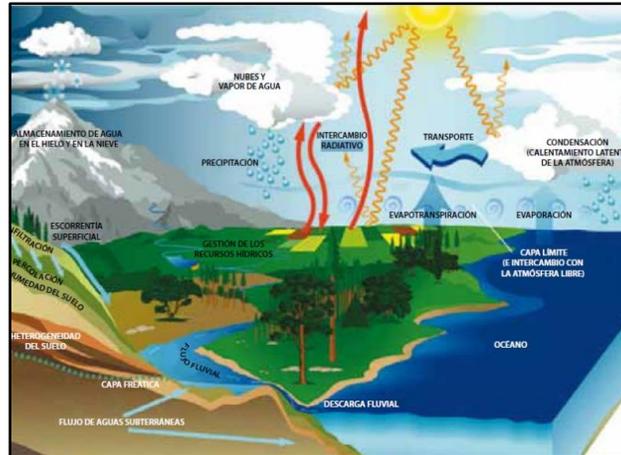


Figura 10 Sistema climático
Fuente: OMM (2011).

Las interacciones de los elementos constitutivos del sistema climático ocurren a toda escala, las modificaciones físicas de una zona tales como exposición, insolación y sombra influyen en el cambio de la cobertura vegetal (microescala), en cambio en la mesoescala se determina en el cambio de clima en una región, valle o a nivel de bosques, o mejor representado a nivel de cuencas, mientras que la microescala contempla a zonas geográficas a nivel de continentes para determinar los recursos. Se puede apreciar en la siguiente figura.

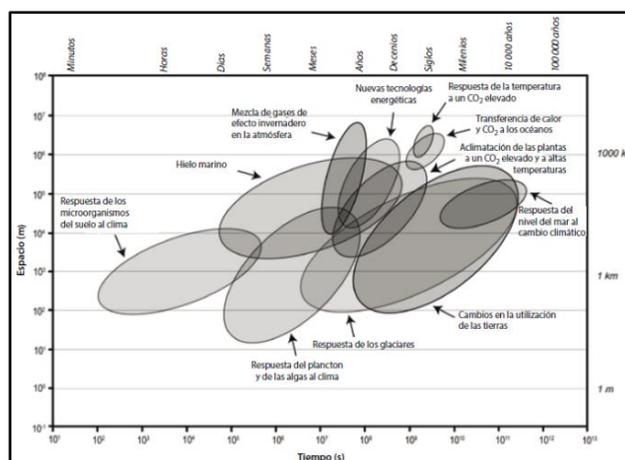


Figura 11 Escalas temporales y espaciales
Fuente: OMM (2011).

Duración característica de los fenómenos atmosféricos micro y gran escala.

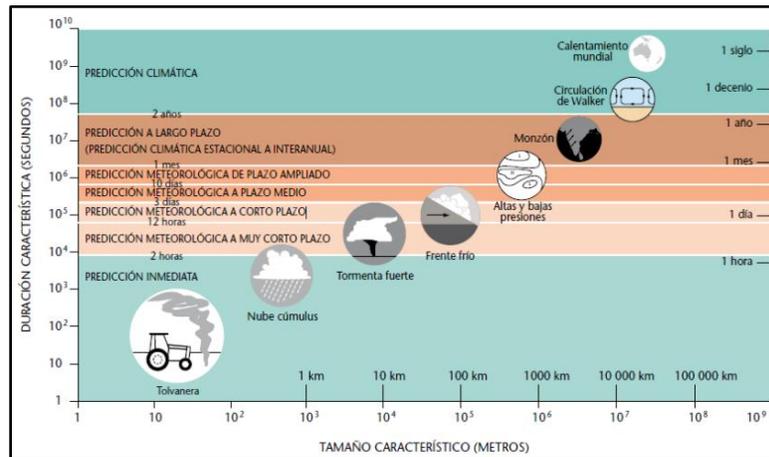


Figura 12 Fenómenos atmosféricos
Fuente: Zillman (1999).

Los factores climatológicos que influyen en los componentes primarios del Ciclo Hidrológico, especialmente sobre la evapotranspiración, son los siguientes según Custodio (1996):

- Radiación
- Temperatura
- Duración del día
- Humedad del viento
- Presión
- Precipitación

La medida de las variables meteorológicas es posible a través de la obtención de datos en una estación meteorológica, en la que están reunidos diferentes aparatos para medir dichas variables.

2.2.3.3 Geología

Geología Regional

Bloque Nor-Andino

El margen activo de los Andes se extiende a lo largo de América del Sur, producto de la subducción de la placa de Nazca (placa marina) bajo la placa Sudamericana (placa continental), precisamente en la zona costera de América del Sur se encuentra sometida a un régimen tectónico compresivo de edad cuaternaria, evidenciando el comportamiento de la placa continental sudamericana sometido por esfuerzos ligados a la Dorsal de Caregie, a este segmento continental se denomina Bloque Nora-Andino (figura 13). Ecuador se localiza al sur de este bloque, se encuentra sometido a fuerzas que es empujado hacia el norte con esfuerzos extensivos con dirección N-S, resultado del levantamiento del borde del continente por la subducción de la dorsal asísmica de Carnegie (Lavenu, 2006). (figura 14)

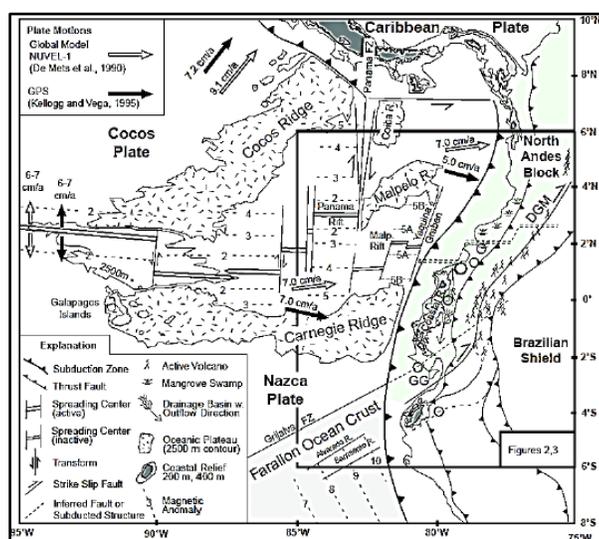


Figura 13 Esquema tectónico regional de los Andes septentrionales
Fuente: Gutscher (citado de Almeida, 2016).

En consecuencia, la configuración actual del territorio ecuatoriano es el resultado de la actividad tectónica antes mencionada y esta evidenciada por la marcada distribución y delimitación de sus regiones naturales, siendo: Región Amazónica, Región Andina o Sierra, Región Costa y Región Insular; al Este del país, se desarrolló la región Oriental, conformada por la cuenca Amazónica, que se describe como parte del tras arco de los Andes con depósitos de rocas sedimentarias marinas-continenciales de basamento continental denominado Cratón Guyano-Barsileño; y la zona Subandina que representa el Levantamiento Napo y Cordillera de Cutucú, todo este sistema relacionado a un conjunto de fallas que involucran a la Cordillera Real y a la cuenca Amazónica, intruidas por rocas graníticas tipo I, y que se

encuentran separados por un gran cono de deyección formado por el río Pastaza. La Cordillera Real u Oriental comprende cinturones de roca metamórfica de edad pre-Cretácica, limitados por fallas regionales con dirección preferente NE-SW que separan a la región Oriental de la Sierra. La Cordillera Occidental corresponde a rocas de origen oceánico y arco de isla con acrecionamiento hacia el continente de edad Mesozoica, esta separa a la región Sierra de la Costa. Entre estas dos cordilleras existe una depresión alargada, la cual se encuentra rellena por rocas volcanoclásticas formando secuencias de origen fluvio - lacustre, fluvio - glacial y volcánico, esta zona corresponde a la región Sierra. La zona costera del Ecuador es una planicie cubierta por rocas de secuencias marinas y continentales, un rasgo morfológico evidente son los levantamientos conformados por relieves de origen sedimentario que se han depositado por las regresiones y transgresiones marinas. La región Insular (Galápagos) corresponde a una isla de origen volcánico, localizado en un Hostpot, conjunto de 14 islas de origen volcánico de edad Cuaternaria, formadas a partir del Hotspot Galápagos que genera islas de Oeste a Este (Pavón y Garzón, 2014).

El Bloque Nor –Andino se extiende desde el Golfo de Guayaquil hasta Colombia, está sometido a esfuerzos extensionales con dirección NS, con rumbo dextral, que empuja el bloque hacia el norte, su límite sur es la mega-falla Guayaquil – Dolores (Dumont, et al., 1997 y Ego, 1995), mientras que la Falla Pujilí - Pallatanga es el límite de la Depresión Interandina con la Cordillera Occidental al oeste (Lavenu, 2006) y la Falla Peltetec con la Cordillera Real al este (figura 14). La Depresión Interandina muestra fallamientos notables en los bordes de la misma con dirección NS, evidenciándose por las fallas La Victoria al oeste y Pisayambo al este; obtenido como resultado una morfología tectónica de tipo graben, limitado por: fallas normales NS y afectado por fallas dextrales NE, y por la Cordillera Occidental y Real, constituido por material volcanoclástico, volcanosedimentos, fluvio lacustre y aluviales. La actividad neotectónica del sistema de fallas del Bloque Nor-Andino evidencia desplazamientos en el Último Máximo Glaciar (Holoceno) (Lavenu, 2006). (figura 15).

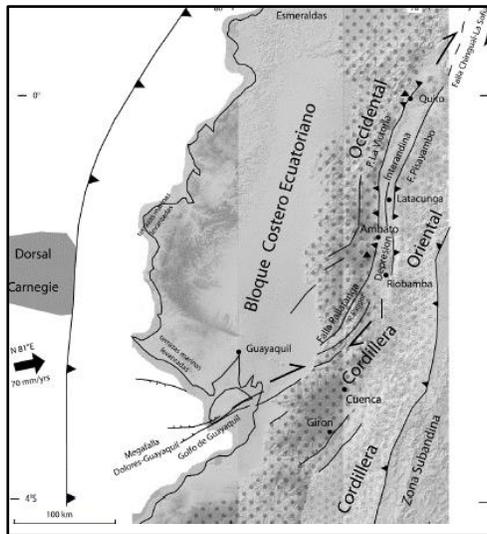
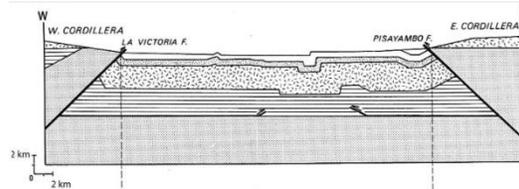
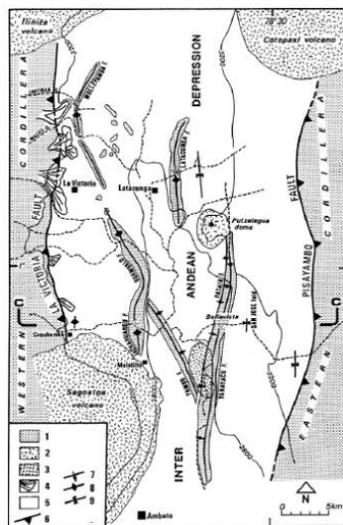


Figura 14 Principales rasgos morfoestructurales de los Andes de Ecuador
 Fuente: Lavenu (2006).



1: basamento cordillerano anteplioceno; 2: rocas volcánicas cuaternarias; 3: deslizamientos; 4: pedimentos; 5: depósitos pliocuaternarios; 6 a 9: principales estructuras. Columna estratigráfica simplificada de los depósitos de la Depresión Central. Perfil esquemático de la depresión y cálculo del acortamiento posterior a 1,4 Ma

Figura 15 Depresión interandina Ecuador
 Fuente: Adaptado de Lavenu (2006).

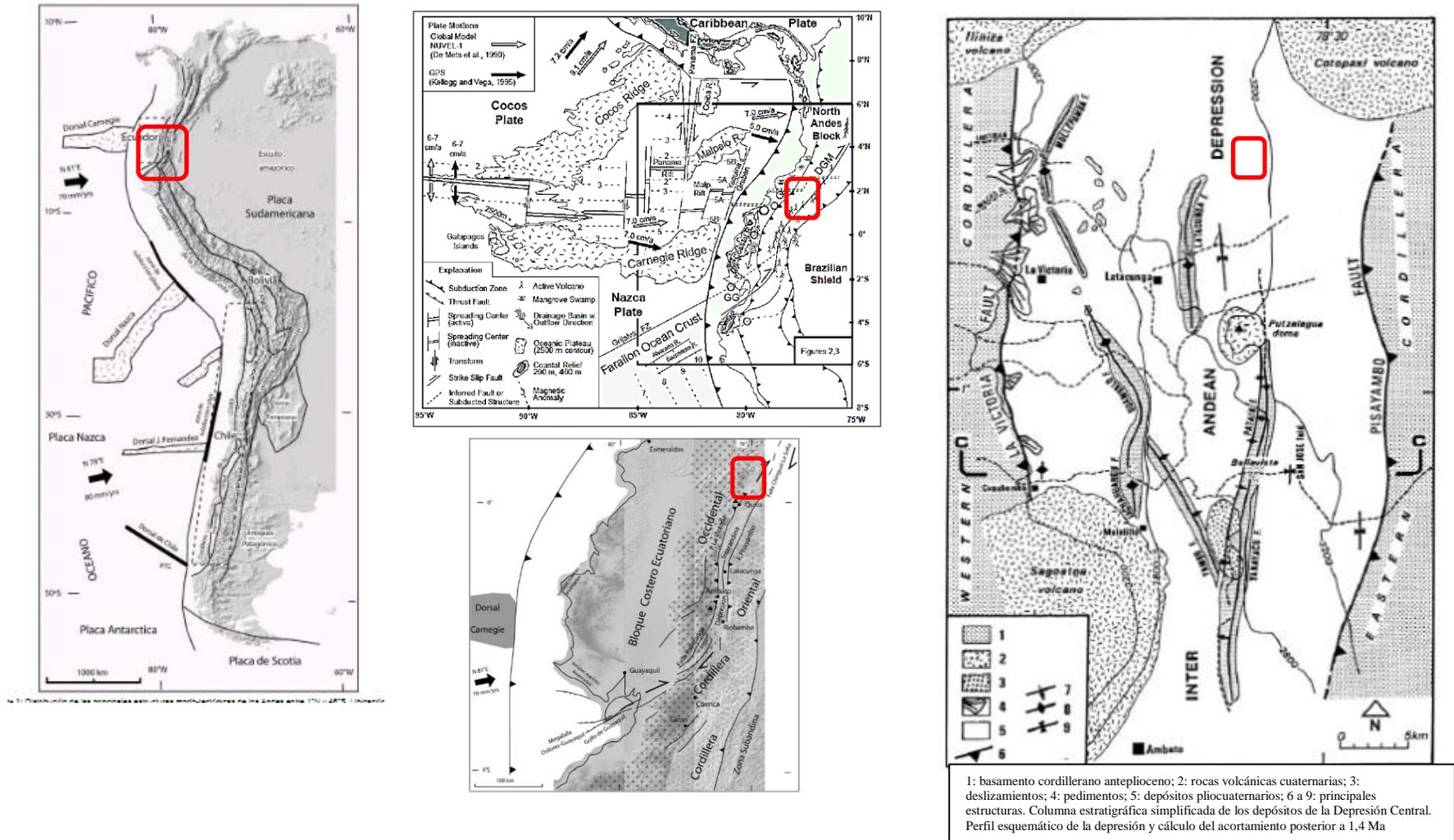


Figura 16 Ubicación del Ecuador respecto a la región.

Fuente: 1b: Esquema tectónico Regional de los Andes Septentrionales (Gustscher, et al., 1999). 1c: Principales rasgos morfoestructurales de los Andes de Ecuador (La megafalla Dolores – Guayaquil limita el bloque costero sur del Bloque Norandino, (Lavenu, 2006). 1d: Configuración de la Depresión Interandina. (adaptado de Lavenu, et al., 1995).

Volcanes del Ecuador

Ecuador, dentro de su territorio, tiene 83 centros eruptivos, determinando que la actividad eruptiva ha estado presente desde el Pleistoceno Tardío hasta el Holoceno (Almeida, 2016), observándose actualmente grandes depósitos en el valle interandino.

El país al formar parte del Bloque Nor – Andino de los Andes Septentrionales, se encuentra dentro del Zona Volcánica del Norte (Northern Volcanic Zone - NVZ), delimitado desde el 1°N hasta el 2°S, zonificado la actividad volcánica en cuatro grandes franjas volcánicas: Cordillera Occidental, Depresión Interandina, Cordillera Real y Tras Arco (Hall, et al., 2008). De estas cuatro franjas volcánicas, los edificios volcánicos que están dentro de la Cuenca del río Ambi, la Cordillera Occidental y la Depresión Interandina son las que engloba el área de estudio.

Los volcanes de la Cordillera Occidental son conos compuestos y estratovolcanes considerados, en su mayoría activos, siendo uno de los que tiene actividad precolombina el Cuicocha (Hall, et al., 2008), mientras que en la Depresión Interandina están distribuidos con un aparente control tectónico, en su mayoría, están considerados como extintos presentando incluso morfologías erosionadas y algunos muestran rasgos de fuertes episodios de escombros, también presentan domos de lava; sin embargo, el único edificio considerado como activo es el Imbabura, por tener registro de actividad holocénica (Ruiz, 2003, Andrade, 2009 y Le Penec, et al., 2011). Los centros volcánicos de interés para el presente estudio son el Imbabura y el Cuicocha.

Por otra parte, Lavenu (2006) sostiene que al Norte de la Depresión Interandina los depósitos de los volcanes de la Cordillera Occidental son afectados por pliegues y flexuras, producto de los esfuerzos del levantamiento de la cuenca de la ciudad de Quito, ocasionando fallas inversas que se evidencian en los escarpes (Soulas, Egüez, Yepes, y Pérez, 1991).

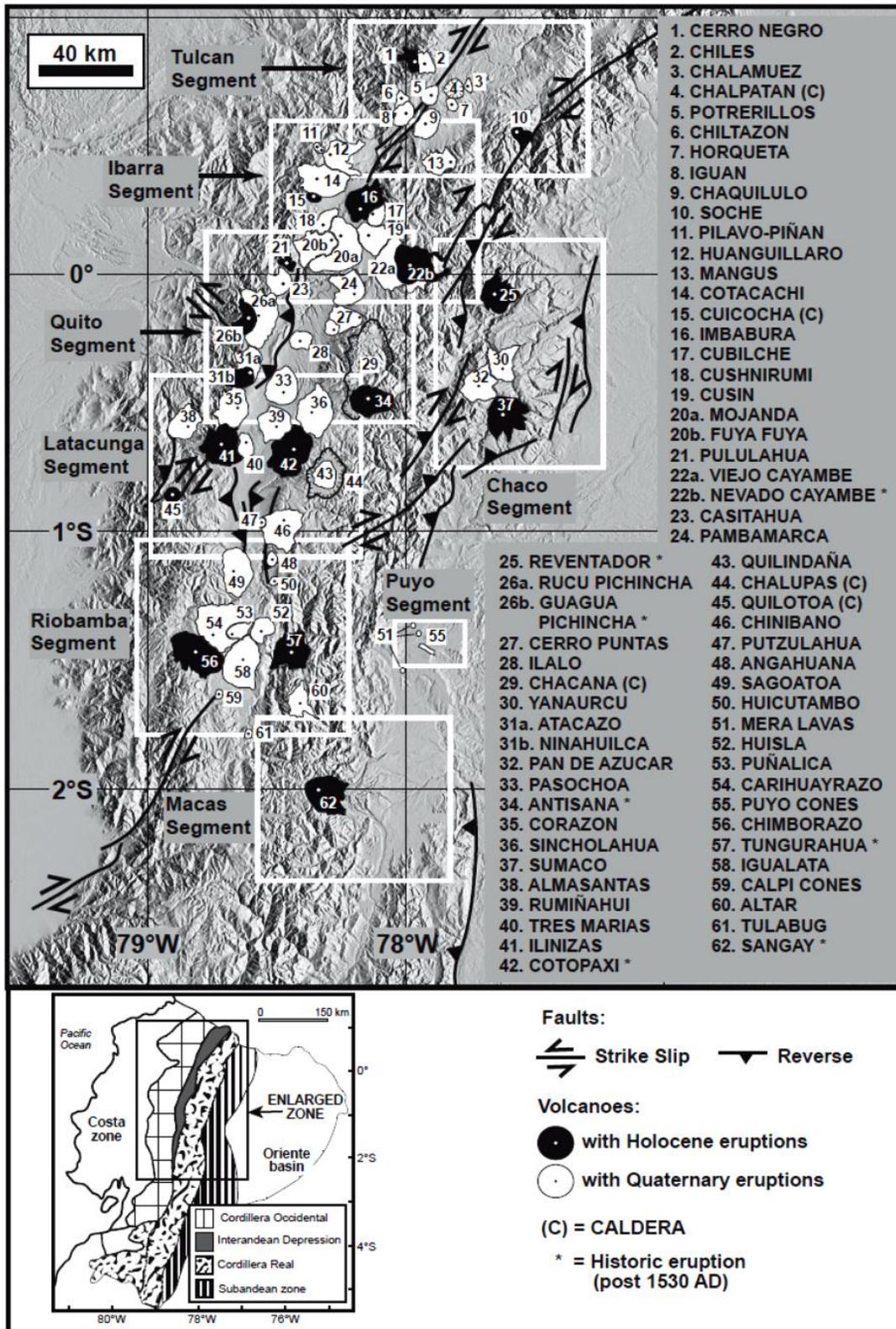


Figura 17 Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental
 Fuente: Andrade (2009).

Glaciaciones en el Cuaternario

Según Kaser (1999), la formación de un glaciar en la zona tropical se ve influenciado por características fundamentales como clima, altitudes medias y altas.

Para Cáceres (2010), la formación de glaciares en la zona tropical se debe considerar los aspectos glaciológicos como:

- Delimitación de la incidencia de radiación, deben estar ubicados en los Trópicos de Cáncer y Trópico de Capricornio
- Delimitación termal, ubicados en zonas donde la variación diaria de la temperatura sobrepase la variación interanual
- Delimitación pluviométrica, área de oscilación de la Zona de Convergencia Intertropical.

En el que se distinguen zonas húmedas y secas, precipitaciones semi continuas, con elevación del nivel de isothermas, como se muestra en la siguiente figura.

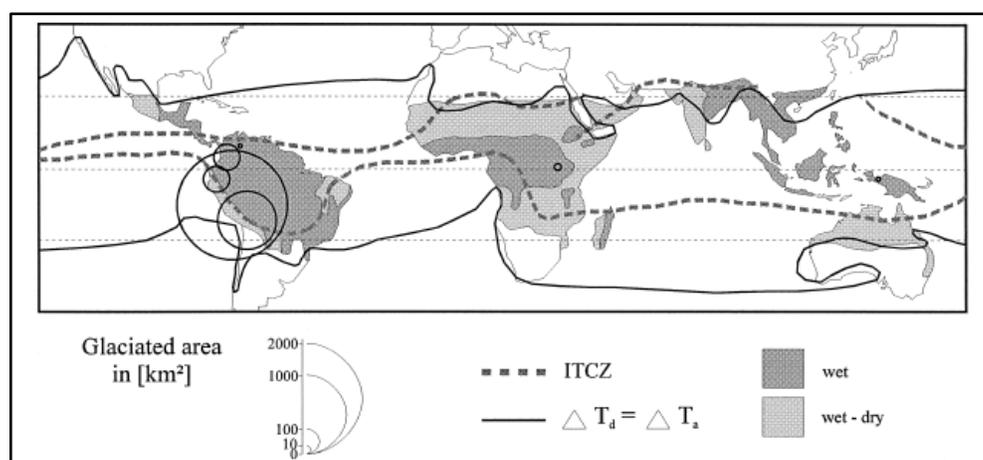


Figura 18 Delimitación de los Trópicos desde el punto de vista glaciológico
Fuente: Kaser (1999).

Según Cáceres (2010), consideran que los periodos de glaciación se produjeron en el Neógeno y Cuaternario, indicando que las morrenas que se creía que pertenecen al máximo del último periodo glaciario (LGM) (33-14 ka BP) son más antiguas, por lo tanto, se formaron en la parte media y temprana de la última glaciación (12-10 ka BP), como muestra la siguiente tabla en orden cronológico

| Age and duration | | | Lower limit (mean value) in m | | Schubert and Clapperton (1990) | | |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|------|-------------------------|
| | | | | | Lower limit | | |
| yr BP × 10 ³ | | | Western and central Cordillera | Eastern Cordilleran slopes | West | East | Age |
| M VII | Little Ice Age | > 0.01 | 4800-4500 | 4400-3900 | 4800- ~4100 | | Neoglacial interval |
| | Neoglacial | < 3.5 | | | 4600-3900 | | |
| M VI | Early Holocene and/or | > 8.2 | 4500-4200 | 4050 | 4400-3800 | | Late-Glacial stade |
| | Late Pleistocene | < 10.6 | | | | | |
| M V | Late Pleistocene | > 13 | 4100-4000 | 3800-3700 | 3700-3600 | | Last Glaciation (late) |
| | | < LGM | | | | | |
| M IV | Last Glacial | > 15 | 4000-3800 | 3750-3500 | 3900-3000 | | Last Glaciation (main) |
| | Maximum (LGM) | < 25 | | | | | |
| M III | Wisconsin (stage 4?) | > 49.5 | 3900-3800 | ? | | | |
| M II | Pre Wisconsin (stage 6?) | > 125 | 3700 | 3200-3000 | 3500-2900 | | Last Glaciation (early) |
| M I | Pre Wisconsin (stage 6?, stage 8?) | > 150-180 | 3500 | 2800 | 3500-2750 | | Penultimate Glaciation |

Figura 19 Secuencia glacial del Cuaternario
Fuente: Heine (1995).

Consecuentemente Jomelli et al. (2009) denominan a la pequeña edad del hielo, a un periodo de frio que se desarrolló entre los siglos XIX y XIX registrando las temperaturas más bajas entre 1961 y 1990. La datación de las morrenas mediante la liquenometria, permitió estudiar la evolución de los glaciares en Ecuador (Rabatel, A., Machaca, A., Francou, B., y Jomelli, V., 2006) conjuntamente con el análisis de datos históricos, diarios y expediciones científicas durante los últimos 200 años permitieron estimar los avances de los glaciares en los andes durante este periodo (Francou, 2004).

Específicamente en Ecuador, el avance máximo de la pequeña edad de hielo se registra en dos periodos; el primer periodo con glaciares marcados por encima de los 5700 m snm (Chimborazo, Antisana) en el año 1730; y un segundo periodo ocurrido en el año 1830 (Jomelli et. al., 2006).

En la actualidad, estudios efectuados a glaciares en Ecuador mediante métodos topográficos y fotogramétricos, revela el decremento de los glaciares, es así que el glaciar del Antisana experimenta un retroceso de la geometría del glaciar desde el año 1956, el cual se ha reducido en un 38,5% del área total (Cáceres,2002).

Zona Volcánica del Norte – Segmento Ibarra

La zona volcánica de la Cordillera Occidental y Depresión interandina, en su sección norte, atraviesa la Cuenca del río Ambi y al mismo tiempo forma parte del Segmento Ibarra (Andrade, 2009). Como muestra la siguiente figura.

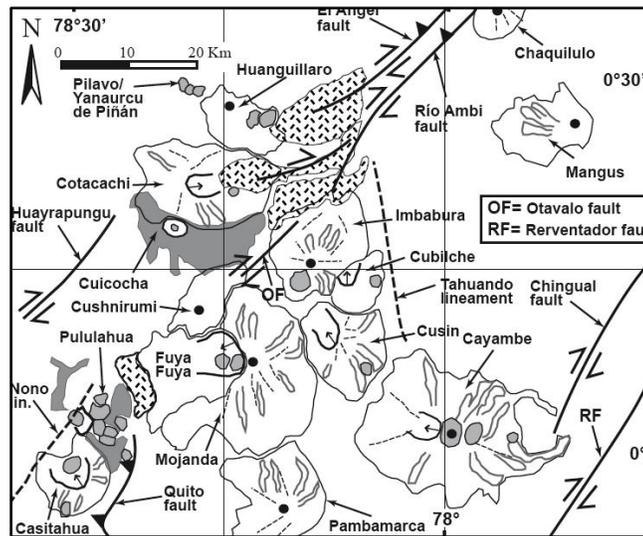


Figura 20 Zona Volcánica del Norte – Segmento Ibarra
Fuente: Andrade (2009).

Volcánicos Cotacachi

Los Volcánicos Cotacachi se localiza en la provincia de Imbabura, cantón Cotacachi a una distancia de 24 km de la ciudad de Ibarra, a 100 km aproximadamente de la capital del Ecuador, pertenece a la Cordillera Occidental del Ecuador. Tiene una altura de 4939 m.s.n.m. en su cumbre, su altitud más baja se localiza en el sector Loma Negra con 3055 m.s.n.m. cercano al poblado Catzopamba, ascendiendo por el Cerro Muyureo con 3871 en el poblado Pucalpa. Forma parte de la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas

Los eventos eruptivos dieron forma al complejo volcánico actual, distinguiéndose diferentes edificios; el edificio principal corresponde al Volcán Cotacachi, como segundo evento se relaciona depósitos piroclásticos y avalancha de escombros y como un tercer evento a la formación de una caldera en el flanco sur, que corresponde a la formación de la laguna cratérica Cuicocha. (Almeida, 2016).

Hanus (citado de Almeida, 2016), considera a la Laguna Cuicocha como una laguna cratérica desarrollada dentro del volcán Cotacachi asociado a la falla Otavalo-Umpalá.

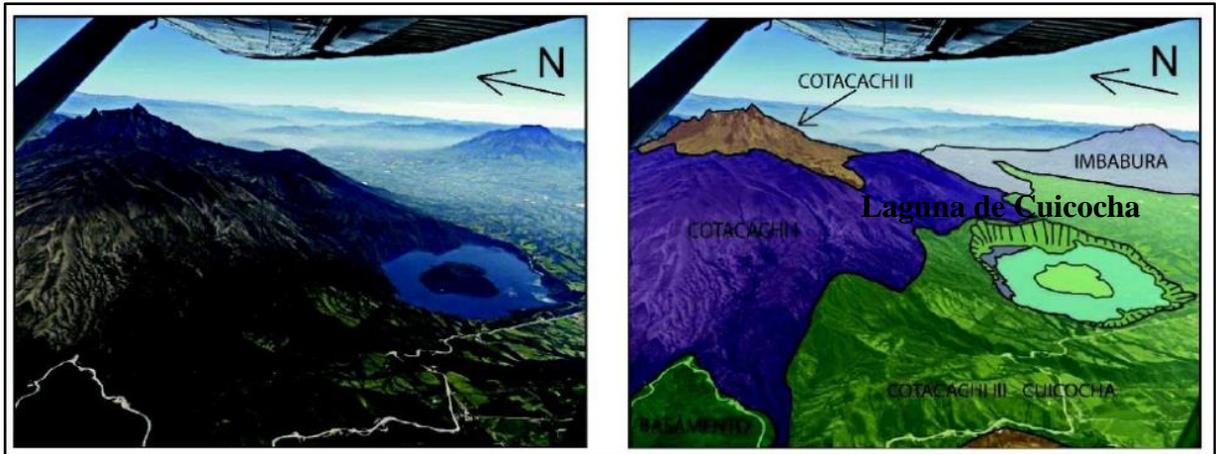


Figura 21 Complejo Volcánico Cotacachi
Fuente: Modificado de Almeida (2016).

Los eventos volcánicos se manifiestan como flujos lava y material piroclástico producto de la actividad eruptiva hace 4490-2990 AP (Le Pennec, 2011).

Según (Hall y Mothes, 1988), la formación de la caldera inició su actividad volcánica hace 4500 años y continuo hasta hace 1300 años, sin embargo, la formación de la laguna Cuicocha se originó en el último periodo eruptivo hace 2990 años cuando parte del edificio volcánico colapsó, formando la caldera y la extracción de los domos (Wolf y Yerovi) localizados en el interior de la caldera.

La laguna Cuicocha inicia el proceso de formación como unidad hidrográfica hace 500-1000 años AP cuando parte de los escombros rellenan la caldera saturando las fallas y fisuras existentes en la caldera, contiene agua principalmente por la desglaciación del Volcán Cotacachi en el Pleistoceno, agua lluvia y aporte de agua hidrotermal del sistema volcánico Cotacachi y a las precipitaciones (Padron, et al., 2008).



Figura 22 Laguna Cuicocha
Fuente: Almeida (2016).

Durante la formación de la caldera de Cuicocha, dieron origen a domos producto de erupciones efusivas magma dacítico, el domo Wolf Norte y Wolf Sur de superficie 0,44 km² aproximada (Almeida, 2016), conjuntamente con Domo Yerovi de 0,27 km² de superficie, se ubican en el centro de la laguna. Pidgen (citado de Almeida, 2016), la formación de la caldera Cuicocha constituye cuatro fases eruptivas:

- Explosión inicial hace 3100 años destruye el domo Cuicocha produciendo grandes volúmenes de material piroclásticos.
- Hace 2900 años, la actividad magmática efusiva, genera el crecimiento de un pequeño domo en la caldera principal lleno de agua
- Las explosiones freato-magmáticas causaron la destrucción del pequeño domo, como evidencia es el lapilli acresionado en depósitos de caída (Barbieri, et al., 1989 en Pidgen, 2014), mientras que Hillebrandt (1989) afirma que el lapilli acresionado no necesariamente está relacionado a la actividad freato magmática, atribuyendo a la actividad piroclástico.
- Formación de los domos Wolf y Yerovi.

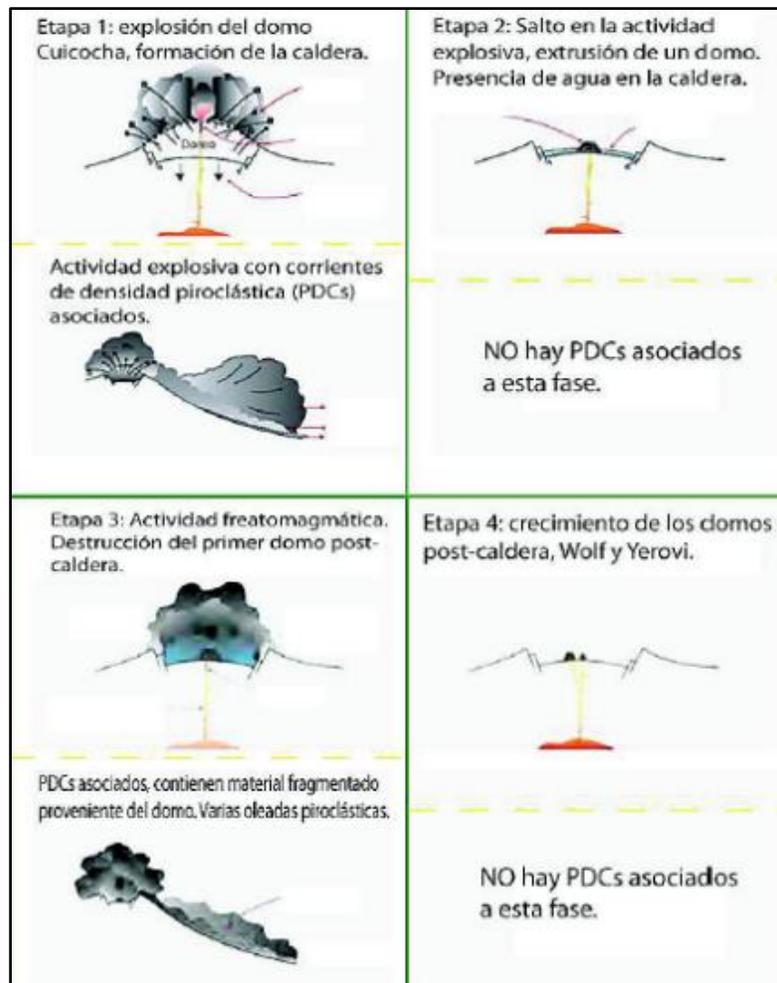


Figura 23 Evolución Laguna Cuicocha
Fuente: Pidgen (citado de Almeida 2016).

La forma del relieve de la laguna corresponde a un cráter de 3,2 Km de diámetro, con pendientes pronunciadas en sus paredes, las cuales varían de 40-75° de inclinación, la laguna contiene cuatro domos de roca andesítica distribuidos entre las dos islas visibles en el centro del lago denominados domo Wolf Norte y Sur de 0,41 km² y domo Yerovi con 0,26 km² de superficie. (Padron, et al.,2008).

La Laguna Cuicocha se localiza dentro de la Unidad Hidrográfica nivel 5 denominada Río Pichaví, al Oeste dentro de la cuenca del Río Ambi, la microcuenca abarca una superficie de 39,47 km², el cauce principal es el río Pichaví, el cual modela a una forma de cuenca alargada, a continuación, en la siguiente tabla se indican los parámetros morfométricos de la Laguna Cuicocha:

Tabla 13*Parámetros morfométricos Laguna Cuicocha*

| Parámetros morfométricos Laguna Cuicocha | |
|---|----------------------|
| Altitud (m.s.n.m.) | 3200 |
| Superficie (km ²) | 3,93 |
| Ancho máximo(km) | 3,2 |
| Costa (m) | 0 |
| Cuenca (km ²) | 39,47 |
| Forma de la cuenca | Rectangular |
| Altitud media de la cuenca (m) | 3072 |
| Profundidad máxima (m) | 148 |
| Profundidad media (m) | 110 |
| Volumen (m ³) | 0,28 km ³ |
| Caudal del río | - |
| Precipitación (mm/a) | 1200 |
| Ingreso total | - |
| Evaporación | - |

Las características morfométricas descritas anteriormente, permiten indicar que la Laguna Cuicocha corresponde a una laguna intramontana característica de los Andes. Generalmente los lagos volcánicos en Ecuador son jóvenes, el agua del lago se encuentra influenciada por agua volcánica o actividad geotérmica y relacionados directamente a tres fenómenos: lixiviación de depósitos volcánicos en la cuenca hidrográfica, entrada de agua (hidrotermal) como manantiales y emisión de gases volcánicos como CO₂ disueltos en el agua (Gunkel 2002).

Complejo Volcánico Imbabura

El Complejo Volcánico Imbabura (CVI) se localiza a 60 km al norte de la capital del Ecuador y a 15 km al sur de la ciudad de Ibarra, rodeado de algunos estratovolcanes como Cusin, Cubilche en el norte del Valle Interandino.

El complejo tiene un diámetro de 14-16 km con dirección E-W, principalmente consta de un edificio central de diámetro basal de 10-11 km denominado Taita Imbabura con una cumbre de 4620 m.s.n.m., al sur este se localiza al edificio volcánico Cubilche con 3826 m de altura, una tercera estructura se localiza un relieve elíptico de 4137 m.s.n.m. denominado El Arteson y al NE de la estructura principal se localiza el Huami Imbabura 3926 m.s.n.m. (Le Pennec, 2011). Según Hall y Mothes 1996, el CVI se encuentra cubierto en su mayoría por potentes capas de suelo volcánico (Andisoles) denominados Cangahua de edad

pleistocénica lo cual dificulta visualizar los afloramientos para las investigaciones geológicas.



Figura 24 Complejo Volcánico Imbabura

El Taita Imbabura está constituido principalmente de lava andesítica con bajos contenidos de minerales ácidos (54-65% de SiO₂), con minerales como plagioclasa, orto y clinopiroxeno, anfíbol y accesorios como olivino. La ocurrencia de eventos eruptivos dan paso al colapso de los flancos del edificio principal en al menos dos ocasiones, como resultado se obtiene depósitos de avalancha de escombros depositados al NO y N que se transportaron aproximadamente 17 km desde el edificio del CVI, esta eventualidad evidencia estructuras sobresaliente denominados Hummocks, localizados en la llanura de depósito volcánico en los alrededores del poblado de Ibarra y Atuntaqui, cubiertos por suelo volcánicos de 5 a 15 m de espesor de edad pleistocénica. La edad de los colapsos de los flancos es escasamente limitada, pero se determina que son más antiguos que los depósitos piroclásticos del Volcán Mojanda-Fuya Fuya de 43,5 ka BP (Le Penec, 2011).

Santamaría e Hidalgo (2017) afirman, que el Complejo Volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por lujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extrucción de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura, con depósitos volcánicos

probables de 6000 y 4000, afirmando la última actividad volcánica conocida en el periodo mencionado de edad holocénica.

En los Andes Septentrionales se ha constatado los avances y retroceso glaciares en los volcanes de Ecuador y Colombia de edad pleistocénica, en el que se diferencian marcadamente por el tiempo y las eventualidades al Máximo Glaciar Tardío (LGM) de 33-14 ka BP y Glaciaciones Jóvenes (YD) de 12-10 ka BP., muestra de estos eventos constituyen los circos glaciares y valles en forma de U en toda la región Nor- Andino.

Sobre los 3600 m.s.n.m. al suroeste del Taita Imbabura, existe un modelado glaciar atribuido a las morenas glaciares perteneciente a LGM, otro evento de glaciación corresponde a las morrenas laterales de YD que descendieron de los 3800-4000 m.s.n.m. evidenciado por barrancos y cuenca circulares semejantes a circos glaciares de YD, en consecuencia, la actividad glaciar en el CVI fue intensa desde las cumbres hasta las cotas más bajas acompañada de actividad volcánica (Le Pennec, 2011)

Como consecuencia de la actividad de glaciación y desglaciación, se evidencia al pie de Huarmi Imbabura, una forma de relieve característica de morrenas frontales y laterales, cuyas geoformas dieron el posible origen de la formación del Lago San Pablo.

Tabla 14
Parámetros morfométricos Lago San Pablo

| Parámetros morfométricos Lago San Pablo | |
|--|-----------------------|
| Altitud (m.s.n.m.) | 2660 |
| Longitud máxima (m) | 3560 |
| Ancho máximo(m) | 1400 |
| Costa (km) | 10,4 |
| Superficie (km ²) | 6,07 |
| Desarrollo de la costa | 1,21 |
| Cuenca (km ²) | 147,9 |
| Forma de la cuenca | Casi cerrada, ovalada |
| Altitud media de la cuenca (m) | 26 |
| Profundidad máxima (m) | 35,2 |
| Profundidad media (m) | 24,6 |
| Volumen (m ³) | 0,14 km ³ |
| Caudal del río Itambí (m ³ /a) | 43,8*10 ⁶ |
| Precipitación (m ³ /a) | 5,0*10 ⁶ |
| Ingreso total | 48,8*10 ⁶ |
| Ingreso desconocido | 1,5*10 ⁶ |
| Evaporación | 6,9*10 ⁶ |
| Salida total | 43,4*10 ⁶ |
| Tiempo de permanencia del agua (años) | 3,2 |

Fuente: Gunkel y Casallas 2002.

Con los parámetros morfométricos descritos anteriormente, se determina que el Lago San Pablo es un lago de alta montaña situado a 2660 m.s.n.m., en la Cordillera Real de los Andes, localizado entre los volcanes Imbabura (4609m), Cusin (3889 m y Mojanda (4263m).

2.2.4 *Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas*

Global Water Partnership (2009), define a la Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas como un proceso que promueve el desarrollo y gestión coordinados del recurso hídrico, la tierra y los recursos asociados, para dinamizar el resultante bienestar económico y social de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de ecosistemas vitales.

En la cual existe una relación entre la gestión de los recursos hídricos dentro de un territorio y la gestión del recurso hídrico en las cuencas, lo cual establece una dinámica y sensibilidad a las circunstancias ambientales, sociales o económicas. La siguiente figura, ilustra la interacción existente en la gestión de los recursos hídricos.



Figura 25 Gestión integral de cuencas hidrográficas
Fuente: Cevallos (2017).

La participación de los diferentes actores de la gestión del recurso hídrico busca disminuir los conflictos de los sectores y usuarios que dependen del agua, por otra parte, busca del mismo modo establecer una equilibrada y equitativa distribución del recurso hídrico al margen de los intereses económicos, sociales, culturales y ambientales.

En la actualidad se busca desarrollar una gestión desde los diferentes espacios territoriales enfocado y conjugado con el ciclo hidrológico dirigido a la disponibilidad y calidad del recurso hídrico.

Por otra parte, desde el punto de vista político en la Gestión de Integral de Recursos Hídricos pretende establecer formas que permitan dominar al agua como una necesidad básica y por lo tanto, por derecho acceder en cantidad y calidad como un bien público. Como parte de la generación del recurso hídrico, la integridad ecológica pretende conservar las zonas de captación y ecosistemas para la aportación de agua dulce a las futuras generaciones. Apoyado en tarifas accesibles, busca recuperar los costos de inversión, operación y mantenimiento sin perjudicar a las clases sociales de bajos recursos económicos.

2.2.5 Marco Legal

2.2.5.1 Marco legal mundial

Al reconocer que los rasgos geológicos con valores científicos, culturales y didácticos son recursos naturales, inmediatamente se enlaza con la conceptualización de Patrimonio Natural definido por la UNESCO, la cual incluye dentro de este patrimonio a las formaciones geológicas y fisiográficas.

La UNESCO (2006) en la Convención Mundial Cultural y Natural, declara en referencia del Patrimonio Geológico, lo siguiente:

Art. 2.- A los efectos de la presente convención se considerarán Patrimonio Natural.

Los monumentos Naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.

Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animal y vegetal amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.

Los lugares naturales o zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

En España mediante la Ley de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad 42/2007(2007) asigna al: “Patrimonio Geológico: conjunto de recursos naturales geológicos de valor científico, cultural y/o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, minerales, rocas, meteoritos, fósiles, suelos y otras manifestaciones geológicas" (p.13).

2.2.5.2 Marco legal nacional

Se contempla la importancia de recursos geológicos en la Constitución de la República del Ecuador (2008), Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo tercero Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección tercera Patrimonio natural y ecosistemas, menciona:

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico, cultural o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo al ordenamiento territorial y una zonificación ecológica, conforme a la ley.

Sin embargo, se debe considerar lo que Chinchay (2011) afirma:

El recorrido a través de estos marcos legislativos tiene como objeto establecer un diagnóstico sobre los déficits, problemas y oportunidades que ofrece el panorama normativo actual, a la hora de definir un modelo de gestión integrada para la Geodiversidad y el Patrimonio Geológico. (p.37)

El manejo integral de los recursos hídricos se considera en la Constitución de la República del Ecuador (2008), Título I Elementos Constitutivos del Estado, Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales, Sección sexta Agua, en el que menciona:

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua.

Además, en la Ley orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), Título I Disposiciones Preliminares, Capítulo I de los principios, garantiza la gestión del recurso hídrico:

Art. 3.- Objeto de la Ley. El objeto de la presente Ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración, de los recursos hídricos, uso y aprovechamiento del agua, la gestión integral y su recuperación, en sus distintas fases, formas y estados físicos, a fin de garantizar el sumak kawsay o buen vivir y los derechos de la naturaleza establecidos en la Constitución.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Descripción del área de estudio

3.1.1 Ubicación

La cuenca del río Ambi se ubica en la parte centro sur de la provincia de Imbabura, en la zona noroccidental del Ecuador, latitud 0° y 1° N, constituye parte de la Cordillera Occidental, cubre una pequeña parte de la zona norte en la provincia de Pichincha. Localizada a una distancia aproximada de 90 km de la capital del Ecuador.

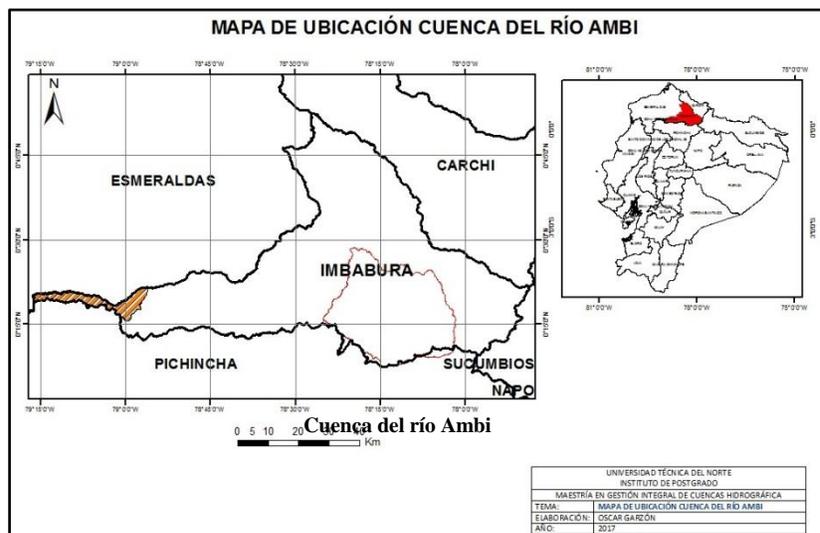


Figura 26 Mapa de ubicación cuenca del río Ambi

3.1.2 Orografía

El relieve de la cuenca del río Ambi, se caracteriza por poseer elevaciones desde 1580 m.s.n.m. en la desembocadura de la cuenca, hasta los 4937 m.s.n.m. en el volcán Cotacachi.

La ubicación de la cuenca dentro del callejón interandino conlleva a que presente una topografía con pendientes pronunciada de hasta un 70-100% en las estribaciones de los relieves montañosos de las Cordilleras Occidental y Real, abarcando edificaciones volcánicas en las que sobresalen al noroeste el complejo volcánico Chachimbiro (4080 m.s.n.m.), al

oeste el volcán Cotacachi (4887m.s.n.m.); y en la parte centro sur el volcán Imbabura (4545 m.s.n.m.).

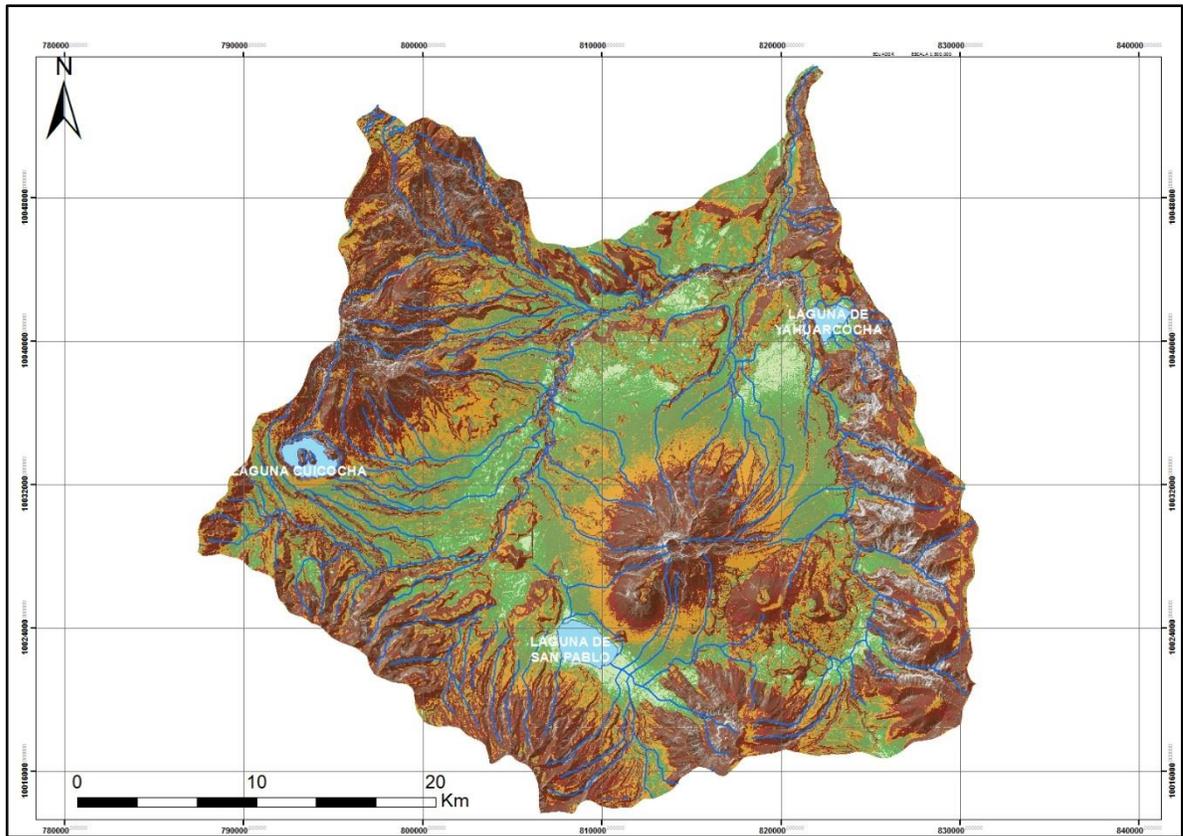


Figura 27 Orografía cuenca río Ambi

3.1.3 Hidrografía

El cauce principal de la cuenca es el río Ambi, tiene una longitud de 35km, que fluye con dirección SSW-NNE, se encuentra constituida por 9 microcuencas, con un patrón de drenaje dendrítico a subdendrítico además abarca importantes cuerpos hídricos como es el Lago San Pablo, Cuicocha y Yahuarcocha.

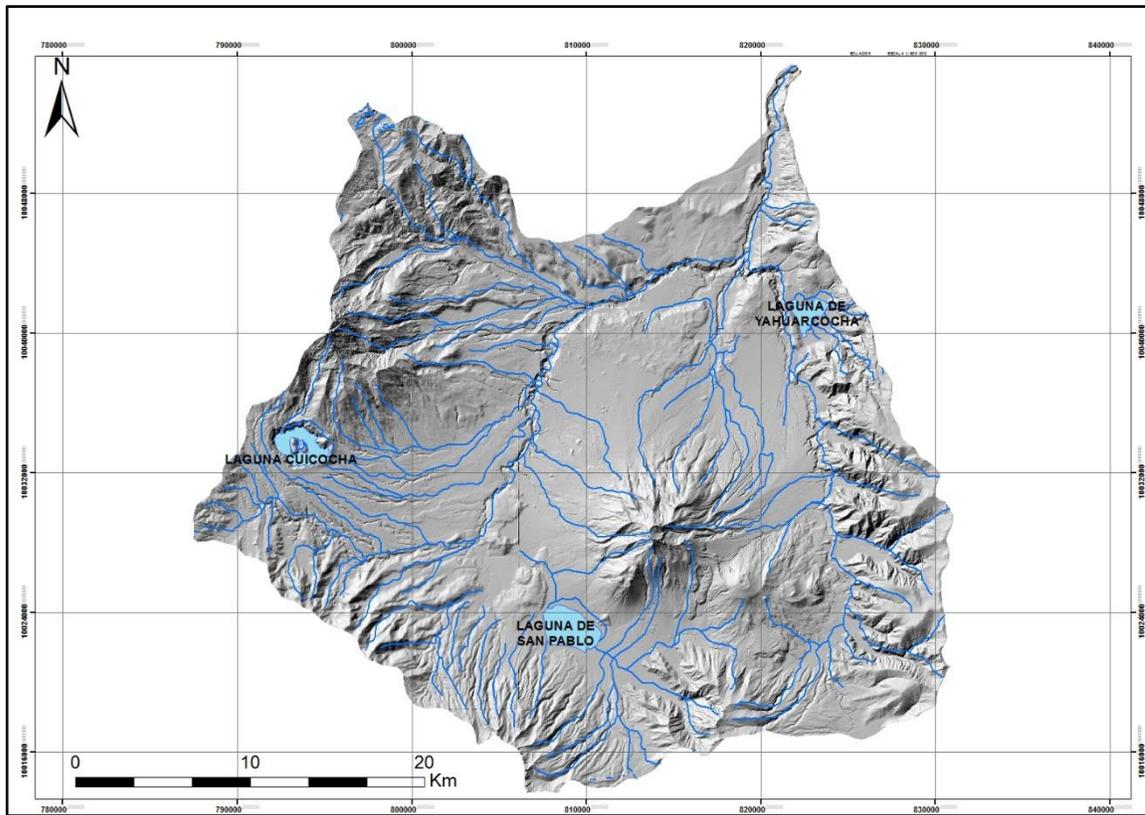


Figura 28 Hidrografía cuenca río Ambi

3.1.4 Vegetación

La cobertura vegetal tiene estrecha relación con la elación y el clima, además de la actividad antrópica que implique. Existe predominancia de: cultivos de ciclo corto, cultivos de maíz, en la zona medias a bajas; además de bosque natural, bosque plantado, en las zonas altas de páramo, pasto natural y vegetación arbustiva paramal.

3.2 Diseño y tipo de investigación

El presente trabajo de tesis de grado es una investigación de campo cuantitativa de carácter descriptivo, cuyo propósito es el de valorar los LIH's de la cuenca del río Ambi.

Conforme al tiempo de realización del estudio, es de tipo transversal debido a la duración de cuatro meses a partir de mayo 2017; y es de tipo prospectivo, debido a que los resultados serán empleados a futuro por las instituciones, para la toma de decisiones.

La estrategia adoptada para el presente trabajo investigativo corresponde al método documental, con la utilización de fuentes documentales impresas y electrónicas, completando con un diseño de investigación de campo, debido a que la valoración de LIH's como estudio de caso.

La tabla 15 muestra de manera secuencial el diseño de la presente investigación, iniciando con la caracterización de la cuenca del río Ambi para luego aplicar el proceso de Valoración de Lugares de Interés Hidrológico, en cual se indica que el trabajo investigativo tiene un enfoque cuantitativo mixto de tipo exploratorio, descriptivo y explicativo; diseño documental con técnicas de investigación como análisis documental y de contenido y diseño de campo con observación no estructurada.

Adicionalmente en el Anexo 8 se indica una matriz de coherencia donde se establece una concatenación de: problema, objetivos, marco teórico, metodología, conclusiones y recomendaciones.

Tabla 15
Variables

| VALORACION DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR | | | | | | |
|--|--------------|-------------------------|---------------|--|--|--|
| Caracterizar las variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi | | | | | | |
| Variable | Tipo | Unidad de medida | Código | Técnica | Instrumento | Análisis de datos |
| Elevaciones | cuantitativa | | ele | | | Relieve de la cuenca |
| Geomorfología | cuantitativa | | geom | | | Forma del relieve de la cuenca |
| Pendiente | cuantitativa | | pen | | | Pendiente promedio de la cuenca |
| Geología | cuantitativa | | geo | | | Zonificación de formaciones volcánicas |
| Temperatura | cuantitativa | Mapa temático | tem | | | Zonificación de temperatura |
| Precipitación | cuantitativa | | prec | | | Intensidad de lluvia en la cuenca |
| Cobertura vegetal | cuantitativa | | cob | Análisis documental | Software Arc Gis 10.3 | Delimitación de vegetación y frontera agrícola |
| Edafológico | cuantitativa | | eda | | | Aptitud del suelo |
| Red hidrológica | cuantitativa | | rh | | | Verificación de equilibrio del recurso hídrico |
| Evapotranspiración | cuantitativa | | evapo | | | Perdida de agua del suelo de la cuenca |
| Parámetros morfométricos | cuantitativa | Diagrama | p_morf | | | Distribución espacial en la cuenca |
| Parámetros hidrológicos | cuantitativa | | p_hid | | | Balance hidrológico |
| Balance hídrico | cuantitativa | Tabla de | bh | Análisis de contenido | Excel 2013 | Morfometría de la cuenca |
| Déficit hídrico | cuantitativa | caracterización | dh | | | Hidrología de la cuenca |
| Valorar con criterio científico, didáctico y recreativo con base en la importancia los Lugares de Interés Hidrológico | | | | | | |
| Variable | Tipo | Unidad de medida | Código | Técnica | Instrumento | Análisis de datos |
| Lugares de interés geológico | cuantitativa | Geositios | lig | Análisis documental, observación no estructurada | Revisión bibliográfica, visita de campo, fichas, Software Arc Gis 10.3 | Valoración lugares de interés geológico |
| Catalogar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi | | | | | | |
| Variable | Tipo | Unidad de medida | Código | Técnica | Instrumento | Análisis de datos |
| Lugares de interés geológico | cuantitativa | Geositios | lig | Análisis de contenido | Cuadro de registro y clasificación de categorías | Catalogación de lugares de interés geológico |
| Plantear la puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi. | | | | | | |
| Variable | Tipo | Unidad de medida | Código | Técnica | Instrumento | Análisis de datos |
| Puesta en valor | cuantitativa | Lineamientos | p_v | Observación estructurada | Formato técnico | Evaluación de propuesta |

3.3 Procedimiento de la investigación

La caracterización de las variables hidrológicas en la cuenca del río Ambi, tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, con un diseño de investigación documental, para lo cual fue necesario emplear la técnica denominada análisis documental, mediante el instrumento Software ArcGis 10.3, con el que se realizó un análisis del DEM en la cuenca, obteniendo mapas temáticos como resultado, para lo cual se establece el siguiente procedimiento:

Parámetros de forma:

1. Se determinó la cartografía base, mediante el mapa topográfico escala 1:50000 de la cuenca.
2. La delimitación de la cuenca se realizó en base a las líneas divisorias de aguas, mediante el análisis Modelo Digital de Elevación (DEM), con la utilización de las herramientas del software ArcGis 10.3, con el siguiente proceso:
 - a) Colocar un punto en la salida de la cuenca, que permite concentrar un punto para la descarga del agua en la cuenca.
 - b) Emplear la herramienta “watershed”, que permite crear una superficie que contiene a todos los drenajes de la mencionada cuenca
 - c) Transformar de raster a vectorial, con la herramienta “raster to polygon”
 - d) Realizar un “extract by mask”, obteniendo así el límite de la cuenca (shp) y el modelo digital del terreno (raster)
3. Para la delimitación de los parámetros de forma de la cuenca del río Ambi como : Área (A), Perímetro (P), Longitud axial (La), se empleó las herramientas “calculate geometry” del software ArcGis 10.3.
4. Ancho promedio (Ap), Factor de forma (Ff) y Coeficiente de compacidad (Kc), Densidad de drenaje (Dd) y Sinuosidad (S), se empleó las fórmulas matemáticas descritas en el marco teórico.

Los coeficientes de factor de Forma y Coeficiente de compacidad, se interpretaron conforme el criterio de la siguiente tabla:

Tabla 16
Relación coeficiente de forma y coeficiente de forma

| Kc | Forma de la cuenca |
|-----------|-----------------------------------|
| 1-1.25 | Compacta o redonda a oval redonda |

| | |
|-----------|--------------------------------------|
| 1.25-1.5 | Oval redonda a oval alargada |
| 1.5-1.75 | Oval alargada a rectangular alargada |
| Kf | Forma de la cuenca |
| <0.22 | Muy alargada |
| 0.22-0.3 | Alargada |
| 0.3-0.37 | Ligeramente alargada |
| 0.37-0.45 | Ni alargada ni ensanchada |
| 0.45-0.6 | Ligeramente ensanchada |
| 0.6-0.8 | Ensanchada |
| 0.8-1.2 | Muy ensanchada |
| >1.2 | Rodeada |

Fuente: Naranjo (2013)

5. El cálculo del piso altitudinal como Altura mínima (Hmin), Altura máxima (Hmax) y Altura media (Hm), se utilizó el análisis del modelo raster DEM, en el software ArcGis 10.3

6. El desnivel altitudinal (Dh), se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$Dh=Hmax-Hmin$$

Ingresar redacción del mapa de elevaciones, que se encuentra en los resultados

7. Para calcular el Coeficiente de masividad (Km), se utilizó la fórmula matemática que se describe en el marco teórico.

8. El cálculo de la pendiente se realizó mediante la herramienta “slope” del software ArcGis 10.3. Como se realizó en la elaboración del mapa de pendiente.

El procedimiento para la elaboración del Mapa de Pendiente, con el análisis de un MDT de 3 m proporcionado por SIGTIERRAS.

9. La construcción de la Curva hipsométrica se realiza mediante la interpretación del DEM con relación a la figura 4.

Parámetro Hidrológico:

1. La Longitud del río principal (L) se realiza, midiendo el cauce principal mediante la herramienta “measure” del software ArcGis

2. La Pendiente del río principal (S), se mide por tramos a lo largo del cauce, aplicando la ecuación propuesta en el marco teórico.

3. Densidad de drenaje (Dd), se calcula mediante la ecuación

$$Dd=Lx/A$$

Lx= longitud total de drenajes (km)

A= área de la cuenca (km)

4. El Orden del cauce, se calcula mediante la herramienta “hydrology” del software ArcGis 10.3
5. El patrón de drenaje se interpreta mediante el DEM y el criterio de la tabla 12.
6. Tiempo de concentración (TC en horas), se calcula en el software Excel con la siguiente formula:

$$T_c = 0,95 * (L^3 / H)^{0,385}$$

L= longitud del río (km)

H= Desnivel del río (km)

Hidrología:

Precipitaciones, el análisis de las precipitaciones se realizó a través del procesamiento de estaciones meteorológicas para la obtención del mapa de isoyetas, el dato de precipitación utilizados fue durante el periodo (1980-2010) tomado de 19 estaciones meteorológicas (tabla 17).

1. La precipitación media anual fue analizada mediante el mapa de isoyetas, elaborado en función de los registros de estaciones meteorológicas de la red del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI), descritos en la siguiente tabla:

Tabla 17
Estaciones meteorológicas

| Código | Nombre | Tipo de estación | Latitud | Longitud | Cota (m.s.n.m.) |
|---------------|--------------------------|-------------------------|----------------|-----------------|------------------------|
| M105 | Otavaló | CP | 00 14 36 N | 78 15 00 W | 2550 |
| M1240 | Ibarra-INAMHI | CP | 00 19 47,04 N | 78 07 56,75 W | 2256 |
| M0021 | ATUNTAQUI | PV | 00 21 13.3 N | 78 1339.3 W | 2200 |
| M0107 | CAHUASQUI-FAO | CO | 003041.5N | 781238.9W | 2335 |
| M0310 | MARIANO ACOSTA | PV | 001746.7N | 775856.5W | 2980 |
| M0312 | PABLO ARENAS | PV | 002956.1N | 781142W | 2340 |
| M0314 | AMBUQUI | PV | 002528.1N | 78037.7W | 1880 |
| M0315 | PIMAMPIRO | PV | 002322.6N | 775628.3W | 2090 |
| M0317 | COTACACHI | PV | 001818N | 78167.3W | 2410 |
| M0318 | APUELA-INTAG | PV | 002117.9N | 783049.1W | 1620 |
| M0321 | TOPO- IMBABURA(ANGLA) | PV | 001241.1N | 78958.5W | 2860 |
| M0324 | SAN FRANCISCO DE SIG | PV | 001741.2N | 775448.4W | 2230 |
| M0325 | GARCIA MORENO | PV | 00145.3N | 783737.7W | 1950 |

| | | | | | |
|-------|---------------------------|----|------------|------------|------|
| M0326 | SELVA ALEGRE- IMBABURA | PV | 001446.8N | 783436.5W | 1800 |
| M0327 | CHONTAL BAJO | PV | 001414.6N | 78450.0W | 675 |
| M0328 | HDA.LA MARIA- ANEXAS | PV | 002053.5N | 781611.1W | 2600 |
| M0909 | GUALSAQUI | PV | 001531.5N | 781938.2W | 2710 |
| M1270 | YACHAY INIAP | AG | 002716.8N | 780948.4W | 1955 |
| M0001 | INGUINCHO | CP | 001527.13N | 782428.94W | 3140 |

Fuente: INAMHI (20017).

La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de precipitaciones.

2. Temperatura, para la elaboración del mapa de isotermas, se utilizó los datos de temperatura durante el periodo (1980-2010) tomado de 19 estaciones meteorológicas (tabla 17).

La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de temperatura.

3. Suelos, se empleó el mapa edafológico escala 1:50000 en formato digital, elaborado por el MAGAP (2011).

La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de uso de suelo. incluir el Mapa Hidrográfico

4. Geología, la identificación de las unidades litológicas regionales de la cartografía geológica oficial que a escala 1:100 000 y mapas de la Cordillera Real a escala 1:200 000 en digital e impreso elaborados por CODIGEM-BGS, en la siguiente tabla se muestra las hojas geológicas utilizadas:

Tabla 18

Hojas geológicas

| Código | Hojas geológicas | Escala |
|---------------------|--|---------------|
| Hoja 83 CT-ÑII-F | Otavalo | 1:100000 |
| Hoja 82 CT-ÑII-O | Ibarra | 1:100000 |
| | Mapa Cordillera Occidental 1 Ecuador entre 0N y 2 N | 1:200000 |

Fuente: INIGEMM (2017)

La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de geología.

El control litológico en campo fue a través de georutas en los alrededores de las lagunas de San Pablo, Cuicocha y Yahuarcocha; se describieron rasgos geológicos y se recolectaron muestras de rocas. Además, la correlación litológica con la forma del relieve se plasmó en un mapa Geomorfológico

Para la realización del mapa geomorfológico se llevó a cabo el siguiente procedimiento: El análisis del insumo del archivo .shp de geomorfología escala 1:25000, generado por SIGTIERRAS, se realizó mediante la clasificación de los atributos: unidad ambiental o unidad fisiográfica, unidad geomorfológica o paisaje, génesis, morfología y morfometría. Los atributos mencionados se clasificaron con las opciones “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify”.

Mapa de Pendientes:

Se genera a partir de MDT de 3m proporcionado por SIGTIERRAS

1. Mediante la activación extensión “3D analyst” en el software ArcGis 10.3, en la sección ArcToolbox, se eligió las opciones “spatial analyst”, “surface analyst” y “slope”.
2. El archivo de ingreso al software es el MDT de la cuenca del río Ambi, luego de la derivación de las pendientes en porcentajes, el archivo de salida corresponde a un mapa de pendientes.
3. La clasificación de pendientes se realizó con las opciones “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify”, en base a la tabla 9.

Mapa Geomorfológico

Para la realización del mapa geomorfológico se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

1. El análisis del insumo del archivo .shp de geomorfología escala 1:25000, generado por SIGTIERRAS, se realizó mediante la clasificación de los atributos: unidad ambiental o unidad fisiográfica, unidad geomorfológica o paisaje, génesis, morfología y morfometría.

2. Los atributos mencionados se clasificaron con las opciones “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify”.

Mapa de Unidades Litológicas:

Par la elaboración del mapa geológico, fue necesario emplear la cartografía geológica a escala 1:100000 y mapas de la Cordillera Real a escala 1:200000 en digital e impreso elaborados por CODIGEM-BGS.

La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de geología.

Mapa Edafológico:

Se empleo el mapa de Uso y cobertura del suelo escala 1:50000 en formato digital, elaborado por el MAGAP (2011). La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de uso de suelo.

Mapa de Isoyetas:

Para la elaboración del mapa de isoyetas, se utilizó los datos de precipitación durante el periodo (1980-2010) tomado de 19 estaciones meteorológicas. La precipitación media anual fue analizada mediante el mapa de isoyetas, elaborado en función de los registros de estaciones meteorológicas de la red del Instituto Nacional de Hidrología y Meteorología (INAMHI)

Mapa de Isotermas:

Para la elaboración del mapa de isothermas, se utilizó los datos de temperatura durante el periodo (1980-2010) tomado de 19 estaciones meteorológicas. La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de temperatura.

Mapa de Cobertura Vegetal:

Se empleo el mapa de Uso y cobertura del suelo escala 1:50000 en formato digital, elaborado por el MAGAP (2011). La representación del mapa temático se realizó en el software ArcGis 10.3, empleando las herramientas “spacial analyst”, “reclass” y “reclassify” del insumo formato .shp de uso de suelo.

La geoinformación generada de los mapas temáticos se complementa con un análisis morfológico de una cuenca hidrográfica apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), que consiste en una representación simplificada de la realidad, mediante la interpretación morfometría (parámetros de forma, parámetros hidrológicos). Tal representación se realiza atreves de un software ArcGis 10.3, que permite determinar una distribución espacial y numérica de los puntos que definen el modelo.

La elaboración de mapas temáticos se realiza con el software ArcGis 10.3, para la digitalización de las variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi, mediante polígonos bajo el formato .shp. Las variables hidrológicas en términos geoespaciales, objeto geográfico tipo punto, se representará en el terreno un punto en el relieve, obteniendo mapas de diferentes temáticas.

Para la valoración y catalogación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, se emplea el diseño exploratorio y descriptivo, con el método de investigación documental, empleando la técnica de análisis de contenido, con el procedimiento que a continuación se describe:

Para llegar a obtener la valoración del inventario de Lugares de Interés Hidrológico, se considera la metodología de inventario, catalogación y clasificación de LIG's, establecido por el INIGEMM (2013) enfocado a la tipología hidrológica.

Esta metodología diseña fases para desarrollar el inventario de LIG's en el Ecuador, estableciendo la identificación, localización, clasificación, caracterización y valoración de sitios de interés geológico, como se explica el procedimiento en la figura 29.

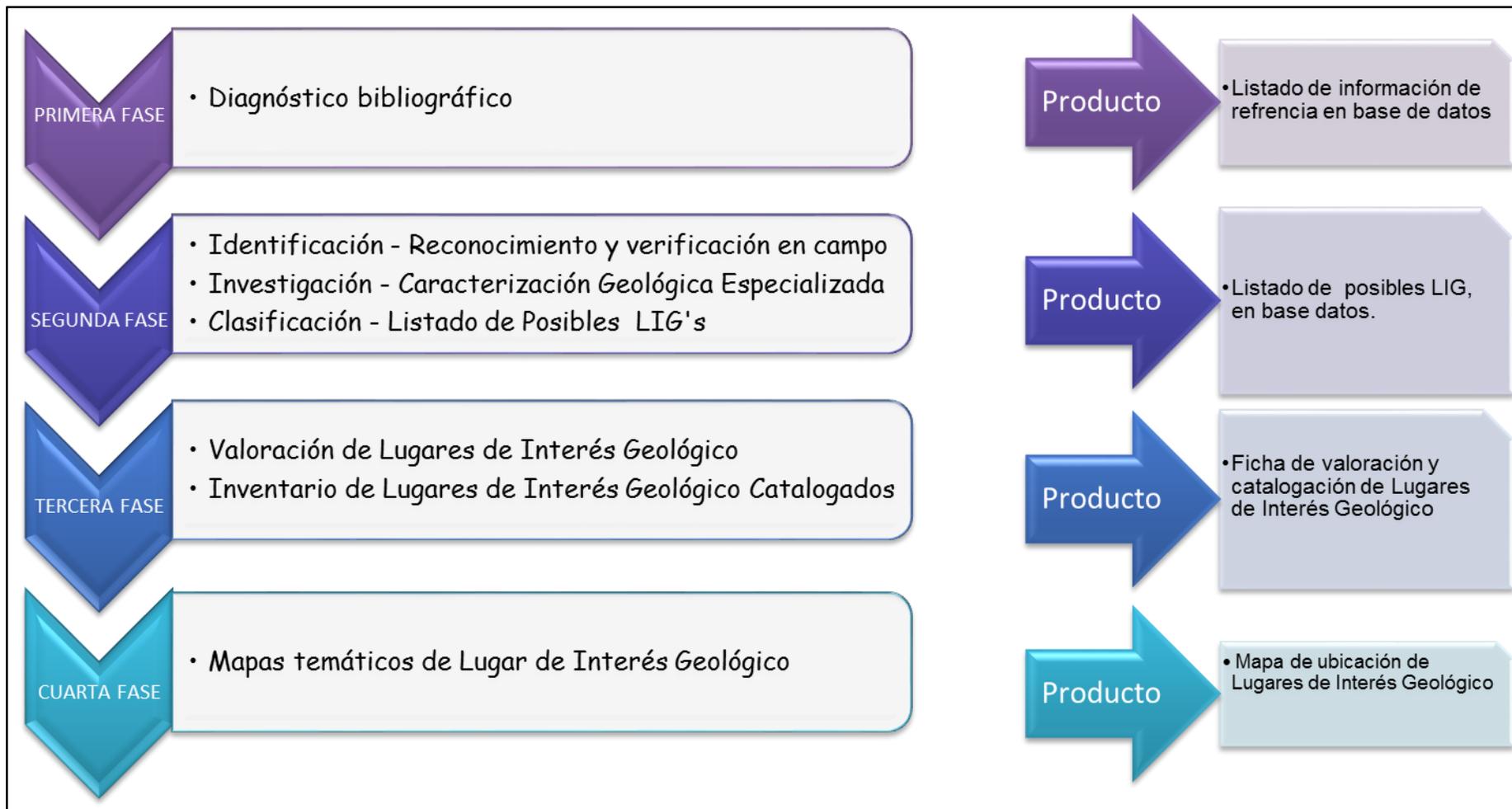


Figura 29 Esquema general para el proceso de inventario y catalogación de LIG
Fuente: INIGEMM (2013)

La caracterización de las variables hidrológicas en la cuenca del río Ambi, tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, con un diseño de investigación documental, para lo cual fue necesario emplear la técnica denominada análisis documental, mediante el instrumento Software ArcGis 10.3, con el que se realizó un análisis del DEM en la cuenca, obteniendo mapas temáticos como resultado, para lo cual se establece el siguiente procedimiento:

Información bibliográfica de Lugares de Interés Hidrológico

Para la compilación de información bibliográfica, se realiza mediante dos formas:

a) Revisión y análisis de la bibliografía documental disponible en base a cartas temáticas: (mapa geológicos escalas 1:10000, mapa de paisajes del Ecuador escala 1:1000000, mapas edafológicos escala 1:100000, preparación de insumos básicos digitales: MDT, fotografías aéreas, cartografía), informes de entidades públicas y privadas, trabajos investigativos referente a Patrimonio Geológico, Puntos/Lugares de Interés Geológico, Geoparques; obteniendo un informe de diagnósticos que sirve para alimentar la base de datos.

Planificación de reconocimiento y compilación de datos de campo

a) La identificación de los potenciales geositos de interés hidrológico, se realiza mediante recorrido y verificación en campo, con un técnico especializado, en geología, y por medio de la utilización de fichas de información de campo, que permita establecer y corroborar o descartar los puntos que no tengan información relevante. Además, se complementa con instrumentos de posicionamiento global como GPS, georeferenciando potenciales Lugares de Interés Hidrológico, así como la utilización de la brújula tipo geólogo, que señala la orientación de lineamientos estructurales, permitiendo ubicar y describir de mejor manera a los elementos geológico, obteniendo así listado de posibles LIG en base de datos.

b) La caracterización hidrológica especializada, consiste en categorizar de forma detallada todos los rasgos hidrológicos nuevamente en campo de los sitios geográficos previamente establecidos.

c) Con el levantamiento de reconocimiento y verificación de campo, se procede a realizar una caracterización geológica especializada mediante la metodología de inventario Lugares de Interés Geológico del INIGEMM; obteniendo un informe especializado del área de estudio. Según INIGEMM (2013) “El producto de esta etapa será un informe técnico de la caracterización geológica especializado del área, que contenga los resultados e interpretaciones geológicas y desde el enfoque las tipologías geológicas aplicadas de un área investigada” (p.15).

Para la compilación de datos geológicos en campo se necesita realizar una caracterización de las rocas mediante la examinación microscópica en secciones delgadas para determinar el contenido mineral de las mismas, a continuación, se describe el proceso:

Descripción microscópica

Descripción óptica de minerales que conforman la roca con ayuda del microscopio ocular de acuerdo a las características y propiedades de los mismos. Se puede mencionar los siguientes ítems:

Matriz. Se tiene que describir la composición y el porcentaje de abundancia de la matriz presente en la roca

Tipo de textura. - Básicamente podemos mencionar las siguientes texturas:

- Intersectal: Láminas de plagiocasa entre vidrio y material secundario
- Hialofítica: Láminas de plagioclasa en masa fundamental vítrea
- Intergranular: Plagioclasa con intersticios rellenos por otros cristales
- Ofítica: Grandes cristales de piroxenos que engloban pequeños cristales de feldespatos dispuestos al azar.
- Subofítica: Grandes cristales de piroxenos que engloban pequeños cristales de feldespatos que se tocan entre sí
- Hialopilítica: Vidrio volcánico que engloba pequeños cristales de feldespatos
- Pilotáctica: Agregado de microlitos (cristales muy pequeños que empiezan a desarrollarse, generalmente de feldespatos) que se disponen paralelos debido a flujo
- Ortofídica: Intercrecimiento de cuarzo en feldespatos
- Felfofídica: Intercrecimiento de feldespatos en cuarzo
- Vítrea: Roca compuesta por un mosaico totalmente vítreo

- Mirmekítica: intercrecimiento redondeado de cuarzo o feldespatos potásicos en un cristal único de plagioclasa
- Micrográfica: Cuarzo y feldespato con intercrecimiento cuneiforme (forma de cuña) Cristalinidad. Se relaciona a la velocidad de enfriamiento del magma, se menciona:
 - Holocristalina: suficiente tiempo para un desarrollo cristalino completo (100% cristal)
 - Holohialina: enfriamiento rápido como para que no se haya formado ningún cristal solo vidrio (100% vidrio)
 - Merocristalina: Existe dos etapas de enfriamiento una lenta para el desarrollo de cristales y una más rápida para el desarrollo de vidrio.

Tamaño del cristal. Puede ser expresado como su diámetro máximo o el más notorio, para su utilización se usa una tabla con límites específicos:

- Grano muy grueso: > 50 mm
- Grano grueso: 50 – 5 mm
- Grano medio: 5 – 1 mm
- Grano fino: 1 – 0,1 mm
- Grano muy fino: 0.1 – 0,01 mm
- Vidrio/submicroscópico: < 0,01 mm

Homogeneidad cristal. En relación al tamaño de cristales

- Equigranular: Igual dimensión de cristales
- Inequigranular: Diferente dimensión de cristales

Forma cristal. Forma que refleja o no la estructura cristalina

- Euhedral: refleja la estructura cristalina desarrollada
- Anhedral: no refleja la estructura cristalina
- Subhedral: formas intermedias, cristales que no alcanzaron su total desarrollo.

Estructuras. Rasgos que se pueden describir por la distribución y ordenamiento de minerales, microscópicamente se pueden identificar las siguientes estructuras Instituto Superior de Correlación Geológica.

- Estructura miarolítica: está dada por cavidades angulares, a veces rellenas por cristales de minerales como turmalina, cuarzo o fluorita, generadas en las rocas plutónicas debidas a la contracción que ocurre durante la congelación del magma o por emisión tardía de gas al final de la cristalización, indicando un emplazamiento somero
- Estructura orbicular: las orbículas son segregaciones de forma esférica que constan de un núcleo de feldespato potásico rodeado por un borde fibrorradiado de oligoclasa. Se formarían al estar el fundido, en donde existen cristales de feldespato, sometido a un movimiento turbulento
- Estructura Vesicular y Amigdaloida: al expandirse los gases en las lavas, generalmente se forman cavidades o vesículas de formas esféricas, ovoides o irregulares. Subsecuentemente pueden ser rellenas por minerales secundarios, tales como ópalo, calcedonia, clorita, calcita y zeolitas, para formar amígdalas

Porosidad/fisuración Cavidades producidos por gases o por procesos tectónicos, pudiendo definir categorías como:

- Elevada: se observan grandes poros
- Media: se observa algún microporo
- Nulo: no se observan poros

Alteración (describir) Es el cambio en las propiedades químicas de los minerales, describir el tipo de alteración.

- Foto Luz Natural. Fotografía en luz natural del campo óptico utilizado indicando los minerales más representativos mediante una breve descripción.

- Foto Luz Polarizada. Fotografía en luz polarizada del campo óptico utilizado indicando los minerales más representativos mediante una breve descripción

Nombre de la roca. De acuerdo a la composición, propiedades, texturas, anteriormente expuestas y descritas, se da el nombre definitivo de la muestra petrográfica.

Observaciones. Debe constar algún tipo de observación o inconveniente en el análisis petrográfico tanto macroscópico como microscópico

d) Clasificación de posibles Lugares de Interés Hidrológico, se realiza mediante un diagnóstico para la toma de decisión, en el cual, se analiza si la localidad tiene las cualidades necesarias para ser considerado como posible LIH's. Esto se ejecuta mediante la aplicación de fichas técnicas de la metodología de INIGEMM, donde se procede a realizar una categorización y valoración si el rasgo hidrológico:

- Es escaso o muy raro en la historia geológica de una región natural.
- Es un lugar de referencia en la geología nacional o a nivel internacional.
- Presenta interés en la historia de la investigación geológica.
- Interés como compendio o registro de información científica.
- Da la oportunidad de interpretar procesos geológicos a partir del estudio del mismo.
- Presenta un alto grado de conocimiento o investigación existente del lugar, es decir cuenta con una serie de publicaciones o investigaciones científicas.
- Presenta diversidad de tipologías geológicas de interés.
- Presenta condiciones necesarias para observar el proceso geológico y su acceso vía terrestre.

Finalmente se obtiene un listado de posibles Lugares de interés geológico.

Valoración-Inventario de Lugares de Interés Hidrológico

Para valorar los Lugares de Interés Hidrológico se define en gabinete, una vez recopilada toda la información de campo, mediante la ficha de valoración de la metodología de inventario de LIH's establecido por el INIGEMM, en el cual se considera:

a) Criterios de valoración por su contenido: primera identificación en campo y en conjunto con expertos.

b) Criterios de valoración por su utilización: considera el valor científico que posee cualquier elemento geológico, conforme los siguientes criterios.

- Criterios de valoración científico/intrínseco
- Criterios intrínsecos y de uso didáctico/recreativo
- Criterios de valoración intrínseco y de uso recreativo

El producto de esta fase será una ficha de valoración y catalogación de LIG que contendrá los resultados de la valoración del área investigada.

Para el inventario de LIH's catalogado, se realiza en a base a la puntuación obtenida de 1 a 4 de cada parámetro científico, didáctico y recreativo. Cada lugar seleccionado tendrá una puntuación, conforme la ficha de valoración de la metodología de Lugares de Interés Geológico INIGEMM, donde se considera lugares que obtengan cifras mayores a 210 serán de interés muy alto, los que tengan cifras entre 210 y 117 serán de valor medio y aquellos que no alcancen la cifras de 50 serán de interés bajo.

Mapas temáticos

Para la elaboración de mapas temáticos, se empleará las herramientas aplicativos del software ArcGis 10.3, representando todas las características de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi.

Para promover el planteamiento de puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi en la provincia de Imbabura, se realizará una propuesta en la que conste como objetivo principal la promulgación de la gestión integral de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi; para transmitir la información generada a los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la provincia de Imbabura.

Para la recolección de datos de la investigación, se realizará un análisis documental, visitas de campo y se empleará la observación científica y la técnica de fichaje en los geositios considerados como LIH's; de esta manera proporciona la identificación, caracterización y valoración de sitios de interés geológico referente a dominios hidrológicos en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura.

Para el análisis de información se aplica lo siguiente:

- a) Con la información obtenida mediante el análisis bibliográfico, se realizará una tabla donde indique el contenido bibliográfico de los posible geositio.
- b) Para el procesamiento de datos de formato .shp de LIG's de la cuenca del río Ambi, se procederá al análisis de datos mediante la elaboración de mapas temáticos, que constituyen

una interpretación técnica a través del conocimiento geológico, con una zonificación de geositos, empleando la herramienta Georeferencing del paquete software ArcGis 10.3 y estableciendo una proyección en el sistema de coordenadas WGS 84 17S.

c) Con la información obtenida de la matriz de criterios de valoración, se realizará un análisis estadístico descriptivo.

d) Con la información obtenida de los Lugares de Interés Hidrológico, se realizará una validación y discusión de resultados técnicos con personal del INIGEMM para rescatar el interés de la comunidad nacional y fomentar la gestión integral de cuencas hidrográficas enfocadas al aprovechamiento del recurso hídrico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN O PROPUESTA

4.1 Caracterización de variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi.

En este capítulo se expone los datos y los resultados obtenidos en la presente investigación relacionados a la caracterización morfológica y morfométrica de la cuenca del río Ambi.

La cuenca del río Ambi, de acuerdo a las condiciones naturales de drenaje, relieve y vegetación, la cuenca se divide en nueve (9) microcuenas, las cuales se muestran en la siguiente figura 30 y sus variables morfométricas se observan en tabla 19.

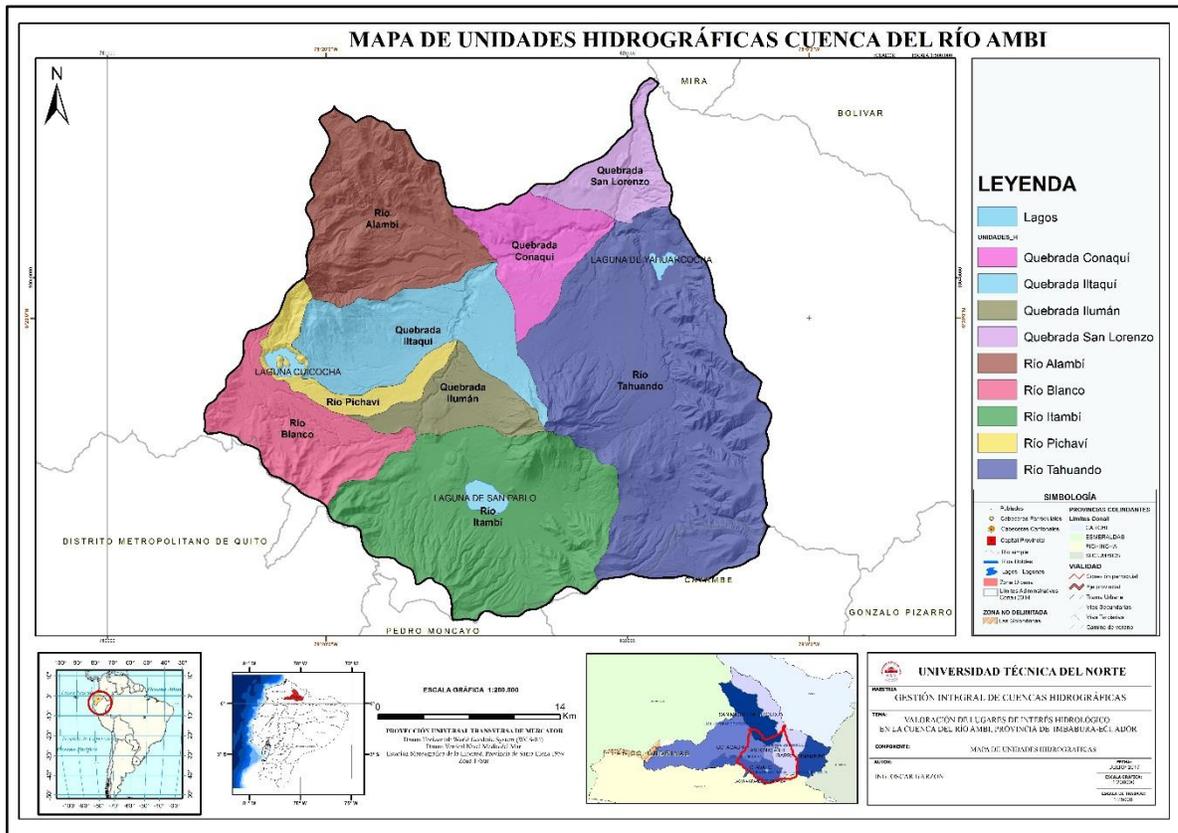


Figura 30 Unidades hidrográficas cuenca río Ambi

4.1.1 Parámetros morfológicos y morfométricos de la cuenca del río Ambi

Como respuesta al objetivo planteado, mediante la elaboración de mapas temáticos a través de un análisis del DEM, mediante la herramienta software ArcGis 10.3, se determinó que la cuenca tiene un área de 1075 km² perteneciendo a una cuenca de tamaño intermedia a grande, abarcando un perímetro aproximado de 164 km, el ancho promedio es de 30,43 km; indicando que la cuenca presenta una longitud axial ligeramente mayor al ancho promedio, el factor de forma es a 0,86 el cual corresponde a una forma de cuenca con muy alta susceptibilidad a crecidas, el coeficiente de compacidad es de 1,41 que es equivalente a una forma oval redonda a oval oblonga. En relación a las microcuencas, los parámetros de forma indican que; la microcuenca del río Pichaví es la de menor área mientras que la microcuenca del río Tahuando es la más grande, en la tabla 19 se resume los parámetros de las microcuencas. Los valores morfométricos de las microcuencas de la cuenca río Ambi se describen a continuación.

Tabla 19

Valores morfométricos de las microcuencas de la cuenca río Ambi

| No. | Microcuencas | A (km ²) | P(km) | La (km) | Ap | Ff | Kf |
|-----|----------------------|----------------------|-------|---------|-------|------|------|
| 1 | Río Pichavi | 39,47 | 50,68 | 16 | 2,47 | 0,15 | 2,28 |
| 2 | Quebrada San Lorenzo | 45,24 | 37,17 | 13,5 | 3,35 | 0,25 | 1,56 |
| 3 | Quebrada Ilumán | 47,83 | 38,6 | 11,3 | 4,23 | 0,37 | 1,57 |
| 4 | Quebrada Conanquí | 64,1 | 38,54 | 15,9 | 4,03 | 0,25 | 1,36 |
| 5 | Río Blanco | 87,4 | 51,75 | 19,34 | 4,52 | 0,23 | 1,56 |
| 6 | Quebrada Iltaquí | 112,12 | 61,18 | 24,13 | 4,65 | 0,19 | 1,63 |
| 7 | Río Alambi | 141,66 | 52,22 | 20,3 | 6,98 | 0,34 | 1,24 |
| 8 | Río Itambi | 227,75 | 65,08 | 20,4 | 11,16 | 0,55 | 1,22 |
| 9 | Río Tahuando | 354,29 | 86,02 | 36,8 | 9,63 | 0,26 | 1,29 |

La altitud mínima de la cuenca del río Ambi, es de 1475 m el cual corresponde a un piso altitudinal premontano, la altitud máxima es de 4880 m que corresponde a un piso altitudinal nival, la altura media es de 2925 m

La altitud mínima (Hmin) de la cuenca es de 1475 m.s.n.m. en la desembocadura del río Ambi, la cual corresponde a un piso altitudinal premontano, la altitud máxima (Hmax) es de 4925 m.s.n.m. con un piso altitudinal tipo nival en la estribación oriental del complejo

volcánico Cotacachi; con un desnivel altitudinal (Dh) alto de 3120 m.s.n.m. y una altitud media (Hm) de 2925,19 m.s.n.m. indicando que la cuenca tiene un relieve montañoso. La siguiente figura indica un modelo de elevaciones de la cuenca del río Ambi.

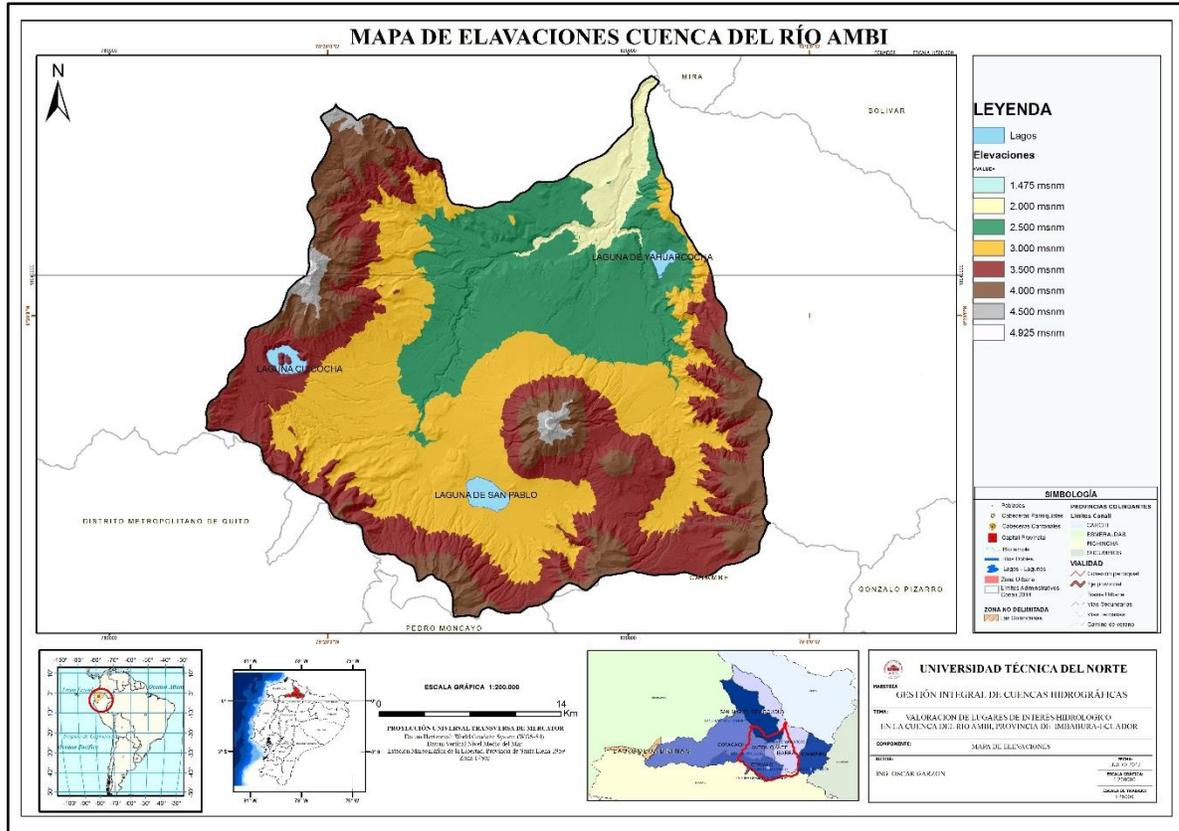


Figura 31 Mapa de elevaciones cuenca río Ambi

El coeficiente de masividad es de 2,72 m/km y una pendiente promedio de 30%, dando como resultado con una geomorfología de relieve montañoso

La geomorfología, dentro de la cuenca del río Ambi existe trece (13) unidades ambientales: Cimas Frías de las Cordilleras, Cimas Frías de las Cordilleras de Estructuras Volcánicas, Cimas Frías de las Cordilleras Heredadas de las Formas Periglaciares, Vertientes y Relieves Superiores de las Cuencas Interandinas sobre Volcanismo de la Sierra Norte, Vertientes Inferiores y Relieves de las Cuencas Interandinas de la Sierra Norte, Relieves de Fondos de Cuencas con Rellenos Volcano-Sedimentarios, Relieves de los Fondos de Cuencas y Valles Deprimidos, Relieves de los Fondos de Cuencas con Rellenos Lacustres, Flancos

Inferiores de Estructuras Volcánicas, Vertientes de Edificios Volcánicos muy Destruídos, Relieves de los Fondos de las Cuencas Interandinas, Vertientes Externas de la Cordillera Occidental y Medio Aluvial; dentro de estas unidades ambientales existen diez (10) unidades genéticas representadas por cincuenta y cuatro (54) geoformas, que a continuación se detallan:

Tabla 20
Geomorfología cuenca río Ambi

| GENESIS | GEOMORFOLOGIA |
|--|---|
| DEPOSICIONAL O ACUMULATIVO | ABRUPTO DE CONO DE DEYECCION ANTIGUO |
| | ESCARPE DE TERRAZA |
| | GLACIS DE ESPARCIMIENTO |
| | SUPERFICIE DE CONO DE DEYECCION ANTIGUO |
| | TERRAZA ALTA |
| | TERRAZA BAJA Y CAUCE ACTUAL |
| | TERRAZA MEDIA |
| | TERRAZAS INDIFERENCIADAS |
| | VALLE FLUVIAL |
| | VALLE INTRAMONTANO |
| VERTIENTE DE CONO DE DEYECCION ANTIGUO | |
| DEPOSICIONAL EROSIVO | TERRAZA ALTA |
| DENUDATIVO | COLUVIO ALUVIAL ANTIGUO |
| | COLUVION ANTIGUO |
| | ESCARPE DE DESLIZAMIENTO |
| | GARGANTA |
| EROSIVO | GLACIS DE EROSION |
| | BARRANCO |
| | ESCARPE DE TERRAZA |
| TECTÓNICO | VALLE EN V |
| | TERRAZA COLGADA |
| TECTONICO EROSIVO | RELIEVE COLINADO BAJO |
| | RELIEVE COLINADO MEDIO |
| | RELIEVE COLINADO MUY ALTO |
| | RELIEVE MONTAÑOSO |
| | SUPERFICIE ONDULADA |
| | VERTIENTE ABRUPTA |
| VOLCÁNICO | CALDERA |
| | CRATER |
| | DOMO VOLCANICO |
| | FLANCOS DE VOLCAN |
| | FLUJO DE PIROCLASTOS |
| | FLUJOS DE LAVA |
| | LLANURA DE DEPOSITOS VOLCANICOS |
| | RELIEVE VOLCANICO COLINADO ALTO |
| | RELIEVE VOLCANICO COLINADO BAJO |
| | RELIEVE VOLCANICO COLINADO MEDIO |
| | RELIEVE VOLCANICO COLINADO MUY ALTO |
| | RELIEVE VOLCANICO COLINADO MUY BAJO |
| | RELIEVE VOLCANICO MONTAÑOSO |
| | RELIEVE VOLCANICO ONDULADO |
| | SUPERFICIE VOLCANICA ONDULADA |
| | VERTIENTE DE FLUJO DE LAVA |
| VERTIENTE DE FLUJO DE PIROCLASTOS | |
| VERTIENTE DE LLANURA DE DEPOSITOS VOLCANICOS | |
| FLUVIO LACUSTRE | RELIEVE LACUSTRE ONDULADO |
| | CIRCO GLACIAR |
| | DRUMLIN |

La geomorfología predominante de la cuenca del río Ambi corresponde a la génesis volcánica con unidades geomorfológicas en las estribaciones de los sistemas montañosos: Llanura de depósito volcánico con una pendiente de muy suave a suave en el rango de 2-12% , relieves volcánicos colinados con pendiente fuerte de 40-70%, Vertientes de flujos de piroclastos con pendientes desde fuertes hasta muy fuertes superiores al 70% y Valles interandinos de génesis denudativa con pendientes planas inferiores al 5% en las partes bajas. El medio aluvial ocupa 24 km² que corresponde al 14% de la superficie de la cuenca.

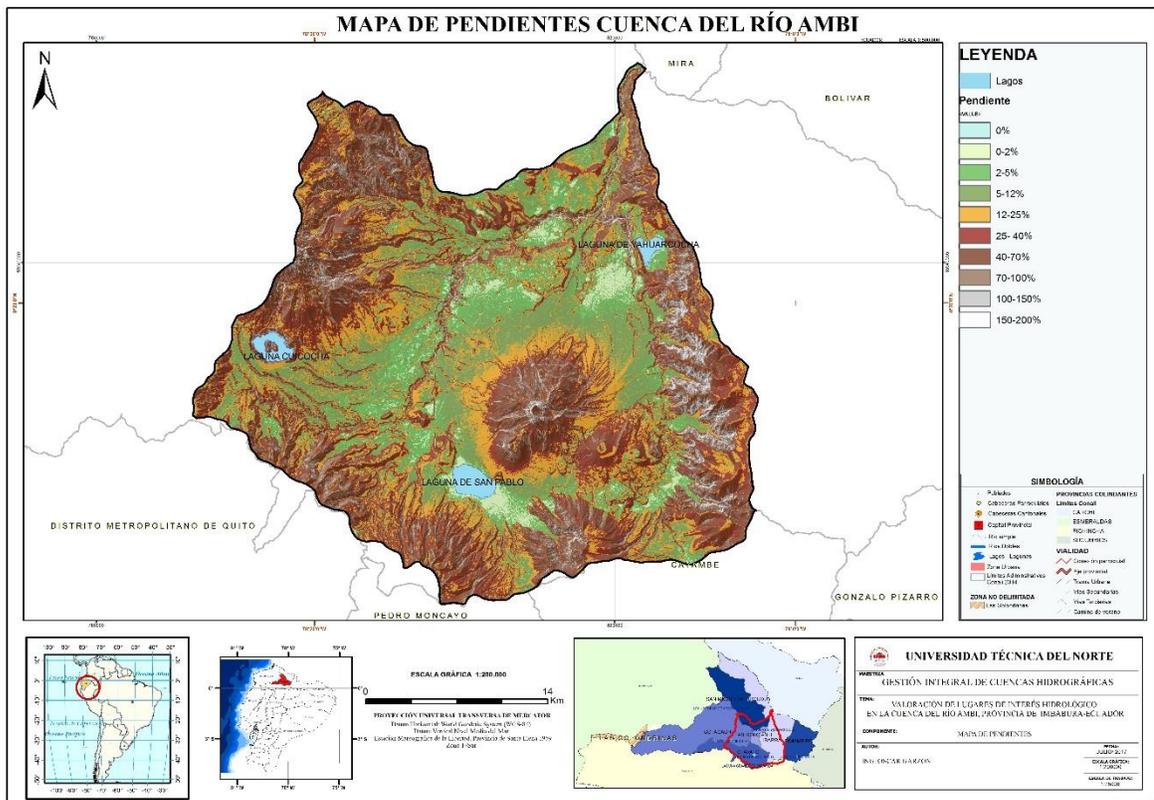


Figura 32 Mapa de pendientes cuenca río Ambi

Las pendientes de la cuenca del río Ambi, fluctúan desde 2% hasta el 150%, las pendientes muy suaves a suaves (2-12%) corresponden al 24% de la superficie total de la cuenca del río

Ambi localizada principalmente a lo largo de toda la cuenca de norte a sur. Las pendientes medias (12-25%) y media fuerte (25-40%) representan el 40% de la superficie total de la cuenca. El 18% corresponde a pendientes fuertes (40-70%) y muy fuertes (70-100%) al 15%, generalmente en las estribaciones de los relieves volcánicos. Finalmente, el 3% de la superficie de la cuenca corresponde a una pendiente escarpada (100-150%).

Tabla 21

Pendiente cuenca río Ambi

| Intervalo | Rango (%) | Pmr(km) | A (km2) | %A | %Acumulado A | Pmr*A |
|-----------|-----------|---------|---------|-----|--------------|----------|
| 1 | 2-5 | 2,50 | 57,55 | 5 | 100 | 143,88 |
| 2 | 5-12 | 8,50 | 293,24 | 26 | 95 | 2492,54 |
| 3 | 12-25 | 18,50 | 224,24 | 20 | 69 | 4148,44 |
| 4 | 25-40 | 32,50 | 110,38 | 10 | 49 | 3587,35 |
| 5 | 40-70 | 55,00 | 231,38 | 21 | 39 | 12725,90 |
| 6 | 70-100 | 85,00 | 167,47 | 15 | 18 | 14234,95 |
| 7 | 100-150 | 125,00 | 34,74 | 3 | 3 | 4342,50 |
| | | | 1119,00 | 100 | | 41675,56 |

La siguiente figura muestra la relación del porcentaje de pendiente y la pendiente acumulada, la cual muestra la pendiente promedio de 37% que existe en la cuenca del río Ambi, lo cual corresponde a una pendiente media a fuerte.

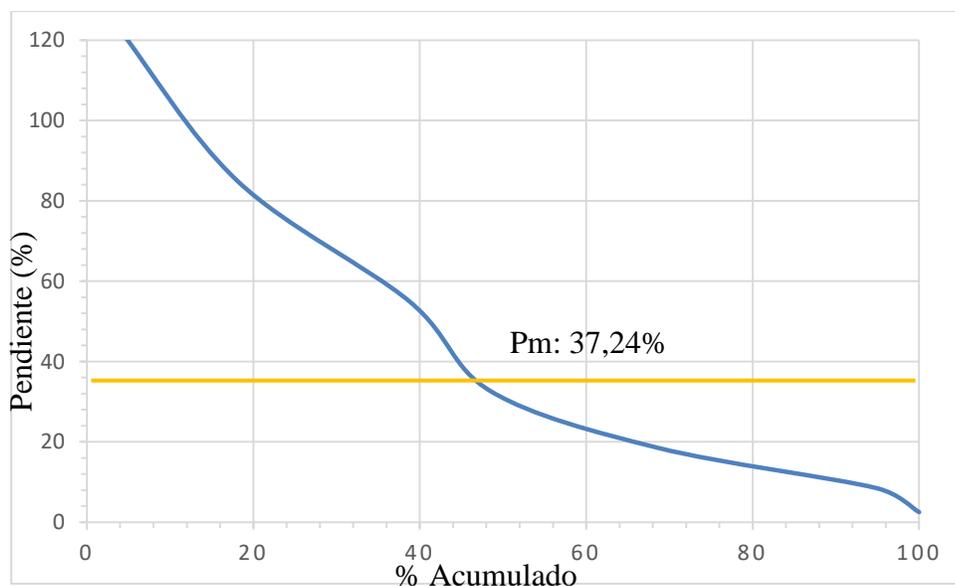


Figura 33 Pendiente promedio cuenca río Ambi

En la siguiente figura se muestra el corte topográfico del río Ambi, en el cual se puede identificar las pendientes por tramos, en función de la altura y la distancia horizontal de la cuenca.

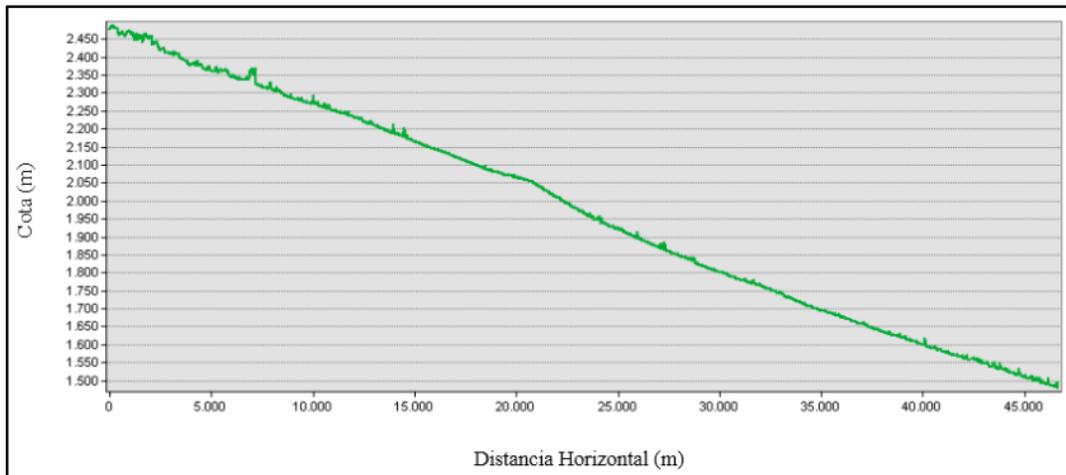


Figura 34 Corte topográfico cuenca río Ambi

La curva Hipsométrica da como resultado dentro de los límites de una curva B demostrando que la cuenca se encuentra desde el punto de vista geológico y geomorfológico en fase de madurez, es decir la relación existente entre la altura relativa y el porcentaje del área muestra un comportamiento semejante a la Curva B.

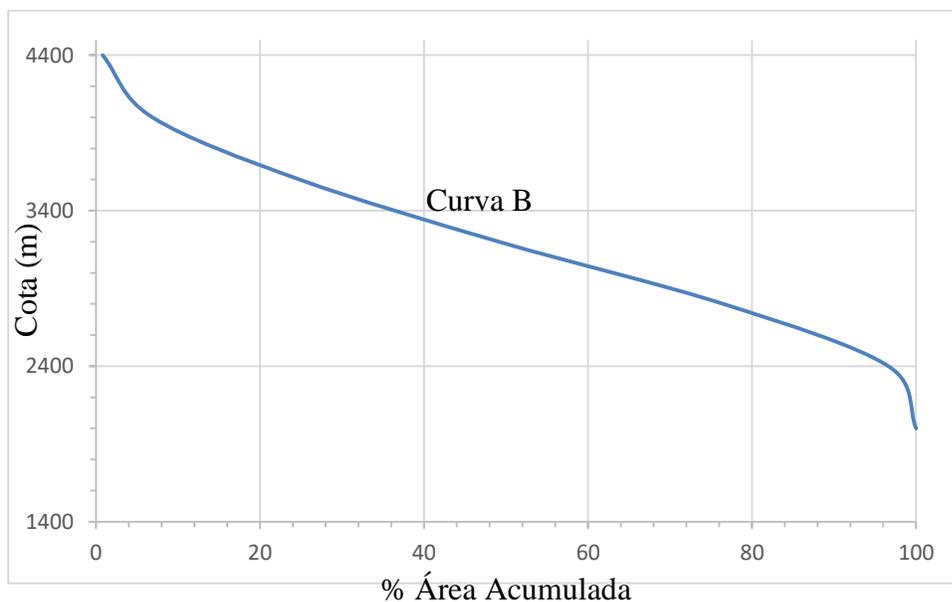


Figura 35 Curva Hipsométrica cuenca río Ambi

Temperatura

Los climas en la cuenca del río Ambi, en su mayoría se encuentra determinado por un índice hídrico húmedo, con una variación estacional de humedad de poco exceso hídrico y con un régimen térmico variado templado cálido. Influenciado por tres masas de aire: masa de aire oceánica, masa de aire fría de las cumbres nivales y aire templado.

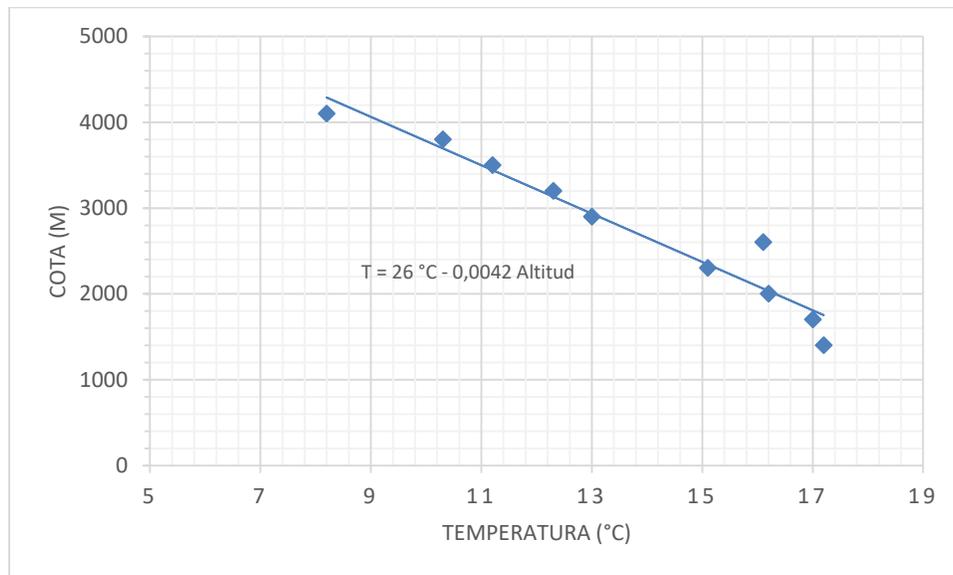


Figura 36 Relación temperatura media mensual y altitud cuenca río Ambi

El cuadro muestra la relación existente entre la altura y la temperatura de la cuenca, indicando el gradiente térmico, el cual corresponde a un descenso de $0,42^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m en aumento de altitud.

Bajo el análisis del mapa de isotermas, el valor de la temperatura varía desde los -0°C en las cumbres de los Volcanes Cotacachi, Imbabura y Mojanda, mientras que en las zona más bajas en el orden de 1400 m.s.n.m. oscila entre el rango de $19-20^{\circ}\text{C}$, la temperatura predominante en la cuenca del río Ambi oscila entre los $14-16^{\circ}\text{C}$ en promedio, en las partes altas montañosas bordea los $4-6^{\circ}\text{C}$ y en la cumbres de las elevaciones se encuentra a -0°C .

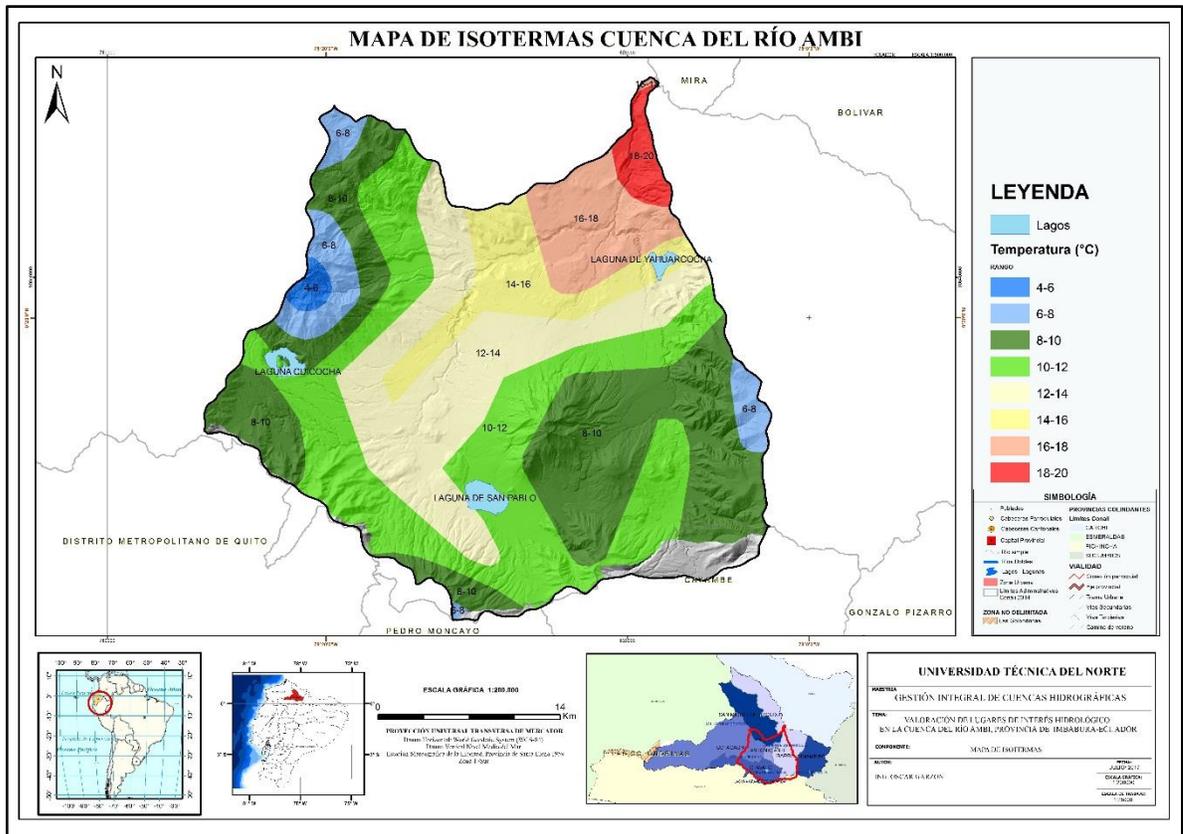


Figura 37 Mapa de isotermas cuenca río Ambi

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales obtenidas mediante el método de isoyetas obedecen a un rango variado a lo largo de la cuenca del río Ambi que va desde los 0-500 mm en las partes bajas desérticas hasta el rango de 1750-2000 mm de precipitación en las zonas altas montañosas, con un rango promedio de 1000-1250 mm de precipitación en el centro de la cuenca.

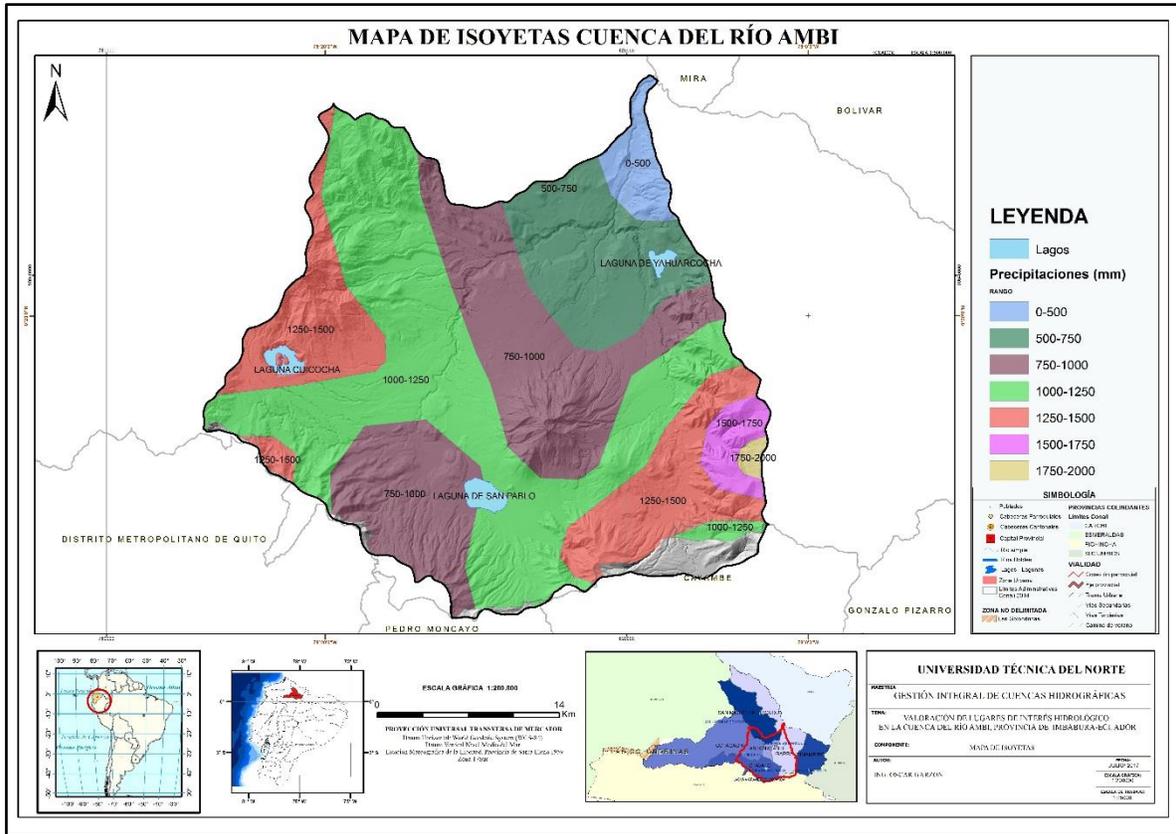


Figura 38 Mapa de isoyetas cuenca río Ambi

Cobertura Vegetal

La cartografía de cobertura vegetal de la cuenca del río Ambi, se realizó basándose en las tablas de superficie de cobertura y categoría de uso de la tierra, obteniendo como parte de la superficie de la cuenca pertenece a la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas.

El resto de la superficie de la cuenca contempla bosques, páramos, cultivos de ciclo corto, cultivos de maíz, pasto natural, cultivado e importantes cuerpos de agua.

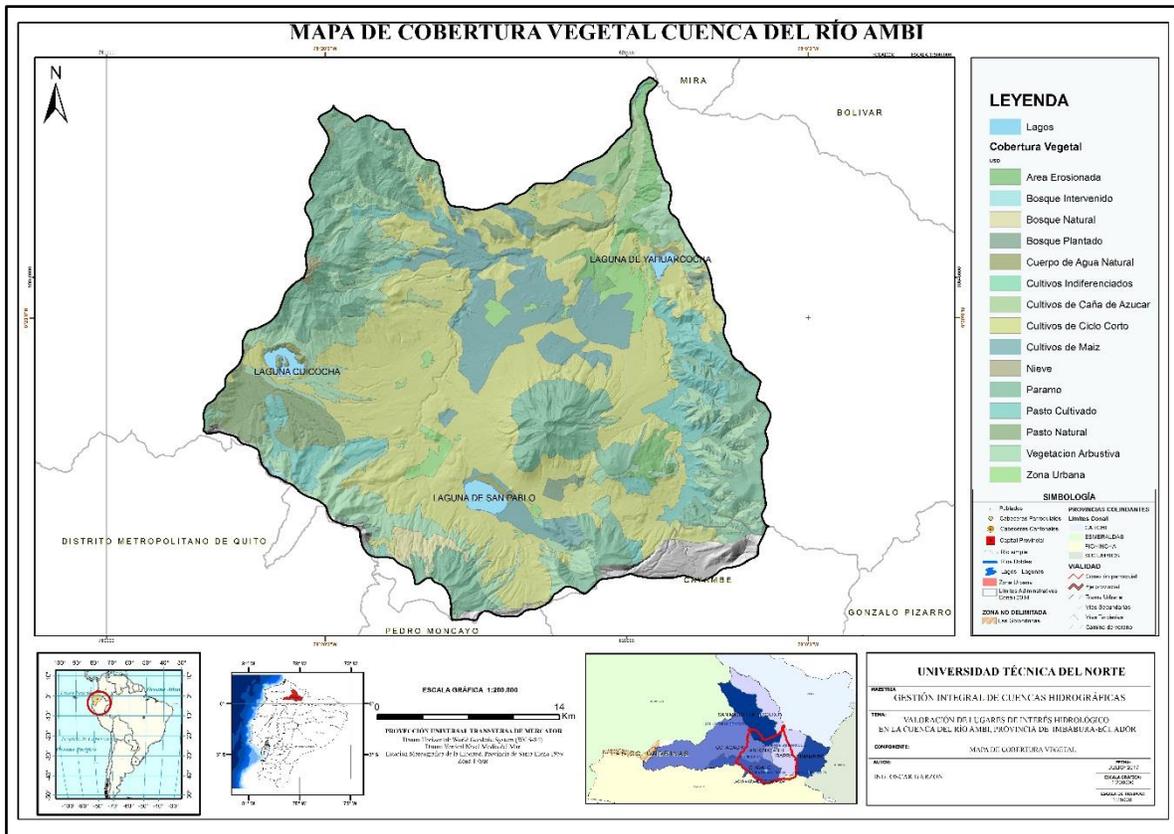


Figura 39 Mapa de cobertura vegetal cuenca río Ambi

Suelos

La cuenca del río Ambi posee cuatro tipos de regímenes de temperatura del suelo: isomésico, isofrígido, isotérmico e isohipertérmico. Los regímenes de humedad corresponden a ústico y en su mayoría corresponden a údico.

Conforme a la taxonomía del suelo, la cuenca del río Ambi, contiene cuatro (4) ordenes de suelos, Andisoles, Mollisoles, Inceptisoles y Entisoles.

La predominancia de depósitos volcánicos recubiertos de ceniza y piroclastos en la mayoría de la superficie de la cuenca y conjuntamente con las condiciones climáticas de humedad, desarrolló mayoritariamente a los Andisoles.

Los Inceptisoles localizados principalmete en la parte occidental de la cuenca, en la estribaciones de las vertientes de los relieves de la Cordillera Occidental, con pendientes

Mediante el análisis del balance hídrico de la estación Otavalo que se ubica en el centro de la cuenca, se tiene que en los meses de enero a junio existe exceso de agua producto de las pronunciadas precipitaciones producto de la época lluviosa, mientras que, en los meses de julio a septiembre, existe un déficit de agua debido a las precipitaciones mínimas que se producen en la época de verano.

Tabla 22
Balance Hídrico cuenca río Ambi

| Meses | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | oct | nov | dic |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| T(°C) | 14,1 | 13,8 | 13,9 | 14,1 | 14,4 | 14,3 | 13,6 | 14 | 14,4 | 14,4 | 14,7 | 14,7 |
| PP (mm) | 124,1 | 113,3 | 192,3 | 149 | 170,5 | 88,4 | 7,1 | 33,5 | 26,6 | 158,1 | 127 | 64,3 |
| ETP | 70,57 | 62,39 | 69,57 | 68,3 | 72,07 | 69,3 | 68,1 | 70,07 | 69,7 | 72,07 | 71,2 | 73,6 |
| Cambio Alm. | 9,3 | 0 | 122,7 | 80,8 | 98,43 | 19,1 | 51 | 36 | 0 | 86,03 | 14 | 76,7 |
| Almacén | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 49 | 13 | 0 | 86,03 | 100 | 90,7 |
| ETR | 70,6 | 62,4 | 69,57 | 68,3 | 72,07 | 69,3 | 7,1 | 70,07 | 26,6 | 72,07 | 71,2 | 64,3 |
| Déficit | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 61 | 36,57 | 43 | 0 | 0 | 0 |
| Escorrentía | 0 | 0 | 22,7 | 80,8 | 98,43 | 19,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 41,7 | 0 |
| Días del mes | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |

El déficit de agua puede interpretarse como la cantidad de agua faltante en el almacén; y para el caso de la cuenca del río Ambi, el déficit tiende a cero, por lo tanto, las cantidades de agua son suficientes para abastecer a las rocas subterráneas (acuíferos).

En la figura siguiente, se representa la precipitación y evapotranspiración anual de la cuenca río Ambi, que como referencia de la evapotranspiración que se encuentra en el rango de 60mm y 80mm se obtienen dos estados, en exceso y déficit.

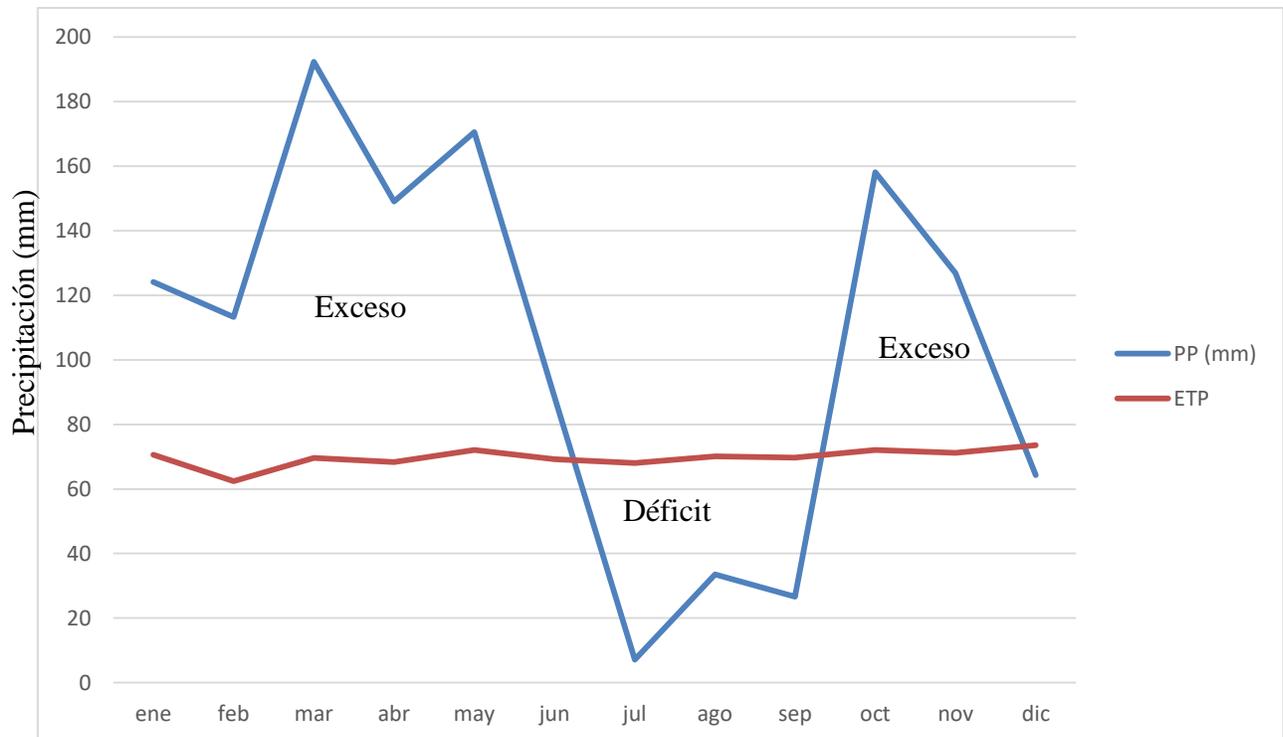


Figura 41 Precipitación y Evapotranspiración anual cuenca río Ambi

Geología

La cuenca presenta un dominio de depósitos volcánicos producto de eventos eruptivos principalmente del Volcán Imbabura caracterizado por lavas andesíticas de grano fino a medio, aglomerados y flujos laharíticos, así como lavas de composición andesítica, aglomerados, brechas volcánicas del Volcán Mojanda, volcánicos Angochagua que contiene andesitas, brechas y aglomerados y andesitas piroxénicas, depósitos de avalancha, flujos piroclásticos, flujos laharíticos del Complejo Volcánico Cotacachi separados evidentemente por lineamientos estructurales longitudinales con dirección NNE-SSW representado por fallas geológicas que generalmente son los ríos principales de la cuenca.

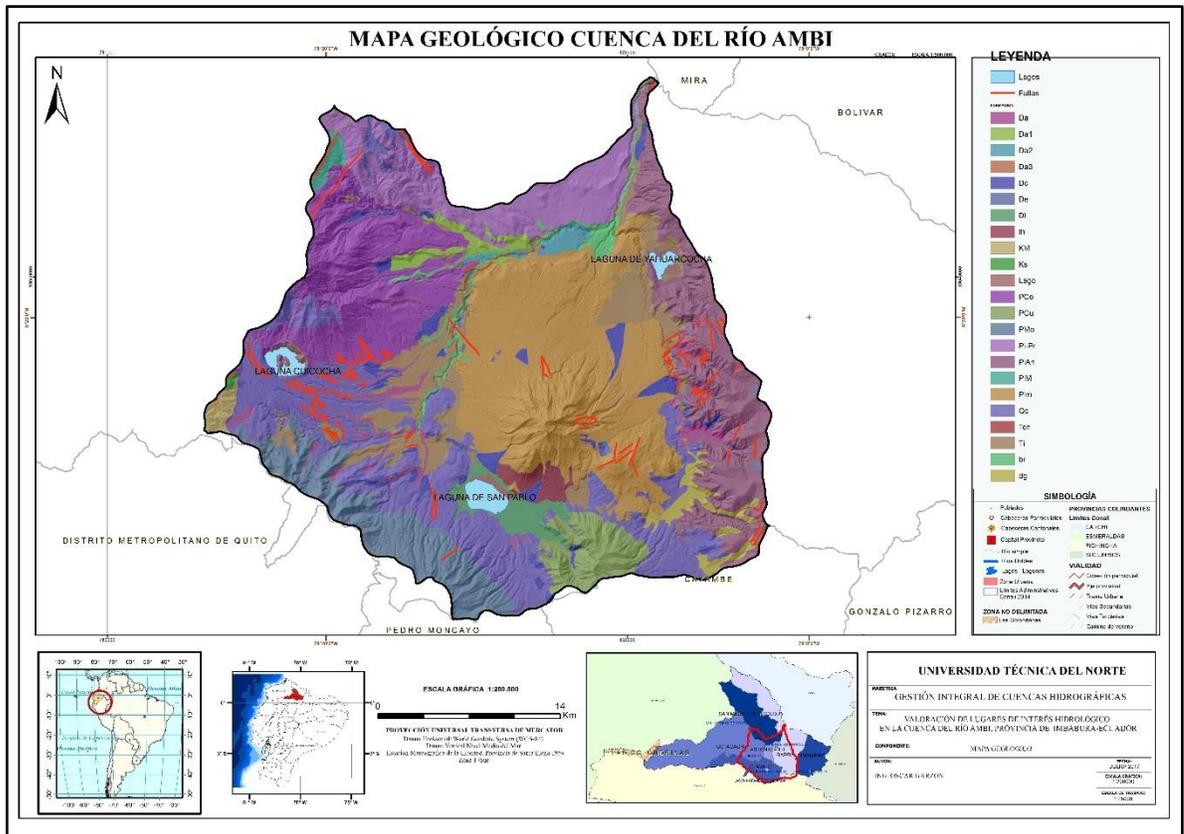


Figura 42 Mapa Geológico cuenca río Ambi

En el siguiente cuadro se puede visualizar el resumen de las variables morfométricas:

Tabla 23
Morfometría cuenca río Ambi

| No. | PARÁMETRO | Variables Morfométricas | | INTERPRETACIÓN |
|-----|--|--|-----------------------------|--|
| | | MÉTODO | RESULTADO | |
| 1 | Área (A) | Cálculo de geometría en ArcGIS 10.2 | A = 1119,86km ² | De acuerdo al área calculada pertenece a una cuenca de tamaño intermedia a grande |
| 2 | Perímetro (P) | Cálculo de geometría en ArcGIS 10.2 | P =169,43km | La longitud axial del cauce principal pertenece a un cauce de larga longitud |
| 3 | Longitud axial (La) | Medición del eje principal de la cuenca en ArcGIS 10.2 | La =35 km | |
| 4 | Ancho Promedio (Ap) | $Ap = \frac{A}{La}$ | Ap = 30,43 km | Cuenca con la longitud axial ligeramente mayor al ancho promedio |
| 5 | Factor Forma (Ff) | $Ff = \frac{Ap}{La}$ | Ff = 0.86 | El factor forma muestra que tiene muy alta susceptibilidad a las crecidas |
| 6 | Coficiente de compacidad (Kc) | $Kc = \frac{P}{2\sqrt{\pi * A}}$ | Kc = 1.41 | La forma de la cuenca es oval redonda a oval oblonga |
| 7 | Altitud mínima (Hmín) | DEM | Hmín = 1760m | Piso altitudinal premontano |
| 8 | Altitud máxima (Hmáx) | DEM | Hmáx = 4880 m | Piso altitudinal nival |
| 9 | Desnivel altitudinal | $Dh = Hmáx - Hmín$ | Dh = 3120 m | Desnivel altitudinal alto |
| 10 | Altitud Media (H) | DEM | Hm = 2925.19m | Cuenca de relieve montañoso |
| 11 | Coficiente de masividad (m/km ²) | $Km = \frac{Hm}{A}$ | Km = 2,72 m/km ² | Clase de masividad muy montañosa |
| 12 | Pendiente media de la cuenca | Clasificación por Porcentaje | 30% | La cuenca presenta una morfología de relieve montañoso |
| 13 | Curva hipsométrica | DEM | Curva B | La cuenca se encuentra desde el punto de vista geológico y geomorfológico en fase de madurez |

4.1.2 Parámetros hidrológicos de la cuenca del río Ambi

El río Ambi, es el principal afluente de la cuenca con una dirección NE-SW, tiene una longitud axial de 35 km perteneciendo a un cauce de larga longitud. El patrón drenaje es dendrítico a subdendrítico, lo cual corresponde a una cuenca moderadamente drenada, está relacionado directamente con la cobertura vegetal, litología y pendiente de cada sector.

Tabla 24
Hidrología cuenca río Ambi

| No. | PARÁMETRO | Variables Hidrológicas | | INTERPRETACIÓN |
|-----|---|---|--|--|
| | | MÉTODO | RESULTADO | |
| 1 | Longitud del río principal (L) | Medición del río en ArcGIS 10.2 | L = 52 km | La longitud del cauce corresponde a un cauce largo |
| 2 | Pendiente del río principal (S) | Medición del río en ArcGIS 10.2 | S: 0.037 m/m S: 3.8 % 1938.09 51430 Cota máxima del río: 3698.09 m Cota mínima del río: 1760 m Desnivel: 1938.09 m | Pendiente baja |
| 3 | Densidad de Drenaje (Dd) | $Dd = \frac{Lx}{A}$ | Dd = 1.25 km/km ² Longitud drenajes: 1342.16 km Área: 1075.38 km ² | Cuenca moderadamente drenada La densidad de drenaje depende del tipo de clima, de la litología, de la cobertura vegetal y la pendiente del terreno. |
| 4 | Orden del Cauce | Herramienta Hydrology | Orden moderado | |
| 5 | Patrón de Drenaje | DEM | Patrón de Drenaje dendrítico a subdendrítico | |
| 6 | Tiempo de concentración Kirpich (Tc en horas) | $Tc = 0,95 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$ L Longitud río (km) H Desnivel del río(km) | Tc = 4.88 h Tc= 292.88 min L = 51.43 km H= 1938.09 m | El tiempo de concentración corresponde a lento |

El río Ambi es el cauce principal de la cuenca del mismo nombre, con una longitud (L) de 35 km siendo un cauce de larga longitud. El patrón de drenaje radial se evidencia en las principales elevaciones volcánicas que existen en la cuenca, el drenaje dendrítico a subdendrítico se presenta en la mayoría de la superficie, característica de una cuenca moderadamente drenada, lo cual está relacionado directamente con la cobertura vegetal, litología y pendiente de cada sector.

4.2 Valoración con criterio científico, didáctico y recreativo en base en la importancia los Lugares de Interés Hidrológico.

La valoración y catalogación de lugares de interés hidrológico de la cuenca del río Ambi, corresponde a la caracterización de los parámetros hidrológicos, los cuales mediante la ponderación de las particularidades intrínsecas contrastadas en el ámbito didáctico, científico y recreacional permitieron identificar geositos con un gran potencial hídrico.

4.2.1 Recopilación y análisis de la información bibliográfica de Lugares de Interés Hidrológico

La recopilación de información permitió archivar la información, así como el extraer datos de interés para entender en un contexto aproximado a los posibles LIH's, que serán analizados en las fases posteriores. De los trabajos consultados, relacionados a cualquier tema que abarque temas geológico-hidrológicos del área de estudio, se ha obtenido un listado de siete (7) rasgos geológicos. El Anexo 1 Información de referencia, muestra de manera intuitiva cuatro (3) potenciales LIH's, como son: Lago San Pablo, Laguna Cuicocha y Laguna Yahuarcocha.

4.2.2 Reconocimiento en campo, investigación y clasificación de los Lugares de Interés Hidrológico

Reconocimiento

El resultado del reconocimiento en campo permitió verificar que todos los datos recopilados bibliográficamente existen y tienen una lectura completa de sus rasgos, es decir, fue posible identificar rasgos hidrológicos de importancia (características hídricas); así como el registro de un rasgo visto en campo, como es la Cascada de Peguche.

Investigación Geológico-Hidrológica

El listado depurado de rasgos geológico-hidrológicos; producto del reconocimiento en campo, permitió retornar al campo e investigar las especificidades geológicas presentes; reaccionadas a la descripción de los materiales rocosos conexos a las unidades hídricas

identificadas. Los datos obtenidos del trabajo de investigación de campo fueron procesados en gabinete, así como el análisis petrográfico de las tres (3) muestra de rocas recolectadas.

Georuta en los alrededores Lago San Pablo

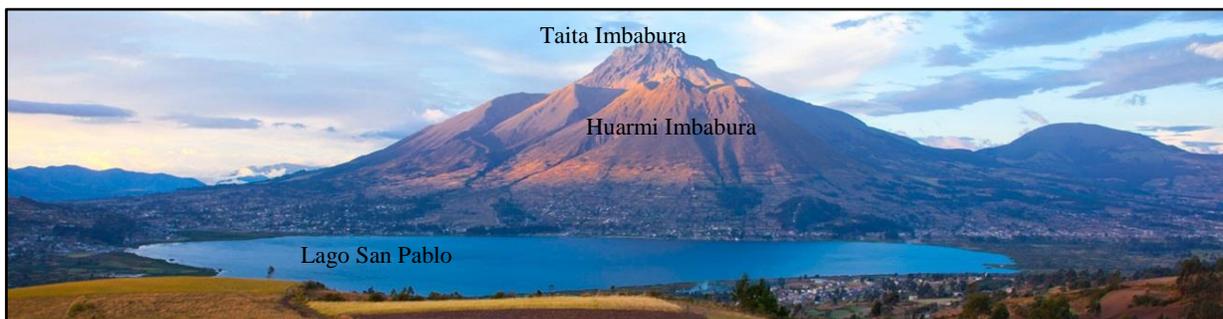


Figura 43 Lago San Pablo

Ubicación, el Lago de San Pablo, posible Lugar de Interés Hidrológico, se encuentra en la provincia de Imbabura, al sur este del cantón Otavalo, cercano al poblado San Pablo del Lago, localizado en las coordenadas 809050 10023050 (WGS84 17S) a 2663 m.s.n.m.

Acceso, para llegar al Lago San Pablo, se puede acceder por la vía principal E 35 (Panamericana Norte), ingresando al poblado San Pablo del Lago a 5 km de la ciudad de Otavalo, desde la ciudad de Quito hay 85 km con un tiempo aproximado de 1h 45min (figura 44).

Aspectos fisiográficos, el lago se encuentra en la sierra norte del país, caracterizado por un relieve montañoso muy variado, desarrollado sobre rocas volcánicas cuaternarias producto de los eventos eruptivos de los volcanes Imbabura y Mojanda. Pertenece al sistema hídrico de la cuenca del río Ambi con un patrón de drenaje dendrítico a subdendrítico. El Lago San Pablo tiene al río Itambí como un punto de ingreso de agua localizado al sur este del lago; y al noroeste el punto de salida es el río Yatunyacu que desemboca en la Cascada de Peguche.



Figura 44 Ubicación Lago San Pablo

Fuente: Google Earth (2017). Recuperado de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Clima y vegetación, Al situarse en el norte de la región sierra, presenta dos estaciones climáticas, época lluviosa desde el mes de noviembre a junio; y verano que se extiende desde julio a octubre. Mediante el balance hídrico se terminó, una temperatura media anual de 7,3 °C, con precipitaciones de 1162 mm anual aproximadamente. La vegetación principal se tiene *Baccharis spp.* chilcas, *Eucaliptos spp.* eucalipto, *Brugmansia sp.* Guanto.

Caracterización geológica- hidrológica, los rasgos geológicos-hidrológicos descritos en los alrededores de la laguna, están relacionados a geoformas de genética volcánica, es decir, los materiales en las que se modelo la Laguna de San Pablo son de origen volcánico; como se ha observado en los afloramientos en las coordenadas 815777 10025793 (WGS84 17S) sector de Angaraloma cercano al poblado Araque , determinándose como dominio geológico, en el que está incluida la laguna, al Complejo Volcánico Imbabura con una edad del Pleistoceno, y de manera específica en el Huarimi Imbabura. Los afloramientos en las coordenadas 815183 10024528 (WGS84 17S) son característicos de flujos explosivos y de avalanchas de escombros correspondientes al Huarimi Imbabura (26 BP) el cual tiene una composición de Andesita con tendencia ácida (figura 45), ahora cubiertos por el Lago de San Pablo. En las cumbres del Complejo Volcánico Imbabura, presentaron glaciares durante el Máximo Tardiglaciario (12-10 BP), que han tallado geoformas glaciares observadas a manera

de depresiones circulares en las cumbres nivales 813677 10027912 (WGS84 17S) y producto de la desglaciación; en las faldas del Huarmi Imbabura, se evidencia depósitos de morrenas frontales y laterales que paulatinamente han ido conformando la unidad hídrica del Lago San Pablo.

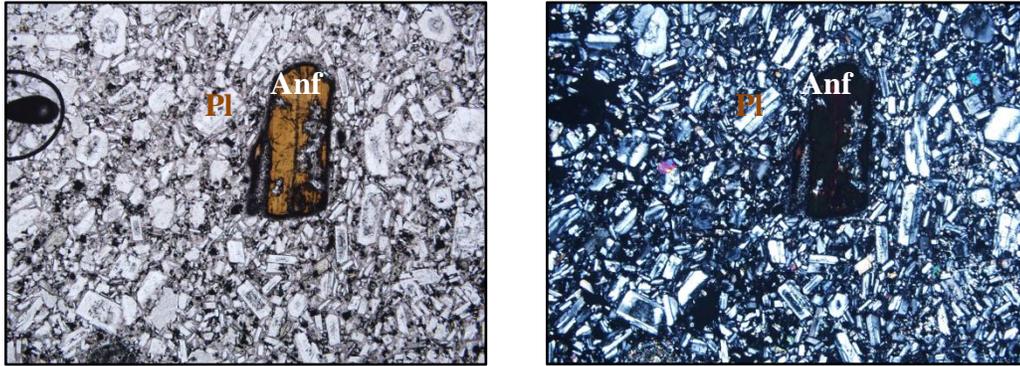


Figura 45 Lámina delgada, muestra de roca Lago San Pablo

Microfotografía de Andesita: A) Luz Natural y B) Luz Polarizada. Textura holocristalina, 5% fenocristales y 90 % masa fundamental. La matriz está conformada por minerales con relieves bajos a moderado con colores grises, correspondiendo a plagioclasas de tipo Albita y no está zonada. Los fenocristales siálicos son plagioclasa (95%) en su mayoría de Albita y en menor proporción de Andesina, los minerales máficos (5%) corresponden a anfíboles característicos por su relieve fuerte, colores marrones y birrefringencia de 2do orden. La roca es una andesita con tendencia ácida caracterizando el dominio geológico del Huarmi Imbabura.

Georuta en los alrededores Laguna Cuicocha



Figura 46 Laguna Cuicocha
Fuente: Almeida (2016).

Ubicación, el Lugar de Interés Hidrológico se ubica en la provincia de Imbabura, al este del cantón Cotacachi, cercano al poblado Achupallas, localizado en las coordenadas 793491 10033490 (WGS84 17S) a 3109 m.s.n.m. Está ubicada dentro de la Reserva Cotacachi-Cayapas.

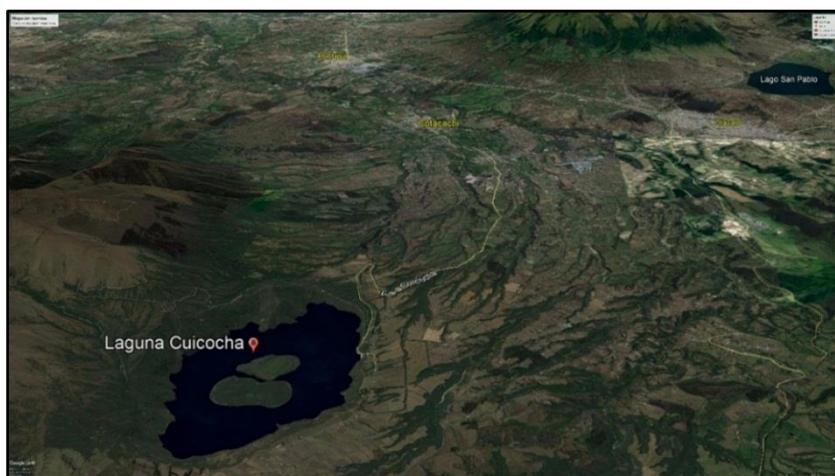


Figura 47 Ubicación Laguna Cuicocha
Fuente: Google Earth (2017). Recuperado de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Acceso, se puede acceder, ingresando a la ciudad de Cotacachi, por la vía Cotacachi Quiroga Cuicocha. Se encuentra ubicada a 14 km de Otavalo y 12 km al suroccidente de Cotacachi.

Caracterización geológica-hidroológica, la laguna Cuicocha inicia el proceso de formación como unidad hidrográfica hace 500-1000 años AP cuando parte de los escombros de procesos eruptivos del Complejo Volcánico Cotacachi, rellenan la caldera saturando las fallas y fisuras existentes en la caldera, contiene agua principalmente por la desglaciación del Volcán Cotacachi en el Pleistoceno, agua lluvia y aporte de agua hidrotermal del sistema volcánico Cotacachi y a las precipitaciones (Padron, et al., 2008). Las rocas dominantes de la zona corresponden a andesitas (figura 48), como a continuación se describen en una lámina delgada.

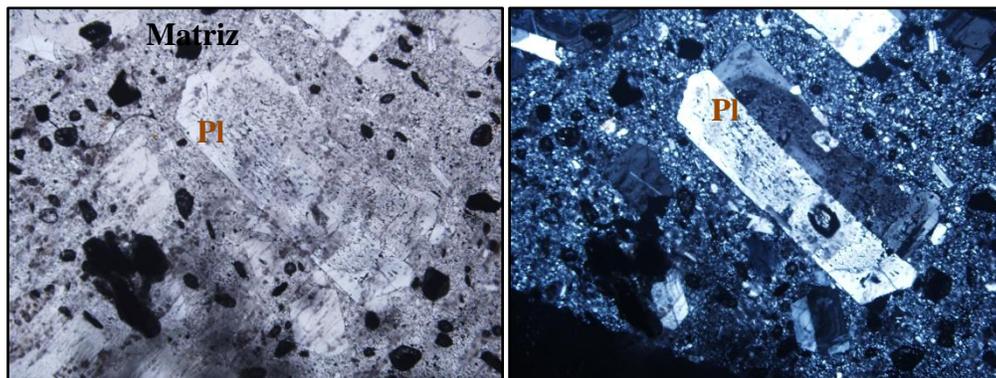


Figura 48 Lámina delgada, muestra de roca Laguna Cuicocha

Microfotografía de Andesita: A) Luz Natural y B) Luz Polarizada. Textura porfirítica. La matriz está conformada por minerales de Albita (relieve bajo con colores grises, con caras visibles). Los fenocristales siálicos son plagioclasas (95 %) con macla tipo Albita, presentan zonación, los minerales máficos (5 %) corresponden a anfíboles y piroxenos (clinopiroxenos) característicos por su relieve fuerte, colores marrones y birrefringencia de 2do orden, formas prismáticas. La sección presenta indicios de tectonismo al presentar plagioclasa con franjas de deformación, también presenta oxidación. La roca es una andesita, caracterizando el dominio geológico del Cuicocha II.

Georuta en los alrededores Laguna Yahuarcocha



Figura 49 Laguna Yahuarcocha

Ubicación, la Laguna Yahuarcocha se ubica en la provincia de Imbabura, al este del cantón Ibarra, en el poblado San Miguel de Yahuarcocha, localizado en las coordenadas 822529 10041075 (WGS84 17S) a 2190 m.s.n.m.



Figura 50 Laguna Yahuarcocha

Fuente: Google Earth (2017). Recuperado de <https://www.google.com/intl/es/earth/>

Acceso, el ingreso se realiza por la carretera E 35 (Panamericana Norte) al norte de la ciudad de Ibarra, se ubica a 2 km de la ciudad blanca.

Caracterización geológica- hidrológica, localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas. Su formación posiblemente se debe a un evento netamente estructural, el cual está asociado por la falla del río Tahuando, el cual se presume que hubo un descenso de estructuras por fallamiento dextral, y en consecuencia el entrampamiento de agua. La composición de las rocas, corresponde a andesitas con tendencia básica (figura 51).

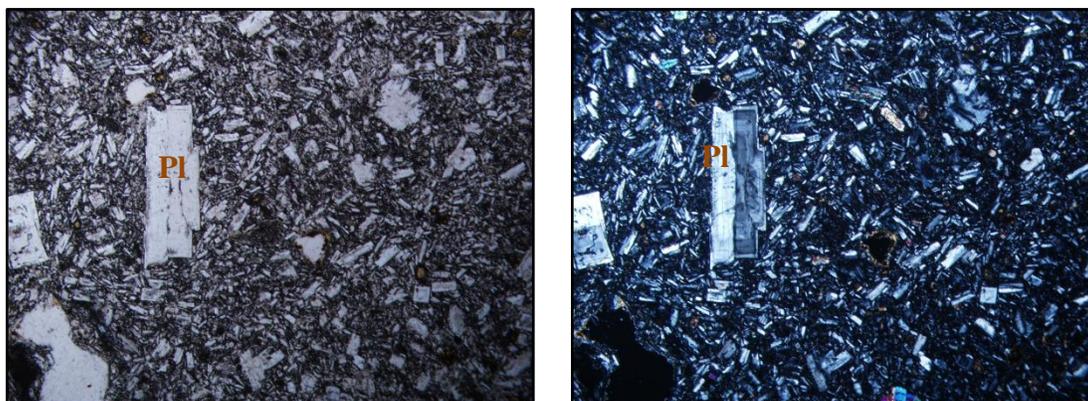


Figura 51 Lámina delgada, muestra de roca Laguna Yahuarcocha

Microfotografía de Andesita: A) Luz Natural y B) Luz Polarizada. Textura Holocristalina y con la ligera fluidez en la matriz. La matriz está conformada por minerales de Albita (relieve bajo con colores grises). Los fenocristales siálicos son plagioclasas (90%) con macla tipo Albita y Andesina (extinción de 15 a 30), presentan zonación con formas euhedrales, los minerales máficos (10%) corresponden a anfíboles y piroxenos (clinopiroxenos) característicos por su relieve fuerte, colores marrones y birrefringencia de 2do orden, formas prismáticas, presenta oxidación. La roca es una andesita con tendencia básica por la aparición de piroxeno, caracterizando el dominio geológico de Yahuarcocha.

4.2.3 Valoración de los Lugares de Interés Hidrológica

Los criterios de valoración aplicados en los cuatro (4) LIH's, expresados a través de una puntuación que se estableció en un rango ascendente de 1 a 4 según el criterio técnico del investigador en función a la importancia de los criterios establecidos, lo cual permitió obtener una valoración integrada, es decir, medible por medio de una sumatoria ponderada individual

para el valor intrínseco y utilización de carácter específico, didáctico y recreativo; y también una global.

De las visitas en campo realizadas a los geositos mencionados, para el levantamiento de la información necesaria, se desprende la situación actual y las potencialidades de estos lugares, en función de las cuales se ha direccionado la propuesta de puesta en valor de cada uno de estos Lugares de Interés Geológico:

| Geositos de la cuenca del río Ambi | Aspectos observados en campo por mejorar | Interés |
|--|--|---|
| Lago San Pablo (Grado de interés alto) | No existen accesos adecuados para ingreso a los alrededores del lago, y los lugares existentes para acceso son privatizados. Es evidente una falta de limpieza del lago, observó basura en el lago y sus alrededores. | Contiene interés geológico por su contenido. Mayor escala en cuanto al interés por su utilización, en los tres ámbitos científico, didáctico y recreacional, en relación de los demás lugares. |
| Laguna Cuicocha (Grado de interés alto) | Falta de divulgación de información científica respecto al origen de este geosito, así como la explicación de su importancia geológica que puede complementarse a los miradores de la ruta de este lugar para promoción turística del sitio. | Mayor escala en cuanto al interés por su utilización, en los tres ámbitos científico, didáctico y recreacional, es el único lugar que tiene una valoración muy alto, motivo por el cual indica una gran potencialidad para el aprovechamiento del recurso hídrico sobre los criterios de utilización. |
| Laguna Yahuarcocha (Grado de interés medio) | Es evidente la contaminación de la laguna. Hace falta la socialización del contenido geológico y las características hidrológicas de este geosito. | Este lugar refleja un importante valor en cuanto al ámbito recreacional dado que si existen lugares propicios para los turistas y didáctico dado que de cierta manera si existe una explicación cultural sin embargo sin contenido científico. |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Cascada de Peguche (Grado de interés bajo)</p> | <p>Según la verificación en sitio, el mantenimiento de las rutas para los turistas necesita mantenimiento, así como la instalación de basureros para evitar la contaminación de este sitio.</p> <p>Así como los demás lugares, es necesario plasmar en lugares visibles para los visitantes de este sitio la información de carácter científico de este sitio.</p> | <p>Este lugar tiene un interés geológico por el contenido mínimo, sin embargo, este lugar es frecuentado de manera significativa por turistas locales por creencias culturales de los pueblos ancestrales de la zona sobre este lugar, así como también por turistas nacionales como internacionales, por tanto, es relevante para la promoción de programas de cuidado, conservación y los que se crean convenientes.</p> |
|---|--|--|

4.2.3.1 Valoración de LIH'S LAGO SAN PABLO

La valoración de los LIH's del Lago San Pablo se ha valorado en relación al contenido y a su posible uso.

Por su Contenido

El contenido de este LIH está íntimamente relacionado con la tipología vulcanológica-hidroológica, que guarda asociación a procesos geomorfológicos evidentes en el último periodo geológico. La calificación obtenida en el tipo de interés geológico por su contenido es alta en la tipología de hidrología, justificado en el argumento que, el Lago San Pablo se ubica al pie del Complejo Volcánico Imbabura, como consecuencia de la actividad de glaciación y desglaciación, se evidencia al pie de Huarmi Imbabura, una forma de relieve característica de morrenas frontales y laterales, cuyas geoformas dieron el posible origen de la formación del Lago San Pablo.

Por su utilización

Se obtuvo ponderaciones altas referente a al tipo de interés geológico por su utilización, asociados a características de representatividad, diversidad, espectacularidad, entre otras; en el Anexo 4.1 se detalla las características utilizadas para determinar la mencionada calificación.

Por sus condiciones y características geológicas-hidrologicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 241 puntos, permitiendo indicar que el Lago San Pablo tiene un valor de interés muy alto como un Lugar de Interés Hidrológico. Ver Anexo 7.1.

4.2.3.2 Valoración de LIH'S CASCADA PEGUCHE

La valoración de los LIH's de la Cascada Peguche, se ha valorado en relación al contenido y a su posible uso, concordante con la tipología estructural, pero predominantemente con la con rasgos hidrologicos característicos. En el Anexo 4.2 se puede observar las justificaciones de la ponderación para la obtención de esta calificación.

Por sus condiciones y características geológicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 141 puntos, indicando que tiene un valor de interés medio. En el Anexo 7.2 se explica detalladamente las ponderaciones establecidas para la respectiva valoración.

4.2.3.3 Valoración de LIH'S LAGUNA CUICOCHA

La tipología de interés muy marcado es el vulcanológico, evidenciado por procesos eruptivos, que dieron forma al Complejo Volcánico Cotacachi, distinguiéndose diferentes edificios; el edificio principal corresponde al Volcán Cotacachi, como segundo evento se relaciona depósitos piroclásticos y avalancha de escombros y como un tercer evento a la formación de una caldera en el flanco sur, que corresponde a la formación de la laguna cratérica Cuicocha, dando relevancia a la tipología hidrologica. Ver Anexo 4.3

Los datos de campo recolectados y mediante los criterios establecidos en la metodología, se permite determinar a la Laguna Cuicocha como un Lugar de Interés Hidrológico.

Por sus condiciones y características geológicas con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 316 puntos, indicando que la Laguna Cuicocha posee un valor de interés muy alto como Lugar de Interés Hidrológico. En el Anexo 7.3 se observa detalladamente las ponderaciones establecidas.

4.2.3.4 Valoración de LIH'S LAGUNA YAHUARCOCHA

La determinación de la calificación en base a las características de contenido y de utilización, ayudaron a establecer que el geosítio posee una tipología hidrológica con una calificación alta debido a las características geológicas que posee, del mismo modo, asociado a procesos estructurales, evidencian que este LIH, por sus condiciones y características con un valor científico, didáctico y recreativo, obteniendo una puntuación de 232 puntos, indicando que tiene un valor de interés muy alto. En el Anexo 7.4 se encuentra detalladas las ponderaciones establecidas para este geosítio.

En la siguiente figura se observa la georeferenciación de los LIH detallados anteriormente.

.

MAPA DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO CUENCA DEL RÍO AMBI

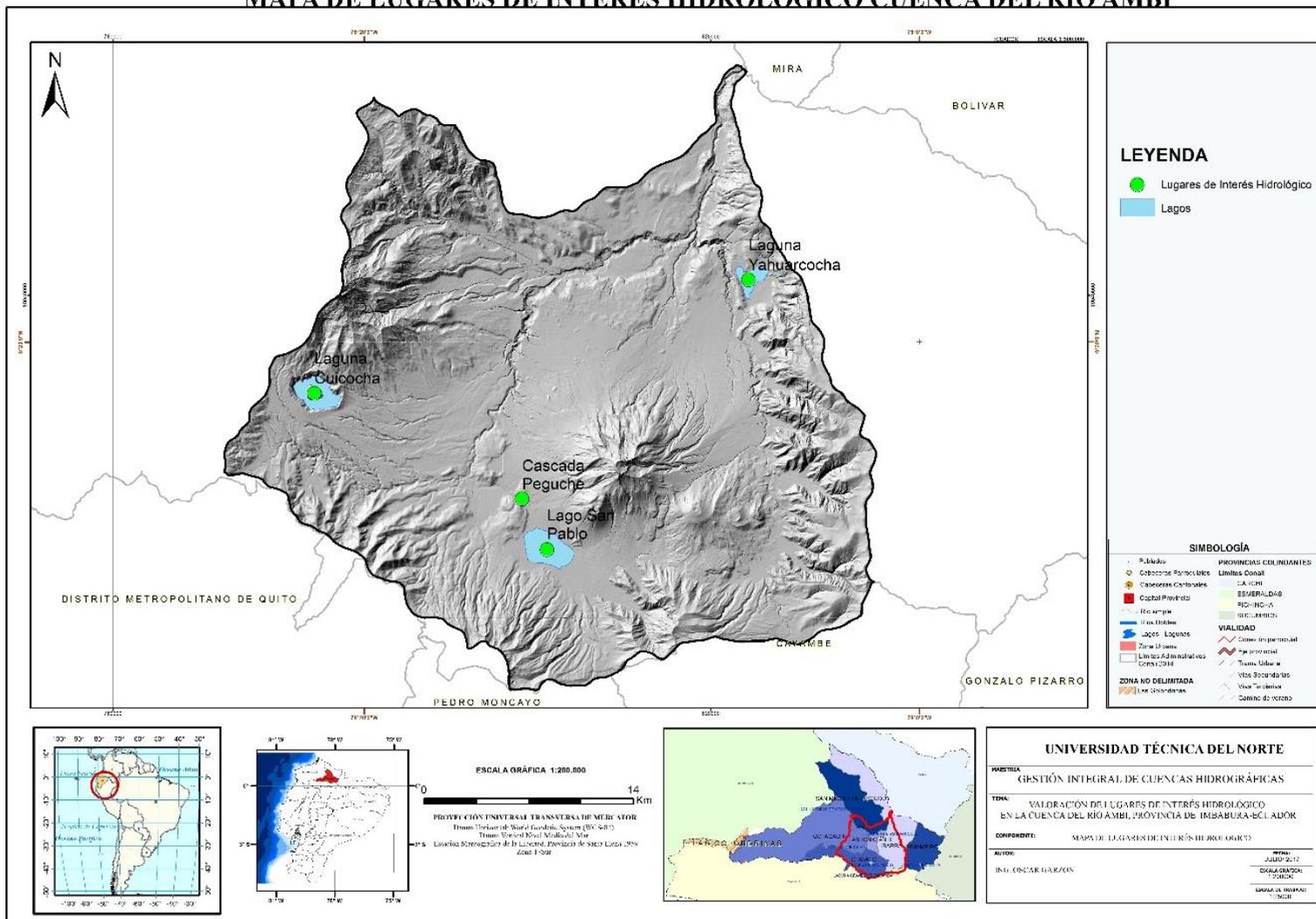


Figura 52 Mapa Lugares de Interés Hidrológico, cuenca río Ambi

4.3 Catalogación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi.

La catalogación de Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi, corresponde a la relación entre el tipo de interés geológico según su contenido y el tipo de interés por su utilización con carácter científico, recreativo y didáctico de los sitios de importancia hidrológica ya valorada, descrita en el acápite anterior, obteniendo como resultado el grado de interés de cada uno de los geositios.

La puntuación obtenida, corresponde a una ponderación ascendente de 1 a 4 puntos, asignada a cada geositio en función de su interés de importancia, de acuerdo al criterio técnico del investigador.

|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACION Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLOGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLOGICO - TABLA DE CATALOGACIÓN | | | | | | | | | | |  INIGEMM | | | |
|--|--------------------|---|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|-------|--|------------|-----------|-------|
| LUGARES DE INTERÉS GEOLOGICO | | TIPO DE INTERÉS GEOLOGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | | | | | TIPO DE INTERÉS POR SU UTILIZACIÓN | | | |
| Nº | DENOMINACION | ESTRATIGRAFICO | SEDIMENTARIO | PALEONTOLOGICO | PETROGRAFICO | VULCANOLOGICO | GEOMORFOLOGICO | MINERALOGICO | ESTRUCTURAL | HIDROLOGICO | INDICIOS MINERALES | OTROS | CIENTIFICO | RECREATIVO | DIDACTICO | GRADO |
| 1 | LAGO SAN PABLO | | 2 | | | 2 | 1 | | | 4 | | 2 | 4 | 4 | 4 | ALTO |
| 2 | CASCADA PEGUCHE | | | | | | | | | | | 2 | 1 | 2 | 2 | BAJO |
| 3 | LAGUNA CUICOCHA | | | | | 4 | | | 4 | 4 | | 2 | 4 | 4 | 4 | ALTO |
| 4 | LAGUNA YAHUARCOCHA | | 2 | | | | | | | 4 | | 4 | 2 | 4 | 4 | MEDIO |
| GRADO DE INTERÉS | | ● ALTO ● MEDIO ● BAJO | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 53 Catalogación Lugares de Interés Hidrológico, cuenca río Ambi

En función a la asignación de la escala mencionada, se obtuvo como resultado que los geositios: Lago San Pablo y Laguna Cuicocha son lugares catalogados con un grado de interés hidrológico alto.

Mientras que, Laguna Yahuarcocha, según la tabla de catalogación de Lugares de Interés Hidrológico, corresponde a un lugar con un grado de interés hidrológico medio.

La Cascada Peguche corresponde a un lugar de interés hidrológico bajo, dado que, este geositio no presenta mayor relevancia de contenido geológico, debido a las condiciones genéticas existentes, a diferencia de los demás lugares hídricos que si tienen relevancia geológica.

4.4 Puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi.

Los Lugares de Interés Hidrológicos determinados en la cuenca del río Ambi, son sitios que representan un valor de interés hidrológico medio a muy alto, razón por la cual deben ser establecidos como geositios destinados a la conservación, aprovechamiento turístico, investigativo y didáctico de la zona norte del país.

Considerando el amplio contenido de recurso hídrico que posee la provincia de Imbabura, así mismo por ser conocida a nivel nacional como la provincia de los lagos; la cuenca del río Ambi constituye un sitio de gran potencial hidrológico para el desarrollo de diferentes actividades de carácter cultural, recreativo y científico.

La Propuesta de puesta en valor de Los Lugares de Interés Hidrológicos determinados en la cuenca del río Ambi, se estructura de tal manera que pretende fortalecer e involucrar a los actores políticos gubernamentales y comunitarios, así como instituciones académicas con la finalidad de establecer una gestión integral de la cuenca del río Ambi apegado a las normativas establecidas. La mencionada propuesta contiene iniciativas de carácter científico, didáctico y recreativo con la finalidad de promover resultados y logros en beneficio de la comunidad en general, enfocados a dinamizar la actividad de la cuenca.

Los cuatro (4) Lugares de Interés Hidrológicos catalogados en la Cuenca del río Ambi, permite sugerir los potenciales usos de este georecurso, siendo; de tipo Científico, Didáctico y Recreativo.

Tabla 25*Puesta en valor LIH'S cuenca río Ambi*

| PROPUESTA DE PUESTA EN VALOR LIH'S CUENCA RÍO AMBI | | |
|--|--|--|
| CIENTÍFICO | | |
| Los LIH's para fines científicos, es necesario motivar a los centros de educación superior el desarrollo de proyectos en los que incluyan las temáticas relacionadas a la geodiversidad que permitan generar: | | |
| Información en geociencias a diferentes escalas de trabajo para obtener datos que permitan contribuir al incremento de LIH's y de otras tipologías. | Aumentar el grado de conocimiento científico de los dominios volcánicos que existen en la cuenca del río Ambi | Mejorar el detalle de la información de los recursos hídricos para fortalecer la toma de decisiones para la gestión de las cuencas |
| Los LIH's que obtuvieron la catalogación de "Interés Científico" son Lago San Pablo y Laguna Cuicocha. | | |
| DIDÁCTICO | | |
| Los LIH's para fines de educación permite la enseñanza en Ciencias de la Tierra y de manera específica la tipología hidrológica, para lo cual se debería generar las siguientes actividades. | | |
| Divulgación de las entidades competentes de la información desarrollada en este documento e incluir en las rutas turísticas convencionales. | Desarrollar itinerarios gratuitos en los alrededores de los LIH's y que estén articulados con museos de sitios o reservas naturales. | Suscribirse a proyectos como Geoparques, Global Geosite |
| Implantación de señalización con contenidos en hidrología de las lagunas. | | |
| RECREATIVO | | |
| La utilización de los LIH's para fines recreativos, esta instaurado de manera improvisada, sin embargo, las actividades recreacionales se han enfocado exclusivamente al aspecto paisajístico, es decir, a miradores, por lo que es necesario que las actividades recreacionales cuenten con servicios relacionados a excursiones, cabalgata, etc. | | |
| Proponer y desarrollar emprendimientos de las comunidades conexas a los LIH's | Desarrollar infraestructura relacionada a exhibición de artesanías y su venta. | |

Para la ejecución de proyectos con el objetivo de conseguir la promulgación de estrategias de diversificación socioeconómica y alternativas complementarias simultáneas a la actividad turística, se debería implementar en los geosítios lo siguiente:

- Acondicionamiento y ampliación de senderos dentro de LIH'S.
- Construcción de miradores con su respectiva señalética.
- Trabajos de restauración y adecuación de espacios para parqueaderos y lugares amplios para el desarrollo de actividades lúdicas.

Al poseer un alto recurso hídrico en la provincia de Imbabura, la potencialidad del aprovechamiento destinado a diferentes actividades que permitan el desarrollo local y regional de la provincia aumenta significativamente, haciendo de la provincia una zona interesante para promocionar lugares naturales a nivel nacional e internacional. Bajo este lineamiento también se propone lo siguiente:

- La determinación de Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi, servirá como insumo principal para la generación de una línea base técnica-científica de lugares geológicos, para establecer de manera conjunta con las demás tipologías geológicas, el establecimiento de Patrimonio Geológico de la provincia de Imbabura e incentivar la conformación del Geoparque Imbabura.

- Promover la gestión integral de la cuenca del río Ambi, dirigido a la creación de geosítios turísticos en los Lugares de Interés Hidrológico mediante el trazado de georutas, lo cual permitirá dar a conocer a los visitantes, los detalles de los paisajes naturales que posee la provincia de Imbabura.

- Los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi valorados como un alto grado de interés, son zonas sensibles a las actividades antrópicas como por ejemplo la contaminación de residuos líquidos y sólidos, para lo cual se propone que los Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales designen a esta zona como Área Protegidas Municipales conforme la categoría que establece el Ministerio del Ambiente.

Los (4) Lugares de Interés Hidrológicos catalogados en la Cuenca del río Ambi, y su puesta en valor de acuerdo al tipo de interés por su contenido y por su utilización, en la siguiente tabla, se describe la puesta en valor especificada para los geositorios considerando la situación actual de la misma y en relación a la puesta en valor propuesta:

| Potenciales de Uso de los Geositorios | Puesta en Valor |
|--|---|
| Científico | <p>Socialización de la información científica referente al origen de este geositorio, descripción de las características geológicas, dominios volcánicos y la demás información contenida en el documento de los LIG's de la cuenca del río Ambi.</p> <p>Formulación de programas integrales de gestión de los recursos hídricos de las zonas, gestión que deberá ser normada por los GAD's locales y regionales competentes en este ámbito, acorde a la normativa legal.</p> |
| Didáctico | <p>Estructuración de planes de conservación, valoración y socialización por parte de los organismos educativos y organismos competentes de la protección de este tipo de lugares para la puesta en conocimiento del origen científico y su importancia de conservación que se ha obtenido en el presente documento tanto a los pobladores locales como visitantes.</p> <p>Impulsar programas de conservación de estos lugares mediante campañas divulgativas que involucren la participación de entidades del sector educativo, sector público y privado.</p> <p>Suscribirse a proyectos como Geoparques, Global Geosite.</p> |
| Recreativo | <p>Proponer a los organismos municipales, asumir la competencia de la construcción de lugares de acceso a los alrededores de los geositorios para los turistas, con la construcción de la infraestructura necesaria, como miradores alrededor de estos lugares con la debida señalización e información científica que se propone.</p> <p>Formular la elaboración de programas de orden deportivo, social, académico u otras índoles para promoción y potencialización de estos lugares como puntos de interés turístico. Consecuentemente, impulsar la economía local de los sectores aledaños a estos lugares.</p> |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La determinación de las características hidrológicas de la cuenca del río Ambi en la provincia de Imbabura, permitió conocer desde el punto de vista hidrológico los parámetros morfológico y morfométricos como área, perímetro, longitud axial, ancho promedio, factor de forma coeficiente de compacidad, altitud mínima, altitud máxima, desnivel altitudinal, coeficiente de masividad, pendiente de la cuenca, curva hipsométrica, cuyos datos serán empleados en la delimitación de la cuenca para elaboración de mapas temáticos.
- Los mapas temáticos generados a partir de la caracterización hidrológica de la cuenca del río Ambi, permitió georeferenciar sitios de importancia geológica e hidrológica desde el punto de vista científico, que servirán como datos técnicos básicos para trabajos investigativos posteriores.
- Los resultados de caracterización de la cuenca del río Ambi, determinan la gran importancia del paisaje natural que posee la provincia de Imbabura, lo cual permitió determinar que es una zona de gran potencial hídrico, que aportará a la realización de una valoración de Lugares de Interés Hidrológico, enfocado al aprovechamiento científico, cultural y recreativo.
- La valoración y catalogación de los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del Río Ambi, permitió determinar cuatro (4) geositios que presentan un interés hidrológico que va desde medio hasta un alto grado de interés de carácter científico, didáctico y recreativo, obteniendo así: Lago San Pablo, lugar de interés muy alto con 241 puntos; Cascada Peguche lugar de interés medio con 141 puntos, Laguna Cuicocha lugar de interés muy alto con 316 puntos; y Laguna Yahuarcocha lugar de interés muy alto con 232 puntos.
- La puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi, es un instrumento que permite a los Gobiernos Autónomos Descentralizados conocer la realidad del gran potencial hídrico que posee la provincia de Imbabura, para poner en práctica la ejecución de proyectos que permitan realizar un manejo integral a nivel de cuencas hidrográficas.
- La generación de información referente a Lugares de Interés Hidrológico permite establecer una línea base de carácter técnico-científico, que sirve como insumo principal para

el establecimiento de Patrimonio Geológico en la provincia de Imbabura, y posteriormente conformar la Red de Geoparques que impulsa la UNESCO.

RECOMENDACIONES

- Continuar estudios de Valoración y Catalogación de Lugares de Interés Geológico en la provincia de Imbabura, en las tipologías geológicas restantes (Estratigráfico, Sedimentológico, Paleontológico-Geocronología, Petrográfico, Vulcanológico, Geomorfológico, Mineralógico, Estructural, Alteraciones e Indicios Minerales).
- Implementar el apoyo mediante acuerdos y compromisos por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Locales, en el que, en un corto a mediano plazo se establezca una línea base con todas las tipologías geológicas para el establecimiento de Patrimonio Geológico.
- Promocionar y difundir los Lugares de Interés Hidrológico de la provincia de Imbabura a nivel nacional e internacional con la finalidad de atraer a turistas y dar realce a la identidad cultural, turística y científica que poseen los paisajes naturales de la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, S. (2009). *The influence of active tectonics on the structural development and flank collapse of Ecuadorian arc volcanoes* (tesis doctoral). Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, Francia.
- Aguirre, M. (2011). La cuenca hidrográfica en la gestión integrada de los recursos hídricos. *Revista Virtual REDESMA*, 5 (1), 10-19.
- Almeida, L. (2014). *Una revisión de la evaluación de la calidad del agua de los ríos de la provincia de Imbabura* (tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja, Ecuador.
- Almeida, M. (2016). *Estudio petrográfico y geoquímico del volcán Cuicocha provincia de Imbabura* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Bach, J., Brusi, D., y Domingo, M. (1988). Consideraciones en torno a la didáctica de los procesos geológicos. *Henares, Rev. Geol.*, 2, 213-222.
- Bernard, B., y Andrade, D. (2011). Volcanes Cuaternarios del Ecuador Continental. *IGEPN, Poster Informativo*.
- Calvo, P., Fonfría, D. (2008). *Recursos didácticos en ciencias naturales*. Madrid, España: Real Sociedad Española de Historia Natural.
- Cáceres, B. (2010). Actualización del inventario de tres casquetes glaciares del Ecuador. *Informe de Pasantía de Investigación en Université Nice Sophia Antipolis*
- Cáceres, B. (2002). *Comportamiento de un Glaciar de la Cordillera Real del Ecuador en relación con los factores climáticos, cambios geométricos registrados sobre el glaciar en el período 1995-2001* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Cabrera, F., y Andrade, X. (2013). *Base conceptual de la cartografía geomorfológica y de amenaza por tipo de movimiento en masa*. Quito, Ecuador: IEE.
- Carcavilla, L., López, J., y Durán, J. (2007). *Patrimonio geológico y geodiversidad: investigación, conservación, gestión y relación con los espacios naturales protegidos*. Madrid, España: Instituto Geológico y Minero de España.

- Carrera, D., Guevara, P., Tamayo, L., & Guallichico, D. (2015). Análisis multivariado de las aguas de la Subcuenca del Río Ambi en época de estiaje y su relación con la calidad desde el punto de vista agrícola. *X Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*. Simposio llevado a cabo en el X Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE, Quito, Ecuador.
- Cendrero, A. (1999). *Patrimonio geológico; diagnóstico, clasificación y valoración*. Madrid, España: IGME.
- Cevallos, J. (2017). *Gestión integral de cuencas hidrográficas*. Ibarra: Editorial UTN.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). *Registro Oficial*, 449 (20 Octubre de 2008)
- Chinchay, L. (2011). *Geodiversidad y patrimonio geológico en Ecuador, comparativa con otros países y propuestas de actuación* (tesis de postgrado). Universidad Politécnica de Catalunya, Madrid, España.
- Dumont, J. F., Alvarado, A., Guillier, B., Lavenue, A., Martínez, C., Ortlieb, L., Poli, J. T., y Labrousse, B. (1997). *Coastal morphology as related to geodynamics in western Ecuador: preliminary results*. Londres, Inglaterra: Late Quaternary Coastal Tectonics.
- Durán, J., y Vallejo M. (1998). *Geología ecológica, geodiversidad, geoconservación y patrimonio geológico: la declaración de Girona*. Madrid, España: Sociedad Geológica de España Comisión de Patrimonio Geológico.
- Durán, J. (2001). Aguas subterráneas, paisaje y vida: acuíferos de España. *IGME*, 275-280.
- Ego, F. (1995). *Accommodation de la convergence oblique dans une chaîne de type cordilléraine: les Andes d'Equateur* (tesis doctoral). Universidad Paris-Sud, Paris, Francia.
- Ego, F., y Moreno, L. (2004).). Propuesta de catálogo de Puntos Singulares del Patrimonio Hidrogeológico de la Región de Murcia. *Geotemas*, 6 (4), 123-126.
- Flores, F. (2010). *Manejo integral de la Cuenca Hidrográfica del Río Ambi ubicado en la Provincia de Imbabura entre las poblaciones de Atuntaqui y Otavalo, sector Cantón Cotacachi* (tesis de pregrado). Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador.
- Francou, B. (2004). Andes del Ecuador: los glaciares en la época de los viajeros (Siglos XVIII a XX). In J.P. Deler & E. Mesclier (eds), 137-152.

- García, A., y Carcavilla, L. (2009). *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)*. Madrid, España: IGME.
- Global Water Partnership (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. París, Francia: Red Internacional de Organismos de Cuencas.
- González, M., Serrano, E., y González M. (2014). Lugares de interés geomorfológico, geopatrimonio y gestión de espacios naturales protegidos: el Parque Nacional de Valderejo (Álaba, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 59, 45-64.
- Gunkel, G., y Casallas, J. (2002) Limnology of an equatorial high mountain lake - Lago San Pablo, Ecuador: The significance of deep diurnal mixing for lake productivity. *Limnologica*, 32, 33-43.
- Gutscher, M., Malavielille, J., Lallemand, S., y Collot, J. (1999). Tectonic segmentation of the North Andean margin impact of the Carnegie Ridge collision. *Earth and Planetary Science Letter*, 168, 255-270.
- Hall, M., Mothes, P. (1988). La actividad volcánica del Holoceno en el Ecuador y Colombia Austral: impedimento al desarrollo de las civilizaciones pasadas. *Abya-Yala*, 1–40.
- Heine, K. (1995). Bedded Slope deposits with respect to the Late Quaternary Glacial Sequence in the High Andes of Ecuador and Bolivia. *Stepland Geomorphology*, 257-278.
- Instituto Geológico y Minero de España. (2013). *Documento metodológico para la elaboración del inventario español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Madrid, España: IGME.
- INIGEMM. (2013). *Metodología de inventario de Lugares de interés geológico del Ecuador*. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Investigación Geológico Minero Metalúrgico.
- INEC (2011). *Instituto Nacional de Estadística y Censo*. Quito, Ecuador: Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>.
- Jefatura del Estado (2007). *Ley 42/2007 del Patrimonio natural y de la Biodiversidad*. Madrid, España: Boletín Oficial del Estado núm.299.
- Jomelli, V., Favier, V., Rabatel, A., Brunstein, D., Hoffmann, G., y Francou, B (2009). Little Ice Age glacial extension in Ecuador from lichenometry and historical observations paleoclimatic implications. In press. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

- Jomelli, V., Favier, V., Rabatel, A., Brunstein, D., Hoffmann, G., y Francou, B (2006). Little Ice Age glacial extension in Ecuador from lichenometry and historical observations paleoclimatic implications. *No publicado*
- Kaser, G. (1999). A review of the modern fluctuations of tropical glaciers. *Global and Planetary Change*, 22 (1999), 93-103.
- Lavenu, A. (2006). Neotectónica de los andes entre 1°n y 47°s (Ecuador, Bolivia y Chile): una revisión. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 61 (4), 504-524.
- Le Pennec, J., Ruiz, A., Eissen, J., Hall, M., y Fornari, M. (2011). Identifying potentially active volcanoes in the Andes: Radiometric evidence for late Pleistocene-early Holocene eruptions at Volcán Imbabura, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 206, 121–135.
- Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014). *Registro Oficial*, 305 (6 Agosto de 2014)
- Lozano, G., Vegas, J., y García, A. (2009). Representación cartográfica de los Lugares de interés geológico: consideraciones de cara a la gestión, Enguádanos (Cuenca). *Avances y retos en la conservación del Patrimonio Geológico en España*, 152-155.
- Manosalve, G. (2002). *Hidrología en la Ingeniería*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Marín, E., & Martínez, M. (octubre de 2007). Patrimonio hidrogeológico y las aguas minerales en la provincia de Cuenca. *Conferencia Hidrográfica del Tajo, Spain, Madrid*. Simposio llevado a cabo en el XII Congreso Internacional de Energía y Recursos Minerales, Oviedo, España.
- Mook, W. (2002). *Isótopos ambientales en el ciclo hidrológico: principios y aplicaciones (IELIG)*. Madrid, España: IGME.
- Naranjo, L. (2013). *Caracterización hidrogeológica de la subcuenca del río Chambo* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Organización Meteorológica Mundial. (2011). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.
- Padron, E., Hernández, P., Toulkeridis, T., Pérez, N., Marrero, R., Melián, G., Virgili, G., y Notsu, K. (2008). Diffuse CO₂ emission rate from Pululahua and the lake-filled

- Cuicocha calderas, Ecuador. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 176, 163–169.
- Pavón, N., y Garzón, O. (2014). *Evaluación y zonificación de susceptibilidad y amenazas/peligros por fenómenos de remoción en masa en el cantón Pallatanga, escala 1:50.000* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Racca, J. (2007). Análisis hipsométrico, frecuencia altimétrica y pendientes medias a partir de modelos digitales del terreno. *Boletín del Instituto de Fisiografía y Geología*, 77 (1-2), 31-38.
- Rabatel, A., Machaca, A., Francou, B., y Jomelli, V. (2006). Glacier recession on Cerro Charquini (Bolivia, 16°S) since the maximum of the Little Ice Age (17th Century). *Journal of Glaciology* 52, 110–118.
- Ramakrishna, B. (1997). *Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias*. San José, Costa Rica: Iica.
- Rodríguez, T. (2001) El Patrimonio hidrogeológico de la Región de Murcia. *Reflexiones sobre el futuro del agua ante el siglo XXI, Caja de Ahorros del Mediterraneo*, 225-257.
- Rosales, O. (2015). Análisis morfológico en cuencas hidrográficas con SIG. *UTN, Instituto de Postgrado*.
- Ruiz, A. (2003). *Estudio Geovolcanológico del Complejo Volcánico Imbabura* (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.
- Santamaría, S., y Hidalgo, S. (2017). *Resumen de los Centros Volcánicos de la Provincia de Imbabura*. Quito, Ecuador: IGEPN.
- Soulas, A., Egüez, A., Yepes, H. y Perez, V. (1991). Tectónica activa y riesgo sísmico en los Andes ecuatorianos y el extremo sur de Colombia. *Boletín Geológico Ecuatoriano*, 2 (1), 3-11.
- Trenberth. (2007). Estimates of the global water Budget and its annual cycle using observational and model data. *Journal of Hydrometeorology*, 8, 758-769.
- UNESCO. (2006). *Textos básicos de la convención del patrimonio mundial de 1972*. París, Francia: UNESCO.

USGS. (2017). *Water USGS. Virginia, Estados Unidos. Recuperado de* <http://earthexplorer.usgs.gov>

Vásconez, L. (2015). *Caracterización y evaluación de Puntos de interés eco-geoturísticos (PIEGT), del Patrimonio Geológico del cantón Santiago, provincia de Morona Santiago, y su importancia como herramientas naturales para el desarrollo eco-geoturístico de la región* (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Zillman. (1999). *Guía de prácticas climatológicas*. Ginebra, Suiza: OMM.

ANEXOS

Anexo 1 Información de referencia

|  | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO DEL ECUADOR INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO INFORMACIÓN DE REFERENCIA | | | | | | | | | | | | |  | | | | | |
|--|---------|--|-----------|----------|--------------------|-------------|----------|-------------|---------------|-----------------------------|-------------|--------------------|----------|------|---|-------------|----------|---------------|--------------------------------|--|
| ZONA DE ESTUDIO | | Cuenca del río Ambi | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.Nº | 2.Grupo | 3.Formación | 4.Miembro | 5.Unidad | 6.Nombre Intrusivo | 7.Edad | 8.Región | 9. Dominio | 10.Comentario | 11.Litología | 12.Datación | 13. Formación Tipo | | | 14.Afloramientos Adyacentes | | | 15.Referencia | | |
| | | | | | | | | | | | | Coordenadas | | | Referencia geográfica/política | Coordenadas | | | Referencia geográfica/política | |
| | | | | | | | | | | | | x | y | z | | x | y | | | z |
| 1 | - | Volcánicos Cotacachi | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Volcánico | - | Lavas: andesita con anfíbol | - | 793591 | 10033448 | 3055 | Laguna Cuicocha | 795385 | 10032790 | 3068 | Domo Cuicocha | Almeida, M. (2016). Estudio petrográfico y geoquímico del volcán Cuicocha provincia de Imbabura (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. |
| 2 | - | Volcánicos Cotacachi | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Volcánico | - | Avalancha de Escombros | - | 808564 | 10041893 | 2160 | Río Cari Yacu | | | | | Almeida, M. (2016). Estudio petrográfico y geoquímico del volcán Cuicocha provincia de Imbabura (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. |
| 3 | - | Volcánicos Cotacachi | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Hidrológico | - | Domo | - | 795385 | 10032790 | 3068 | Laguna Cuicocha | | | | | Almeida, M. (2016). Estudio petrográfico y geoquímico del volcán Cuicocha provincia de Imbabura (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------------|---|---|---|-------------|--------|-------------|---|----------------------|---------------|--------|----------|-----------------------------|--|--|--|--|---|
| 4 | - | Complejo Volcánico Imbabura | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Volcánico | - | Flujos piroclásticos | 24970 años BP | 810273 | 10019620 | NE flank of Mojanda volcano | | | | | Ruiz, A. (2003). Estudio Geovolcanológico del Complejo Volcánico Imbabura (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. |
| 5 | - | Complejo Volcánico Imbabura | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Volcánico | - | Flujos piroclásticos | 14310 años BP | 819200 | 10032200 | El Naranjo | | | | | Le Pennec, J., Ruiz, A., Eissen, J., Hall, M., y Fornari, M. (2011). Identifying potentially active volcanoes in the Andes: Radiometric evidence for late Pleistocene-early Holocene eruptions at Volcán Imbabura, Ecuador. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 206, 121–135. |
| 6 | - | Complejo Volcánico Imbabura | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Hidrológico | - | Morrenas | - | - | - | Lago San Pablo | | | | | Gunkel, G., y Casallas, J. (2002) Limnology of an equatorial high mountain lake - Lago San Pablo, Ecuador: The significance of deep diurnal mixing for lake productivity. Limnologica, 32, 33-43. |
| 7 | - | Complejo Volcánico Imbabura | - | - | - | Cuaternario | Sierra | Hidrológico | - | Morrenas | - | - | - | Lago San Pablo | | | | | Gunkel, G., y Casallas, J. (2002) Limnology of an equatorial high mountain lake - Lago San Pablo, Ecuador: The significance of deep diurnal mixing for lake productivity. Limnologica, 32, 33-43. |

Anexo 2 Fichas de información en campo

| | | | | | | |
|--|--|--|---|------------------|-------------------|---------------|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | Plan Nacional de Investigación Conservación y Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico |  INIGEMM <small>Instituto Nacional de Investigación Geológica y Minero del Ecuador</small> | | | | |
| FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO | | FICHA N° | 001 | Fecha: | 11/08/2017 | |
| 1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN | | | | | | |
| Nombre del Lugar: | Lago San Pablo | | | | | |
| Provincia: | Imbabura | | | | | |
| Cantón: | Otavalo | | | | | |
| Parroquia: | San Pablo | | | | | |
| 2. VIAS DE ACCESO | | | | | | |
| carretera asfaltada | X | carretera afirmada | | camino de verano | | |
| | | | | senderos | | |
| 2.1 ACCESIBILIDAD | | | | | | |
| El acceso se realiza por la vía de primer orden Panamericana Norte, que conecta a la ciudad de Quito y Otavalo, se localiza a 4 km de la ciudad de Otavalo | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84) | | | | | | |
| COORDENADAS | ESTE | 809050 | NORTE | 10023050 | COTA | 2663 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | En quechua el Lago San Pablo se denomina Imbacocha | | | | | |
| 4. SITUACIÓN GEOLÓGICA | | | | | | |
| El lago San Pablo se ubica al pie del Complejo Volcánico Imbabura, como consecuencia de la actividad de glaciación y desglaciación, se evidencia al pie de Huarmi Imbabura, una forma de relieve característica de morrenas frontales y laterales, cuyas geoformas dieron el posible origen de la formación del lago San Pablo, además posee una base impermeable en su fondo producto de la descomposición de los minerales de feldespatos potásicos convertidos en caolín. | | | | | | |
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | | Muestra de roca N° | | | |
| 4.1. TIPO DE INTERÉS | | | 4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS | | | |
| Estratigráfico | Mineralógico | | El lago San Pablo constituye un atractivo turístico en la provincia de Imbabura, la caracterización desde el punto de vista científico, cultural y recreativo realza la importancia en la valoración de lugares de interés geológico, proporcionando información suficiente para la conformación de Patrimonio Geológico. | | | |
| Sedimentológico | Estructural | | | | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | | | | |
| Petrográfico | Alteraciones | | | | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | | | | |
| Geomorfológico | Otros: | | | | | |
| FOTOGRAFIA | | | | | | |
|  | | | | | | |
| ELABORADO POR: OG | | | FICHA ELABORADA POR: TG | | | |



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

002

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|-----------------|
| Nombre del Lugar: | Huarmi Imbabura |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | Otavalo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | X | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía que conecta el poblado de San Pablo del Lago y Araque, a la altura del poblado Chical, en el cantón Otavalo.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 809389 | NORTE | 10024761 | COTA | 2696 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El complejo Volcánico Imbabura, está compuesto por un edificio volcánico central denominado Taita Imbabura, varios eventos originaron estructuras adjuntas, Huarmi Imbabura, producto de la actividad volcánica cuaternaria.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | Se trata de una geoforma (cono de deyección) producto de la actividad volcánica o colapso de una parte de edificio del Huarmi Imbabura, como resultado se obtiene una depositación característica de flujo de detritos. |
| Sedimentológico | Estructural | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | |
| Petrográfico | Alteraciones | |
| Vulcanológico | X Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | |

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

003

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|-----------------|
| Nombre del Lugar: | Huarmi Imbabura |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San Pablo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | X | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía de segundo orden, que conecta al poblado de Araque con la vía principal del poblado de San Pablo del Lago

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|----------------------------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 811176 | NORTE | 10023914 | COTA | 2826 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Huarmi en quechua es mujer | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por flujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extrucción de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCION DEL TIPO DE INTERÉS

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|--|
| Estratigráfico | Mineralógico | El Complejo Volcánico Imbabura, conforma parte del paisaje natural que posee la provincia de Imbabura, con un alto interés investigativo y turístico proporciona elementos suficientes para establecer bases para la conformación de lugares de interés geológico. |
| Sedimentológico | Estructural | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | |
| Petrográfico | Alteraciones | |
| Vulcanológico | X Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

004

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|-----------------------------|
| Nombre del Lugar: | Complejo Volcánico Imbabura |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San Pablo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|---|----------|--|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | | X | senderos | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|---|----------|--|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía de segundo orden, que conecta al poblado de Araque con la vía principal del poblado de San Pablo del Lago

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|----------------------------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 813660 | NORTE | 10028110 | COTA | 4375 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Huarmi en quechua es mujer | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por flujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extrucción de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCION DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | | |
|-------------------------------|---|-------------------------|--|--|
| Estratigráfico | | Mineralógico | | El Complejo Volcánico Imbabura, conforma parte del paisaje natural que posee la provincia de Imbabura, con un alto interés investigativo y turístico proporciona elementos suficientes para establecer bases para la conformación de lugares de interés geológico. |
| Sedimentológico | | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | | Hidrológico/Hidrológico | | |
| Petrográfico | | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | X | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

005

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|------------|
| Nombre del Lugar: | Imbaburita |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San Pablo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | X | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por un camino de verano vía a sector Pata Potrero.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---------------------------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 815138 | NORTE | 10025268 | COTA | 3221 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Taita en quechua es padre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por flujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extruccion de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCION DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|--------------------|--|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Lavas del Taita Imbabura parte del Complejo Volcánico Central. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | X | Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

006

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|------------|
| Nombre del Lugar: | Angaraloma |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San Pablo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | X | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por un camino de verano vía a sector Concha Tablón.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---------------------------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 815777 | NORTE | 10025793 | COTA | 3320 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Taita en quechua es padre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El complejo Volcánico Imbabura, está compuesto por un edificio Volcánico central denominado Taita Imbabura, varios eventos originaron estructuras adjuntas, como el Domo Huarmi, producto de la actividad volcánica cuaternaria.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

CVI-T-001, CVI-T-002

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|--|
| Estratigráfico | Mineralógico | Lavas del complejo del Taita Imbabura edificio central Muestra: Bloque métrico de andesita?, cristales máficos, piroxenos, anfíboles, matriz fina empobrecida de sílice y plagioclasa |
| Sedimentológico | Estructural | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | |
| Petrográfico | Alteraciones | |
| Vulcanológico | X Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

007

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|------------|
| Nombre del Lugar: | Angaraloma |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San Pablo |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | X | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|---|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por un camino de verano vía a sector Concha Tablón.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---------------------------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 815183 | NORTE | 10024528 | COTA | 3064 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Taita en quechua es padre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El complejo Volcánico Imbabura, está compuesto por un edificio Volcánico central denominado Taita Imbabura, varios eventos originaron estructuras adjuntas, como el Domo Huarmi, producto de la actividad volcánica cuaternaria.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

CVI-T-003

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | Lavas del complejo del Taita Imbabura edificio central 1Cuerpo de Morrena: matriz fina de ceniza, clastos centimétricos redondeados a subangulosos, 2Paleosuelo: arcilla, colin suelo poco desarrollado, 3 Flujo de piroclastos: bloques métricos y clastos centimétrica subangulosos con dirección N200 |
| Sedimentológico | Estructural | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | |
| Petrográfico | Alteraciones | |
| Vulcanológico | X Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

008

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|------------|
| Nombre del Lugar: | Cubilche |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | Angochagua |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input checked="" type="checkbox"/> | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal que conecta a la parroquia La Esperanza con el poblado Sigsiloma.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 822701 | NORTE | 10028602 | COTA | 2690 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

El Cubilche se considera un estratovolcán del Valle Interandino localizado cerca del Complejo Volcánico Imbabura.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

C-004

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| Estratigráfico | <input type="checkbox"/> | Mineralógico | <input type="checkbox"/> | Macizo roco de lavas del Cubilche. |
| Sedimentológico | <input type="checkbox"/> | Estructural | <input type="checkbox"/> | |
| Paleontológico- Geocronológico | <input type="checkbox"/> | Hidrológico/Hidrol ológico | <input type="checkbox"/> | |
| Petrográfico | <input type="checkbox"/> | Alteraciones | <input type="checkbox"/> | |
| Vulcanológico | <input checked="" type="checkbox"/> | Indicios minerales | <input type="checkbox"/> | |
| Geomorfológico | <input type="checkbox"/> | Otros: | <input type="checkbox"/> | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

009

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|--------------------|
| Nombre del Lugar: | Quebrada Rumipamba |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | La Esperanza |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | X | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal que conecta a la parroquia La Esperanza con el poblado Rumipamba.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 820384 | NORTE | 10030146 | COTA | 2750 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Corresponde a depósitos de flujo de detritos, producto de la actividad volcánica del Taita Imbabura, el acarreo de material detrítico aporta para la extracción de material pétreo utilizado para la construcción en la ciudad de Ibarra.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

CVI-T-005

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|----------------------------|
| Estratigráfico | Mineralógico | X | Lugares de interés minero. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

010

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|----------------------|
| Nombre del Lugar: | Río Tahuando |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input checked="" type="checkbox"/> | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía que conecta la ciudad de Ibarra con el barrio La Victoria

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 821523 | NORTE | 10038171 | COTA | 2214 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Depósitos de flujo de detritos y flujo de lahares, producto de la actividad volcánica del Complejo Volcánico Imbabura.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

CVI-T-006

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--|
| Estratigráfico | <input type="checkbox"/> | Mineralógico | <input type="checkbox"/> | Niveles de terrazas tectónicas, localizadas a lo largo del río Tahuando. |
| Sedimentológico | <input type="checkbox"/> | Estructural | <input type="checkbox"/> | |
| Paleontológico-Geocronológico | <input type="checkbox"/> | Hidrológico/Hidrológico | <input type="checkbox"/> | |
| Petrográfico | <input type="checkbox"/> | Alteraciones | <input type="checkbox"/> | |
| Vulcanológico | <input checked="" type="checkbox"/> | Indicios minerales | <input type="checkbox"/> | |
| Geomorfológico | <input type="checkbox"/> | Otros: | <input type="checkbox"/> | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

011

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|------------------------|
| Nombre del Lugar: | Tangali |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | San José de Quichinche |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|---|----------|--|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | | X | senderos | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|---|----------|--|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía Selva Alegre, a 5km de la planta de proceso de cemento Selva Alegre

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 796368 | NORTE | 10027388 | COTA | 2660 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Volcánicos Cushnirumi: Este volcán es muy antiguo, su actividad se ubica en el Pleistoceno, sin erupciones conocidas en el Holoceno.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Lugar de interés hidrológico, corresponde a una fuente de agua termal con emisión de CO2 difuso, lugar de carácter cultural para la realización de rituales culturales. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

012

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|-----------------|
| Nombre del Lugar: | Piscina Incaica |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Otavalo |
| Parroquia | Peguche |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | | senderos | | X |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal Panamericana Norte, por la vía que conecta a la Cascada de Peguche.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 807128 | NORTE | 10026611 | COTA | 2572 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por flujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extrucción de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Lugar de interés hidrológico, corresponde a una fuente de agua termal con emisión de CO2 difuso, lugar de carácter cultural para la realización de rituales culturales. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

013

Fecha:

11/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|--------------------------|--------------------|
| <i>Nombre del Lugar:</i> | Cascada de Peguche |
| <i>Provincia:</i> | Imbabura |
| <i>Cantón:</i> | Otavalo |
| <i>Parroquia</i> | Peguche |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | | senderos | | X | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal panamericana norte.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 807382 | NORTE | 10026430 | COTA | 2622 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por flujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origino la extruccion de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura.

| | | | |
|---|--|---------------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | <i>Muestra de roca N°</i> | |
|---|--|---------------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | |
| Sedimentológico | Estructural | |
| Paleontológico- Geocronológico | Hidrológico/Hidrol ológico | X |
| Petrográfico | Alteraciones | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | |
| Geomorfológico | Otros: | |

4.2 DESCRIPCION DEL TIPO DE INTERÉS

Cascada de Peguche, lugar donde se lleva a cabo actividades de turismo, cultural y didáctico.

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

014

Fecha:

12/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|-----------------|
| Nombre del Lugar: | Laguna Cuicocha |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Cotacachi |
| Parroquia | Cotacachi |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|---|--------------------|--|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | X | carretera afirmada | | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|---|--------------------|--|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal que conecta a la ciudad de Cotacachi y la Laguna de Cuicocha, vía a la Zona de Intag.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|--|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 793491 | NORTE | 10033490 | COTA | 3109 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Cuicocha en quechua significa Lago de los Dioses | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Los eventos eruptivos dieron forma al Complejo Volcánico Cotacachi, distinguiéndose diferentes edificios; el edificio principal corresponde al Volcán Cotacachi, como segundo evento se relaciona depósitos piroclásticos y avalancha de escombros y como un tercer evento a la formación de una caldera en el flanco sur, que corresponde a la formación de la laguna cratérica Cuicocha.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--------|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | CU-001 |
|--------------------------------------|--|--------------------|--------|

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Laguna Cuicocha, atractivo turístico destinado a actividades de carácter cultural y recreativo, en la actualidad se realizan estudios de carácter investigativo permitiendo determinar la gran importancia de este sitio hidrológico desde su génesis. La valoración de este sitio hidrológico permite incrementar las posibilidades de conformar el Patrimonio Geológico a nivel nacional. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

015

Fecha:

12/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|--------------|
| Nombre del Lugar: | Tolita |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Antonio Ante |
| Parroquia | Atuntaqui |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|---|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input type="checkbox"/> | X | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|--------------------------|---|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía principal, Panamericana Norte, vía que conecta a los poblados de Atuntaqui e Ibarra

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 810380 | NORTE | 10037253 | COTA | 2437 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

La ocurrencia de eventos eruptivos del Complejo Volcánico Imbabura, dan paso al colapso de los flancos del edificio principal en al menos dos ocasiones, como resultado se obtiene depósitos de avalancha de escombros depositados al NO y N que se transportaron aproximadamente 17 km desde el edificio volcánico, esta eventualidad evidencia estructuras sobresaliente denominados Hummocks, localizados en la llanura de depósito volcánico en los alrededores del poblado de Ibarra y Atuntaqui, cubiertos por suelo volcánicos de 5 a 15 m de espesor de edad Pleistocénica.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Estratigráfico | <input type="checkbox"/> | Mineralógico | <input type="checkbox"/> |
| Sedimentológico | <input type="checkbox"/> | Estructural | <input type="checkbox"/> |
| Paleontológico-Geocronológico | <input type="checkbox"/> | Hidrológico/Hidrológico | <input type="checkbox"/> |
| Petrográfico | <input type="checkbox"/> | Alteraciones | <input type="checkbox"/> |
| Vulcanológico | <input checked="" type="checkbox"/> | Indicios minerales | <input type="checkbox"/> |
| Geomorfológico | <input type="checkbox"/> | Otros: | <input checked="" type="checkbox"/> |

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

Hummocks, sitio selectos para llevar acabo actividades de carácter cultural con rituales ancestrales de los Atuntaquis.

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

016

Fecha:

12/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|--------------|
| Nombre del Lugar: | Ilumán |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Antonio Ante |
| Parroquia | San Roque |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | X | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía secundaria que conecta al poblado de Ilumán.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 809280 | NORTE | 10033347 | COTA | 2589 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

La ocurrencia de eventos eruptivos del Complejo Volcánico Imbabura, dan paso al colapso de los flancos del edificio principal en al menos dos ocasiones, como resultado se obtiene depósitos de avalancha de escombros depositados al NO y N que se transportaron aproximadamente 17 km desde el edificio volcánico, esta eventualidad evidencia estructuras sobresaliente denominados Hummocks, localizados en la llanura de depósito volcánico en los alrededores del poblado de Ibarra y Atuntaqui, cubiertos por suelo volcánicos de 5 a 15 m de espesor de edad pleistocénica.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|----------|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Hummocks |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | X | |
| Geomorfológico | Otros: | X | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

017

Fecha:

12/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|----------------------|
| Nombre del Lugar: | Mirador Ibarra |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | X | camino de verano | | senderos | |
|---------------------|--|--------------------|---|------------------|--|----------|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía secundaria que conecta a la ciudad de Ibarra con el poblado de la Ciudad Arcángel.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|------|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 822449 | NORTE | 10038819 | COTA | 2370 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Lugar estratégico para mirador turístico para la Laguna de Yahuarcocha. |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico- Geocronológico | Hidrológico/Hidrol ológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

018

Fecha:

12/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|----------------------|
| Nombre del Lugar: | Laguna Yahuarcocha |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input checked="" type="checkbox"/> | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía secundaria que conecta a la ciudad de Ibarra con el poblado de la Ciudad Arcángel.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 822529 | NORTE | 10041075 | COTA | 2190 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Yahuarcocha en quechua significa Lago de Sangre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas.

| | | | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|
| Formación/Unidad Litoestratigráfica: | | Muestra de roca N° | |
|--------------------------------------|--|--------------------|--|

4.1. TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|---|
| Estratigráfico | Mineralógico | | <p>4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS</p> <p>Laguna Yahuarcocha, sitio de interés turístico, icono representativo de la ciudad de Ibarra, corresponde a una laguna de posible origen estructural, se realizan actividades recreativas y turísticas.</p> |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

019

Fecha:

13/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|----------------------|
| Nombre del Lugar: | Yuracruz |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input checked="" type="checkbox"/> | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía secundaria que conecta a la ciudad de Ibarra con el poblado de Yuracruz.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 825559 | NORTE | 10041344 | COTA | 2793 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Yahuarcocha en quechua significa Lago de Sangre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

Y-001

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|---|-----------------------|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Laguna de Yahuarcocha |
| Sedimentológico | Estructural | | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | X | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

020

Fecha:

13/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|-------------------|----------------------|
| Nombre del Lugar: | Tablón |
| Provincia: | Imbabura |
| Cantón: | Ibarra |
| Parroquia | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| carretera asfaltada | <input checked="" type="checkbox"/> | carretera afirmada | <input type="checkbox"/> | camino de verano | <input type="checkbox"/> | senderos | <input type="checkbox"/> |
|---------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|------------------|--------------------------|----------|--------------------------|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por la vía secundaria que conecta a la ciudad de Ibarra con el poblado de Yuracruz.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|---|--------|-------|----------|------|---------------|
| COORDENADAS | ESTE | 825638 | NORTE | 10040308 | COTA | 2871 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | Yahuarcocha en quechua significa Lago de Sangre | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

Y-001

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| Estratigráfico | Mineralógico | <input type="checkbox"/> | Restos arqueológicos el Tablón. |
| Sedimentológico | Estructural | <input type="checkbox"/> | |
| Paleontológico-Geocronológico | Hidrológico/Hidrológico | <input type="checkbox"/> | |
| Petrográfico | Alteraciones | <input type="checkbox"/> | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | <input type="checkbox"/> | |
| Geomorfológico | Otros: | <input checked="" type="checkbox"/> | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG



GOBIERNO NACIONAL DE LA
REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Plan Nacional de Investigación Conservación y
Puesta en Valor del Patrimonio Geológico, Minero del
Ecuador Inventario de Lugares de Interés Geológico**



FICHA DE INFORMACIÓN DE CAMPO

FICHA N°

021

Fecha:

13/08/2017

1. INFORMACIÓN GENERAL DE UBICACIÓN

| | |
|--------------------------|--------------------------|
| <i>Nombre del Lugar:</i> | Río Tahuando fallamiento |
| <i>Provincia:</i> | Imbabura |
| <i>Cantón:</i> | Ibarra |
| <i>Parroquia</i> | San Miguel de Ibarra |

2. VIAS DE ACCESO

| | | | | | | | | | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|--|
| carretera asfaltada | | carretera afirmada | | camino de verano | | senderos | | X | |
|---------------------|--|--------------------|--|------------------|--|----------|--|---|--|

2.1 ACCESIBILIDAD

El acceso se realiza por senderos que conecta al río Tahuando con la vía principal Panamericana Norte.

3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM - SISTEMA DE PROYECCIÓN (WGS 84)

| | | | | | | |
|-------------|-------------|--------|--------------|----------|-------------|---------------|
| COORDENADAS | <i>ESTE</i> | 821447 | <i>NORTE</i> | 10042652 | <i>COTA</i> | 2253 m.s.n.m. |
| TOPONIMIA | | | | | | |

4. SITUACIÓN GEOLÓGICA

Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas.

Formación/Unidad Litoestratigráfica:

Muestra de roca N°

Y-001

4.1. TIPO DE INTERÉS

4.2 DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE INTERÉS

| | | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Estratigráfico | Mineralógico | | Estructura fallada, se localiza en el río Tahuando tiene una dirección de N 280°, se evidencia un espejo de falla. |
| Sedimentológico | Estructural | X | |
| Paleontológico- Geocronológico | Hidrológico/Hidrol ológico | | |
| Petrográfico | Alteraciones | | |
| Vulcanológico | Indicios minerales | | |
| Geomorfológico | Otros: | | |

FOTOGRAFIA



ELABORADO POR: OG

FICHA ELABORADA POR: TG

Anexo 3 Listado de posibles Lugares de Interés Geológico

|  | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO DEL ECUADOR INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - LISTADO POSIBLES LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | | | | | | |  | |
|---|--|----------|------|---------|-----------------------|-----------|----------|--------------------|-------------|----------|---------------|---|-------------------------|
| ZONA DE ESTUDIO | Cuenca del río Ambi, provincia de Imbabura | | | | | | | | | | | | |
| 1.N° | 2.COORDENADAS | | | 3.Grupo | 4.Formación | 5.Miembro | 6.Unidad | 7.Nombre Intrusivo | 8.Edad | 9.Región | 10.Comentario | 11.Tipo de Interés Geológico | 12.Ubicación geográfica |
| | X | Y | Z | | | | | | | | | | |
| 1 | 809050 | 10023050 | 2663 | - | Deposito glaciar | - | - | - | Cuaternario | Sierra | - | Hidrológico | Lago San Pablo |
| 2 | 807382 | 10026430 | 2622 | - | Volcánicos Imbabura | - | - | - | Cuaternario | Sierra | - | Hidrológico | Cascada Peguche |
| 3 | 793491 | 10033490 | 3109 | - | Volcánicos Cotacachi | - | - | - | Cuaternario | Sierra | - | Hidrológico | Laguna Cuicocha |
| 4 | 822529 | 10041075 | 2190 | - | Volcánicos Angochagua | - | - | - | Cuaternario | Sierra | - | Hidrológico | Laguna Yahuarcocha |

Anexo 4 Ficha de valoración

Anexo 4.1 Ficha de valoración - Lago San Pablo

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------|---|---------------------|--------------------|------------------------------|---|--|----------|--|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO -INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ECUADOR - FICHA DE VALORACIÓN | | | | | |  INIGEMM <small>Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero-Geológica</small> | | | |
| FICHA DE VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | | FICHA N° | | 001 | | | |
| 1. Información General de Ubicación | | | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA | | | | | | | |
| PROVINCIA | | Imbabura | | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | NOMBRE | | CÓDIGO | | | |
| CANTÓN | | Otavalo | | | | San Pablo del Lago | | Ñ II-F 2 | | | |
| PARROQUIA | | Otavalo, Eugenio Espejo, San Rafael, San Pablo | | | | | | | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | | San Pablo | | Escala: | | 1:25000 | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | | Araque | | PROPIEDAD | | PÚBLICA | | X | | | |
| ACCESIBILIDAD | | Panamericana Norte | | PRIVADA | | | | TELF: - | | | |
| LAGO SAN PABLO | | | | OCUPANTE | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | | ESTE | | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | | ESTE | | | | | |
| | | 809050 | | | | 807307 | | 810945 | | 810090 | |
| | | NORTE | | | | 10023050 | | 10024372 | | 10022058 | |
| | | ALTIMUD | | 2663 | | 2660 | | 2660 | | 2660 | |
| TOPONIMIA | | Lago San Pablo/Ibamcocha, significa Lago de Imbabura | | | | | | | | | |
| 4. VALORACIÓN | | | | | | | | | | | |
| 4.1, TIPO DE INTERÉS GEOLÓGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA | | | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | | ALTO | MEDIO | BAJO | | | | |
| Estratigráfico | | | | Mineralógico | | | | | | | |
| Sedimentológico | | | | Estructural | | | | | | | |
| Paleontológico-Geocronológico | | | | Hidrológico | X | | | El lago San Pablo se ubica al pie del Complejo Volcánico Imbabura, como consecuencia de la actividad de glaciación y desglaciación, se evidencia al pie de Huarmi Imbabura, una forma de relieve característica de morrenas frontales y laterales, cuyas geoformas dieron el posible origen de la formación del lago San Pablo. | | | |
| Petrográfico | | | | Indicios minerales | | | | | | | |
| Vulcanológico | | | | Otros: | | | | | | | |
| Geomorfológico | | | | | | | | | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | | | |
| 4.2, POR SU UTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | |
| 4.2.1, Valor Científico / Intrínseco | ALTO(4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | 4.2.2, Valor Intrínseco y de uso Didáctico /recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | | | |
| | Representatividad | 4 | | | Contenido Didáctico | 4 | | | | | |
| Localidad Tipo | | 2 | | 4.2.3, Valor Intrínseco y de uso recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | | 2 | | | | | | | | | |
| Conservación | | 2 | | | | | | | | | |
| Rareza | | 2 | | | | | | | | | |
| Diversidad | 4 | | | | | | | | | | |
| Espectacularidad | 4 | | | Contenido Divulgativo | 4 | | | | | | |
| Condiciones de Observación | 4 | | | Posibles Actividades a realizarse | 4 | | | | | | |
| Asociación a otros Patrimonios | 4 | | | Accesibilidad | 4 | | | | | | |
| COMENTARIO | Relacionado a otros patrimonios como culturales y arqueológicos | | | | | | | | | | |
| Nombre del Fotógrafo | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | OG | | | REVISADO POR: | | | | VISTO BUENO | | | |
| FICHA ELABORADA POR: TG | | | | | | | | | | | |

Anexo 4.2 Ficha de valoración - Cascada Peguche

| | | | | | | | | | |
|--|---|---|---------------------------|---|-----------|------------|-----------|---|--|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO -INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ECUADOR - FICHA DE VALORACIÓN |  INIGEMM <small>Instituto Nacional de Investigación Geológica y Minera del Ecuador</small> | | | | | | | |
| FICHA DE VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | FICHA N° | | | | | | | |
| | | 002 | | | | | | | |
| 1. Información General de Ubicación | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA | | | | | | | |
| PROVINCIA | Imbabura | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | | | | | | |
| CANTÓN | Otavalo | | | | | | | | |
| PARROQUIA | Otavalo | NOMBRE | | | | | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | Peguche | San Pablo del Lago | | | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | Peguche | ESCALA: | | | | | | | |
| ACCESIBILIDAD | Panamericana Norte | 1:25000 | | | | | | | |
| | | PROPIEDAD | | | | | | | |
| | | PÚBLICA | | | | | | | |
| | | X | | | | | | | |
| | | PRIVADA | | | | | | | |
| | | TELF: | | | | | | | |
| | | 06 2920-460 | | | | | | | |
| | | TELF: | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | OCUPANTE | | | | | | | |
| | | GAD OTAVALO | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 807382 | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | ESTE | 807146 | 807611 | | | |
| | NORTE | 10026430 | | NORTE | 10026622 | 10026379 | | | |
| | ALTITUD | 2622 | | ALTITUD | 2622 | 2622 | | | |
| TOPONIMIA | | | | | | | | | |
| 4. VALORACIÓN | | | | | | | | | |
| 4.1. TIPO DE INTERÉS GEOLÓGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | | DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | | ALTO | MEDIO | BAJO | | |
| Estratigráfico | | | | Mineralógico | | | | | |
| Sedimentológico | | | | Estructural | | | | | |
| Paleontológico-Geocronológico | | | | Hidrológico | X | | | Complejo volcánico Imbabura se compone del estrato volcán Taita Imbabura (Imbabura I) compuesto de flujos de lava masivo y brechas andesíticas, parte de los flancos norte del edificio volcánico colapsaron produciendo una avalancha de escombros probablemente 50 y 40 mil años, posterior a este evento la reconstrucción del edificio principal (Imbabura II) formado por lujos de lava, flujos de bloque y depósitos piroclásticos hace 35-7 mil años; la actividad volcánica explosiva afectando el flanco suroccidental del Taita Imbabura hace 30mil, origen la extrucción de domos de composición andesítica formó el edificio Huarmi Imbabura. | |
| Petrográfico | | | | Indicios minerales | | | | | |
| Vulcanológico | | | | Otros: | | | | | |
| Geomorfológico | | | | | | | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | |
| 4.2. POR SU UTILIZACIÓN | | | | | | | | | |
| 4.2.1, Valor Científico / Intrínseco | ALTO(4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | 4.2.2, Valor Intrínseco y de uso Didáctico /recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | |
| Representatividad | 4 | | | Contenido Didáctico | 4 | | | | |
| Localidad Tipo | 4 | | | 4.2.3, Valor Intrínseco y de uso recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | | 4 | | | | | | | |
| Conservación | | 2 | | | | | | | |
| Rareza | | 2 | | | | | | | |
| Diversidad | | 2 | | | | | | | |
| Espectacularidad | 4 | | | Contenido Divulgativo | 4 | | | | |
| Condiciones de Observación | | 2 | | Posibles Actividades a realizarse | 4 | | | | |
| Asociación a otros Patrimonios | 4 | | | Accesibilidad | | 2 | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | |
| Relacionado a otros patrimonios como culturales y arqueológicos. | | | | | | | | | |
| Nombre del Fotógrafo | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: OG REVISADO POR: VISTO BUENO | | | | | | | | | |
| FICHA ELABORADA POR: TG | | | | | | | | | |

Anexo 4.3 Ficha de valoración - Laguna Cuicocha

| | | | | | | | | | |
|--|----------|---|---------------------------|---|------------------------------------|------------|-----------------|--|-------------------|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO -INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ECUADOR - FICHA DE VALORACIÓN | | | | | |  INIGEMM <small>Instituto Nacional de Investigación Geológica Minero Metalúrgica</small> | |
| FICHA DE VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | | | FICHA N° | | 003 |
| 1. Información General de Ubicación | | | | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA | | | | |
| PROVINCIA | | Imbabura | | | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | NOMBRE | | CÓDIGO |
| CANTÓN | | Otavalo | | | | | Otavalo | | Ñ II-F 1 |
| PARROQUIA | | Quiroga, Cotacachi, Plaza Gutiérrez | | | | | Escala: | | 1:25000 |
| CASERIO/COMUNIDAD | | Achupallas | | | PROPIEDAD | | PÚBLICA | X | TELF: 06 398-7600 |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | | Achupallas | | | PRIVADA | | | TELF: | |
| ACCESIBILIDAD | | Vía de primer orden que conduce a la Zona de Intag | | | OCUPANTE | | MAE | | |
| LAGUNA CUICOCHA | | | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 793491 | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | ESTE | 793922 | 795184 | 791478 | 794716 | |
| | NORTE | 10033490 | | NORTE | 10035071 | 10033881 | 10033690 | 10032301 | |
| | ALTITUD | 3109 | | ALTITUD | 3109 | 3109 | 3109 | 3109 | |
| TOPONIMIA | | Laguna Cuicocha, significa Lago de los Dioses | | | | | | | |
| 4. VALORACIÓN | | | | | | | | | |
| 4.1, TIPO DE INTERÉS GEOLÓGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | | DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | | ALTO | MEDIO | BAJO | | |
| Estratigráfico | | | | Mineralógico | | | | | |
| Sedimentológico | | | | Estructural | | | | | |
| Paleontológico-Geocronológico | | | | Hidroológico | X | | | Eventos eruptivos dieron forma al Complejo Volcánico Cotacachi, distinguiéndose diferentes edificios; el edificio principal corresponde al Volcán Cotacachi, como segundo evento se relaciona depósitos piroclásticos y avalancha de escombros y como un tercer evento a la formación de una caldera en el flanco sur, que corresponde a la formación de la laguna cratérica Cuicocha. | |
| Petrográfico | | | | Indicios minerales | | | | | |
| Vulcanológico | | | | Otros: | | | | | |
| Geomorfológico | | | | | | | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | |
| 4.2, POR SU UTILIZACIÓN | | | | | | | | | |
| 4.2.1, Valor Científico / Intrínseco | ALTO(4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | 4.2.2, Valor Intrínseco y de uso Didáctico /recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | |
| Representatividad | 4 | | | Contenido Didáctico | 4 | | | | |
| Localidad Tipo | | 2 | | 4.2.3, Valor Intrínseco y de uso recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | 4 | | | | | | | | |
| Conservación | 4 | 2 | | | | | | | |
| Rareza | | 2 | | | | | | | |
| Diversidad | 4 | | | | | | | | |
| Espectacularidad | 4 | | | Contenido Divulgativo | | 2 | | | |
| Condiciones de Observación | | 2 | | Posibles Actividades a realizarse | | | 1 | | |
| Asociación a otros Patrimonios | | 2 | | Accesibilidad | | 2 | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | |
| Relacionado a otros patrimonios como culturales y arqueológicos | | | | | | | | | |
| Nombre del Fotógrafo | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | | | OG | REVISADO POR: | | | VISTO BUENO | |
| FICHA ELABORADA POR: TG | | | | | | | | | |

Anexo 4.4 Ficha de valoración - Laguna Yahuarcocha

| | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----------|--|-----------------------------|------------|------------|---|----------|----------|------|--|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO -INVENTARIO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL ECUADOR - FICHA DE VALORACIÓN | | | | | |  INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA MINERA METALÚRGICA | | | | |
| FICHA DE VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | | | FICHA N° | | 004 | | | |
| 1. Información General de Ubicación | | | | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA | | | | | | | |
| PROVINCIA | | Imbabura | | | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | NOMBRE | | CÓDIGO | | | |
| CANTÓN | | Ibarra | | | | | Ibarra | | Ñ II-D 4 | | | |
| PARROQUIA | | San Miguel de Ibarra | | | Escala: | | 1:25000 | | | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | | San Miguel de Yahuarcocha | | | | | PROPIEDAD | | PÚBLICA | | X | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | | Priorato | | | PRIVADA | | | | TELF: | | | |
| ACCESIBILIDAD | | Panamericana Norte | | | OCUPANTE | | GAD IBARRA | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | | ESTE | 822529 | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | | ESTE | 823632 | 823422 | 821486 | 823600 | | |
| | | NORTE | 10041075 | | | NORTE | 10041947 | 10040284 | 10041909 | 10041986 | | |
| | | ALTITUD | 2190 | | | ALTITUD | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | 2190 | |
| TOPONIMIA | | Laguna Yahuarcocha, significa Lago de sangre | | | | | | | | | | |
| 4. VALORACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| 4.1, TIPO DE INTERÉS GEOLÓGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | | DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA | | | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO | | ALTO | MEDIO | BAJO | | | | | |
| Estratigráfico | | | | Mineralógico | | | | | | | | |
| Sedimentológico | | | | Estructural | | | | | | | | |
| Paleontológico-Geocronológico | | | | Hidrológico | X | | | Localizado sobre Volcánicos Angochagua, material extrusivo caracterizado por lavas andesíticas. | | | | |
| Petrográfico | | | | Indicios minerales | | | | | | | | |
| Vulcanológico | | | | Otros: | | | | | | | | |
| Geomorfológico | | | | | | | | | | | | |
| COMENTARIO | | | | | | | | | | | | |
| 4.2, POR SU UTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | | |
| 4.2.1, Valor Científico / Intrínseco | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | 4.2.2, Valor Intrínseco y de uso Didáctico /recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | | | | |
| Representatividad | 4 | | | Contenido Didáctico | 4 | | | | | | | |
| Localidad Tipo | | 2 | | 4.2.3, Valor Intrínseco y de uso recreativo | ALTO (4p) | MEDIO (2p) | BAJO (1p) | | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | | | 1 | | | | | | | | | |
| Conservación | | | 1 | | | | | | | | | |
| Rareza | | 2 | | | | | | | | | | |
| Diversidad | | 2 | | | | | | | | | | |
| Espectacularidad | 4 | | | Contenido Divulgativo | | 2 | | | | | | |
| Condiciones de Observación | 4 | | | Posibles Actividades a realizarse | 4 | | | | | | | |
| Asociación a otros Patrimonios | 4 | | | Accesibilidad | 4 | | | | | | | |
| COMENTARIO | Relacionado a otros patrimonios como culturales y arqueológicos, asociado al Qhapaq Ñan Camino Patrimonio Mundial Imbabura | | | | | | | | | | | |
| Nombre del Fotógrafo | | | | | | | | | | | | |
| ELABORADO POR: | | OG | | | REVISADO POR: | | | VISTO BUENO | | | | |
| FICHA ELABORADA POR: TG | | | | | | | | | | | | |

Anexo 5 Fichas de Lugares de Interés Geológico

Anexo 5.1 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Lago San Pablo

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|---------------|----------|----------|----------|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO |  INIGEMM | | | | | |
| FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | FICHA N° | | | | | |
| | | 001 | | | | | |
| 1. DIVISIÓN POLÍTICA | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA | | | | | |
| PROVINCIA | Imbabura | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | | | | |
| CANTÓN | Otavalo | | | | | | |
| PARROQUIA | Otavalo, Eugenio Espejo, San Rafael, San Pablo | NOMBRE | | | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | San Pablo | San Pablo del Lago | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | Araque | ESCALA: | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL ACCESO AL LUGAR | Por la Panamericana Norte se ingresa al poblado de San Pablo del Lago | 1:25000 | | | | | |
| LAGO SAN PABLO | | FOTOGRAFÍA AÉREA CARTA NACIONAL | | | | | |
| PROPIEDAD | PÚBLICA <input checked="" type="checkbox"/> TELF: - PRIVADA <input type="checkbox"/> TELF: - | NÚMERO | | | | | |
| OCUPANTE | - | ROLLO | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | ESCALA: | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 809050 | PERÍMETRO | ESTE | 807307 | 810945 | 810090 |
| | NORTE | 10023050 | ZONA DE INTERES | NORTE | 10024372 | 10022058 | 10024020 |
| | ALTITUD | 2663 | | ALTITUD | 2660 | 2660 | 2660 |
| TOPONIMIA | Lago San Pablo/Ibamcocha, significa Lago de Imbabura | | | | | | |
| 4. MARCO GEOLÓGICO | | | | | | | |
| Dominio Geológico | Hidrológico | | | | | | |
| Edad | Cuaternario | | | | | | |
| Edad de las rocas encajantes | 7940 años BP | | | | | | |
| 5. TIPO DE INTERÉS | | | | | | | |
| Interés Geológico Principal | | | | | | | |
| Estratigráfico | <input type="checkbox"/> Sedimentológico | <input type="checkbox"/> Paleontológico | <input type="checkbox"/> Geocronológico | Justificación | | | |
| Petrográfico | <input type="checkbox"/> Vulcanológico | <input type="checkbox"/> Geomorfológico | <input type="checkbox"/> Indicios Minerale | | | | |
| Mineralógico | <input type="checkbox"/> Estructural | <input type="checkbox"/> Hidrológico | <input checked="" type="checkbox"/> Otros | | | | |
| Representatividad | 1 <i>Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico</i> | | | | | | |
| | 3 <i>Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico</i> | | | | | | |
| Localidad Tipo | 1 <i>Localidad de referencia regional</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Localidad de referencia internacional (fósiles o biozonas de amplio uso)</i> | | | | | | |
| | 3 <i>Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES</i> | | | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | <i>Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales</i> | | | | | | |
| | 3 <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales</i> | | | | | | |
| Conservación | <i>Presenta poca conservación que impide observar características de interés</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Presenta mediana conservación que no impide observar las características de interés</i> | | | | | | |
| | 3 <i>Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características de interés</i> | | | | | | |
| Rareza | 1 <i>Único ejemplo conocido a nivel regional</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Único ejemplo conocido a nivel nacional</i> | | | | | | |
| | 3 <i>Único ejemplo conocido a nivel internacional</i> | | | | | | |
| Condiciones de Observación | <i>Elementos que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | |
| | <i>Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | |
| | 4 <i>Se aprecian las características de interés del lugar</i> | | | | | | |
| Diversidad | <i>Presenta otro tipo de interés, a parte del principal pero este no es relevante</i> | | | | | | |
| | <i>Presenta dos tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | |
| | 4 <i>Presenta tres o más tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | |
| Espectacularidad | <i>Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo)</i> | | | | | | |
| | 2 <i>Coincidencia de dos de estas características</i> | | | | | | |
| | <i>Presencia de restos fósiles y minerales</i> | | | | | | |

| | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--------------|---|------------|--|----------------------|---|--------------|---|
| Contenido Didáctico | <i>Ilustra contenidos curriculares universitarios</i> | | | | | | | | | |
| | <i>Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas</i> | | | | | | | | |
| Contenido Divulgativo | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural</i> | | | | | | | | | |
| | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la geología</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas</i> | | | | | | | | |
| Interés No Geológico del Lugar | Minero-Industrial | | Arqueológico | X | Etnológico | | Histórico o Cultural | X | Paisajístico | X |
| | Justificación | Lugar de alto interés arqueológico, desde el punto de vista cultural, representa un icono histórico para los indígenas de la localidad además de un elemento paisajístico natural. | | | | | | | | |
| Asociación con otros Patrimonios | <i>Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | | | |
| | <i>Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | | |
| Accesibilidad | <i>Acceso por camino de tercer orden</i> | | | | | | | | | |
| | <i>Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | | |

Fotografía

LAGO SAN PABLO



FICHA ELABORADA POR: OG

Anexo 5.2 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Cascada Peguche

| | | | | | | | |
|--|--|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------------|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO |  INIGEMM | | | | | |
| FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | FICHA N° | | | | | |
| | | 002 | | | | | |
| 1. DIVISIÓN POLÍTICA | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRAFICA | | | | | |
| PROVINCIA | Imbabura | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | | | | | |
| CANTÓN | Otavalo | NOMBRE | | | | | |
| PARROQUIA | Otavalo | San Pablo del Lago | | | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | Peguche | Escala: | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | Peguche | 1:25000 | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL ACCESO AL LUGAR | FOTOGRAFÍA AÉREA CARTA NACIONAL | | | | | | |
| Por la Panamericana Norte se ingresa al poblado de Peguche | | | | | | | |
| CASCADA PEGUCHE | | | | | | | |
| PROPIEDAD | PÚBLICA <input checked="" type="checkbox"/> PRIVADA <input type="checkbox"/> | TEL: 06 2920-460 | | | | | |
| OCUPANTE | GAD OTAVALO | | | | | | |
| Escala: IMAGEN SATELITAL | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 807382 | PERÍMETRO | ESTE | 807146 | 807611 | |
| | NORTE | 10026430 | ZONA DE INTERES | NORTE | 10026622 | 10026379 | |
| | ALTITUD | 2622 | | ALTITUD | 2622 | 2622 | |
| TOPONIMIA | | | | | | | |
| 4. MARCO GEOLÓGICO | | | | | | | |
| Dominio Geológico | | | | Hidrológico, Estructural | | | |
| Edad | | | | Cuaternario | | | |
| Edad de las rocas encajantes | | | | - | | | |
| 5. TIPO DE INTERÉS | | | | | | | |
| Interés Geológico Principal | | | | | | | |
| Estratigráfico | <input type="checkbox"/> | Sedimentológico | <input type="checkbox"/> | Paleontológico | <input type="checkbox"/> | Geocronológico | Justificación |
| Petrográfico | <input type="checkbox"/> | Vulcanológico | <input type="checkbox"/> | Geomorfológico | <input type="checkbox"/> | Indicios Minerales | |
| Mineralógico | <input type="checkbox"/> | Estructural | <input type="checkbox"/> | Hidrológico | <input checked="" type="checkbox"/> | Otros | |
| Representatividad | 1 | <i>Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico</i> | | | | | |
| | | <i>Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico</i> | | | | | |
| | | <i>Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico</i> | | | | | |
| Localidad Tipo | 1 | <i>Localidad de referencia regional</i> | | | | | |
| | | <i>Localidad de referencia internacional (fósiles o biozonas de amplio uso)</i> | | | | | |
| | | <i>Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES</i> | | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | 1 | <i>Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales</i> | | | | | |
| | | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales</i> | | | | | |
| | | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales</i> | | | | | |
| Conservación | 1 | <i>Presenta poca conservación que impide observar características de interés</i> | | | | | |
| | | <i>Presenta mediana conservación que no impide observar las características de interés</i> | | | | | |
| | | <i>Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características de interés</i> | | | | | |
| Rareza | 1 | <i>Único ejemplo conocido a nivel regional</i> | | | | | |
| | | <i>Único ejemplo conocido a nivel nacional</i> | | | | | |
| | | <i>Único ejemplo conocido a nivel internacional</i> | | | | | |
| Condiciones de Observación | | <i>Elementos que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | |
| | 2 | <i>Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | |
| | | <i>Se aprecian las características de interés del lugar</i> | | | | | |
| Diversidad | | <i>Presenta otro tipo de interés, a parte del principal pero este no es relevante</i> | | | | | |
| | 2 | <i>Presenta dos tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | |
| | | <i>Presenta tres o más tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | |
| Espectacularidad | 1 | <i>Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo)</i> | | | | | |
| | | <i>Coincidencia de dos de estas características</i> | | | | | |
| | | <i>Presencia de restos fósiles y minerales</i> | | | | | |
| Contenido Didáctico | | <i>Ilustra contenidos curriculares universitarios</i> | | | | | |
| | 2 | <i>Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo</i> | | | | | |
| | | <i>Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas</i> | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|--|---------------|--|--------------|------------|---|----------------------|---|--------------|---|
| Contenido Divulgativo | 1 | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural</i> | | | | | | | |
| | | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la geología</i> | | | | | | | |
| | | <i>Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas</i> | | | | | | | |
| Interés No Geológico del Lugar | | Minero-Industrial | Arqueológico | Etnológico | X | Histórico o Cultural | X | Paisajístico | X |
| | Justificación | Lugar de alto histórico y cultural | | | | | | | |
| Asociación con otros Patrimonios | | <i>Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| | 2 | <i>Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| | | <i>Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| Accesibilidad | | <i>Acceso por camino de tercer orden</i> | | | | | | | |
| | | <i>Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | |
| | 4 | <i>Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | |
| Fotografía | | | | | | | | | |
| CASCADA PEGUCHE  | | | | | | | | | |
| FICHA ELABORADA POR: OG | | | | | | | | | |

Anexo 5.3 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Laguna Cuicocha

| | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|----------------|------------------------------------|--------------------|----------|---------------|--|--------|----------|--|--|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | |  INIGEMM | | | | |
| FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | FICHA N° | | | | 003 | | | | |
| 1. DIVISIÓN POLÍTICA | | | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRAFICA | | | | | | | | |
| PROVINCIA | Imbabura | | | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | NOMBRE | Ibarra | | | CÓDIGO | Ñ II-D 4 | | |
| CANTÓN | Otavalo | | | | Escala: | 1:25000 | | | | | | |
| PARROQUIA | Quiroga, Cotacachi, Plaza Gutiérrez | | | FOTOGRAFÍA AÉREA CARTA NACIONAL | NÚMERO | | | | ROLLO | | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | Achupallas | | | | Escala: | | | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | Achupallas | | | IMAGEN SATELITAL | | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL ACCESO AL LUGAR | Vía de primer orden que conduce a la Zona de Intag | | | | | | | | | | | |
| LAGUNA CUICOCHA | | | | | | | | | | | | |
| PROPIEDAD | PÚBLICA | X | TELF: | 06 398-7600 | | | | | | | | |
| | PRIVADA | | TELF: | | | | | | | | | |
| OCUPANTE | MAE | | | | | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 822529 | | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | ESTE | 823632 | 823422 | 821486 | | | | |
| | NORTE | 10041075 | | | NORTE | 10041947 | 10040284 | 10041909 | | | | |
| | ALTITUD | 2190 | | | ALTITUD | 2190 | 2190 | 2190 | | | | |
| TOPONIMIA | Laguna Yahuarcocha, significa Lago de sangre | | | | | | | | | | | |
| 4. MARCO GEOLÓGICO | | | | | | | | | | | | |
| Dominio Geológico | Hidrológico | | | | | | | | | | | |
| Edad | Cuaternario | | | | | | | | | | | |
| Edad de las rocas encajadas | - | | | | | | | | | | | |
| 5. TIPO DE INTERÉS | | | | | | | | | | | | |
| Interés Geológico Principal | | | | | | | | | | | | |
| Estratigráfico | Sedimentológico | | Paleontológico | | Geocronológico | | Justificación | | | | | |
| Petrográfico | Vulcanológico | | Geomorfológico | | Indicios Minerales | | | | | | | |
| Mineralógico | Estructural | | Hidrológico | | X | Otros | | | | | | |
| Representatividad | <i>Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico</i> | | | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico</i> | | | | | | | | | | | |
| Localidad Tipo | 1 | <i>Localidad de referencia regional</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Localidad de referencia internacional (fósiles o biozonas de amplio uso)</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES</i> | | | | | | | | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | <i>Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales</i> | | | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales</i> | | | | | | | | | | |
| Conservación | <i>Presenta poca conservación que impide observar características de interés</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Presenta mediana conservación que no impide observar las características de interés</i> | | | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características de interés</i> | | | | | | | | | | |
| Rareza | 1 | <i>Único ejemplo conocido a nivel regional</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Único ejemplo conocido a nivel nacional</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Único ejemplo conocido a nivel internacional</i> | | | | | | | | | | | |
| Condiciones de Observación | <i>Elementos que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | | | |
| | <i>Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Se aprecian las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | | |
| Diversidad | <i>Presenta otro tipo de interés, a parte del principal pero este no es relevante</i> | | | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Presenta dos tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Presenta tres o más tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | | | | | | |
| Espectacularidad | Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | | | | | | | | | | | |
| | 2 | Coincidencia de dos de estas características | | | | | | | | | | |
| | Presencia de restos fósiles y minerales | | | | | | | | | | | |
| Contenido Didáctico | 1 | <i>Ilustra contenidos curriculares universitarios</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo</i> | | | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas</i> | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|------------|----------------------|---|--------------|---|--|
| Contenido Divulgativo | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural</i> | | | | | | | |
| | 2 | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la geología</i> | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas</i> | | | | | | |
| Interés No Geológico del Lugar | Minero-Industrial | Arqueológico | Etnológico | Histórico o Cultural | X | Paisajístico | X | |
| | Justificación | Lugar de alto histórico y cultural | | | | | | |
| Asociación con otros Patrimonios | <i>Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| | 2 | <i>Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | |
| | 4 | <i>Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | |
| Accesibilidad | <i>Acceso por camino de tercer orden</i> | | | | | | | |
| | <i>Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | |
| | 4 | <i>Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | |

Fotografía

LAGUNA CUICOCHA



FICHA ELABORADA POR: OG

Anexo 5.4 Ficha de Lugar de Interés Geológico – Lago Yahuarcocha

| | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|----------------|------------------------------------|-------------------------------------|----------|---------------|--|--------|----------|--|
|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | | |  INIGEMM | | | |
| FICHA DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | | | FICHA N° | | | | 004 | | | |
| 1. DIVISIÓN POLÍTICA | | | | 2. INFORMACIÓN CARTOGRAFICA | | | | | | | |
| PROVINCIA | Imbabura | | | CARTA TOPOGRÁFICA NACIONAL | NOMBRE | Ibarra | | | CÓDIGO | Ñ II-D 4 | |
| CANTÓN | Ibarra | | | | Escala: | 1:25000 | | | | | |
| PARROQUIA | San Miguel de Ibarra | | | FOTOGRAFÍA AÉREA CARTA NACIONAL | NÚMERO | | | | ROLLO | | |
| CASERIO/COMUNIDAD | San Miguel de Yahuarcocha | | | | Escala: | | | | | | |
| POBLACIÓN MAS CERCANA | Priorato | | | IMAGEN SATELITAL | | | | | | | |
| DESCRIPCIÓN DEL ACCESO AL LUGAR | Ingreso por la Panamericana Norte a 5 minutos del ciudad de Ibarra | | | | | | | | | | |
| LAGUNA YAHUARCOCHA | | | | | | | | | | | |
| PROPIEDAD | PÚBLICA | <input checked="" type="checkbox"/> | TELF: | 06 3700 20 | | | | | | | |
| | PRIVADA | <input type="checkbox"/> | TELF: | | | | | | | | |
| OCUPANTE | GAD IBARRA | | | | | | | | | | |
| 3. INFORMACIÓN DE COORDENADAS UTM (SISTEMA DE PROYECCIÓN WGS84) | | | | | | | | | | | |
| COORDENADAS LIG | ESTE | 822529 | | PERÍMETRO ZONA DE INTERES | ESTE | 823632 | 823422 | 821486 | | | |
| | NORTE | 10041075 | | | NORTE | 10041947 | 10040284 | 10041909 | | | |
| | ALTITUD | 2190 | | | ALTITUD | 2190 | 2190 | 2190 | | | |
| TOPONIMIA | Laguna Yahuarcocha, significa Lago de sangre | | | | | | | | | | |
| 4. MARCO GEOLÓGICO | | | | | | | | | | | |
| Dominio Geológico | Hidrológico | | | | | | | | | | |
| Edad | Cuaternario | | | | | | | | | | |
| Edad de las rocas encajantes | - | | | | | | | | | | |
| 5. TIPO DE INTERÉS | | | | | | | | | | | |
| Interés Geológico Principal | | | | | | | | | | | |
| Estratigráfico | Sedimentológico | | Paleontológico | | Geocronológico | | Justificación | | | | |
| Petrográfico | Vulcanológico | | Geomorfológico | | Indicios Minerales | | | | | | |
| Mineralógico | Estructural | | Hidrológico | | <input checked="" type="checkbox"/> | Otros | | | | | |
| Representatividad | 1 | <i>Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico</i> | | | | | | | | | |
| Localidad Tipo | | <i>Localidad de referencia regional</i> | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Localidad de referencia internacional (fósiles o biozonas de amplio uso)</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES</i> | | | | | | | | | |
| Conocimiento Científico del Lugar | 1 | <i>Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales</i> | | | | | | | | | |
| Conservación | 1 | <i>Presenta poca conservación que impide observar características de interés</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Presenta mediana conservación que no impide observar las características de interés</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características de interés</i> | | | | | | | | | |
| Rareza | | <i>Único ejemplo conocido a nivel regional</i> | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Único ejemplo conocido a nivel nacional</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Único ejemplo conocido a nivel internacional</i> | | | | | | | | | |
| Condiciones de Observación | | <i>Elementos que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Se apreciar las características de interés del lugar</i> | | | | | | | | | |
| Diversidad | | <i>Presenta otro tipo de interés, a parte del principal pero este no es relevante</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Presenta dos tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Presenta tres o más tipos de Interés relevantes a parte del principal</i> | | | | | | | | | |
| Espectacularidad | | <i>Amplitud de relieve alta o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo)</i> | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Coincidencia de dos de estas características</i> | | | | | | | | | |
| | | <i>Presencia de restos fósiles y minerales</i> | | | | | | | | | |
| Contenido Didáctico | | <i>Ilustra contenidos curriculares universitarios</i> | | | | | | | | | |
| | 2 | <i>Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo</i> | | | | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas</i> | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|------------|----------------------|---|--------------|---|
| Contenido Divulgativo | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cierto nivel cultural</i> | | | | | | | |
| | 2 | <i>Ilustra de manera clara y expresiva a colectivos de cualquier nivel cultural sobre la importancia o utilidad de la geología</i> | | | | | | |
| | 4 | <i>Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas</i> | | | | | | |
| Interés No Geológico del Lugar | Minero-Industrial | Arqueológico | X | Etnológico | Histórico o Cultural | X | Paisajístico | X |
| | Justificación | Relacionado a otros patrimonios como culturales y arqueológicos, asociado al Qhapaq Ñan Camino Patrimonio Mundial Imbabura | | | | | | |
| Asociación con otros Patrimonios | <i>Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| | <i>Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | | |
| | 4 | <i>Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km</i> | | | | | | |
| Accesibilidad | <i>Acceso por camino de tercer orden</i> | | | | | | | |
| | <i>Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | | |
| | 4 | <i>Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes</i> | | | | | | |

Fotografía

LAGUNA YAHUARCOCHA



FICHA ELABORADA POR: OG

Anexo 6 Tabla de catalogación de Lugares de Interés Geológico

|  GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR | | PLAN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, CONSERVACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO MINERO INVENTARIO ECUATORIANO DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO - TABLA DE CATALOGACIÓN | | | | | | | | | | |  INIGEMM Instituto Nacional de Investigación Geológica y Minería del Ecuador | | | |
|--|--------------|---|--------------|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|-------------|-------------|--------------------|-------|--|------------|-----------|-------|
| LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | | TIPO DE INTERÉS GEOLÓGICO POR SU CONTENIDO | | | | | | | | | | | TIPO DE INTERÉS POR SU UTILIZACIÓN | | | |
| Nº | DENOMINACIÓN | ESTRATIGRÁFICO | SEDIMENTARIO | PALEONTOLÓGICO | PETROGRÁFICO | VULCANOLÓGICO | GEOMORFOLÓGICO | MINERALÓGICO | ESTRUCTURAL | HIDROLÓGICO | INDICIOS MINERALES | OTROS | CIENTÍFICO | RECREATIVO | DIDÁCTICO | GRADO |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GRADO DE INTERÉS | | ● ALTO ● MEDIO ● BAJO | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: INIGEMM (2013)

Anexo 7 Tabla criterio valoración de interés científico, didáctico y recreativo

Anexo 7.1 Tabla criterio de valoración – Lago San Pablo

| LAGO SAN PABLO | | | | | |
|--|--------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| PARÁMETROS | Interés a valorar | Científico | Didáctico | Recreativo | |
| | Puntos | Pesos | Pesos | Pesos | Total |
| REPRESENTATIVIDAD | | | | | |
| Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico | 1 | X15 | X3 | X0 | 18 |
| Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| CARÁCTER DE LOCALIDAD TIPO | | | | | |
| Localidad de referencia nacional | 1 | X7 | X2 | X0 | 9 |
| Localidad de referencia internacional | | X7 | X2 | X0 | |
| Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES | | X7 | X2 | X0 | |
| GRADO DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL LUGAR | | | | | |
| Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales | | X9 | X0 | X0 | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales | 2 | X9 | X0 | X0 | 18 |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta algún deterioro que impide observar características de interés (falta de algunos elementos geológicos y/o presenta elementos que enmascara el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta mediana conservación que no impide observar las características esenciales de interés (presente elementos que no enmascaran totalmente el rasgo geológico) | 2 | X7 | X2 | X0 | 18 |
| Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características esenciales de interés (No cuenta con ningún elemento que deteriore o enmascare el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| RAREZA | | | | | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel regional. | 1 | X8 | X2 | X0 | 10 |
| Único rasgo geológico conocido a nivel nacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel internacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| DIVERSIDAD | | | | | |
| Presenta otro tipo de interés geológico, a parte del principal pero este no es relevante | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta dos tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | 4 | X7 | X2 | X0 | 36 |

| ESPECTACULARIDAD O BELLEZA | | | | | |
|--|---|----|----|----|------------|
| Relieve paisajístico único o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | | X0 | X2 | X4 | |
| Coincidencia de dos de estas características | 2 | X0 | X2 | X4 | 12 |
| Presencia de restos fósiles y minerales | | X0 | X2 | X4 | |
| CONDICIONES DE OBSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X3 | |
| Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar | | X7 | X2 | X3 | |
| Se aprecian las características de interés del lugar | 4 | X7 | X2 | X3 | 48 |
| ASOCIACIÓN A OTROS PATRIMONIOS | | | | | |
| Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km | 4 | X0 | X2 | X3 | 20 |
| CONTENIDO DIDÁCTICO | | | | | |
| Ilustra contenidos curriculares universitarios | | X0 | X3 | X0 | |
| Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo | | X0 | X3 | X0 | |
| Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas | 4 | X0 | X3 | X0 | 12 |
| CONTENIDO DIVULGATIVO | | | | | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cierto nivel educativo. | | X0 | X0 | X4 | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cualquier nivel educativo sobre la importancia o utilidad de la geología | | X0 | X0 | X4 | |
| Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas | 4 | X0 | X0 | X4 | 16 |
| POSIBLES ACTIVIDADES A REALIZARSE | | | | | |
| Es posible realizar una actividad turística o recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Es posible realizar actividades turística y recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Se organizan habitualmente actividades turísticas y recreativas | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| ACCESIBILIDAD | | | | | |
| Acceso por camino de tercer orden | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| SUMAS | | | | | 241 |

Anexo 7.2 Tabla criterio de valoración – Cascada Peguche

| CASCADA PEGUCHE | | | | | |
|--|--------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| PARÁMETROS | Interés a valorar | Científico | Didáctico | Recreativo | |
| | Puntos | Pesos | Pesos | Pesos | Total |
| REPRESENTATIVIDAD | | | | | |
| Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico | 1 | X15 | X3 | X0 | 18 |
| Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| CARÁCTER DE LOCALIDAD TIPO | | | | | |
| Localidad de referencia nacional | 1 | X7 | X2 | X0 | 9 |
| Localidad de referencia internacional | | X7 | X2 | X0 | |
| Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES | | X7 | X2 | X0 | |
| GRADO DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL LUGAR | | | | | |
| Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales | 1 | X9 | X0 | X0 | 9 |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta algún deterioro que impide observar características de interés (falta de algunos elementos geológicos y/o presenta elementos que enmascara el rasgo geológico) | 1 | X7 | X2 | X0 | 9 |
| Presenta mediana conservación que no impide observar las características esenciales de interés (presente elementos que no enmascaran totalmente el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características esenciales de interés (No cuenta con ningún elemento que deteriore o enmascare el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| RAREZA | | | | | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel regional. | 1 | X8 | X2 | X0 | 10 |
| Único rasgo geológico conocido a nivel nacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel internacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| DIVERSIDAD | | | | | |
| Presenta otro tipo de interés geológico, a parte del principal pero este no es relevante | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta dos tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | 2 | X7 | X2 | X0 | 18 |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X0 | |
| ESPECTACULARIDAD O BELLEZA | | | | | |
| Relieve paisajístico único o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | 1 | X0 | X2 | X4 | 6 |

| | | | | | |
|--|---|----|----|----|------------|
| Coincidencia de dos de estas características | | X0 | X2 | X4 | |
| Presencia de restos fósiles y minerales | | X0 | X2 | X4 | |
| CONDICIONES DE OBSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X3 | |
| Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar | 2 | X7 | X2 | X3 | 24 |
| Se aprecian las características de interés del lugar | | X7 | X2 | X3 | |
| ASOCIACIÓN A OTROS PATRIMONIOS | | | | | |
| Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | 2 | X0 | X2 | X3 | 10 |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| CONTENIDO DIDÁCTICO | | | | | |
| Ilustra contenidos curriculares universitarios | | X0 | X3 | X0 | |
| Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo | 2 | X0 | X3 | X0 | 6 |
| Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas | | X0 | X3 | X0 | |
| CONTENIDO DIVULGATIVO | | | | | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cierto nivel educativo. | 1 | X0 | X0 | X4 | 4 |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cualquier nivel educativo sobre la importancia o utilidad de la geología | | X0 | X0 | X4 | |
| Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas | | X0 | X0 | X4 | |
| POSIBLES ACTIVIDADES A REALIZARSE | | | | | |
| Es posible realizar una actividad turística o recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Es posible realizar actividades turística y recreativa | 2 | X0 | X0 | X3 | 6 |
| Se organizan habitualmente actividades turísticas y recreativas | | X0 | X0 | X3 | |
| ACCESIBILIDAD | | | | | |
| Acceso por camino de tercer orden | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| SUMAS | | | | | 141 |

Anexo 7.3 Tabla criterio de valoración – Laguna Cuicocha

| LAGUNA CUICOCHA | | | | | |
|--|--------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| PARÁMETROS | Interés a valorar | Científico | Didáctico | Recreativo | |
| | Puntos | Pesos | Pesos | Pesos | Total |
| REPRESENTATIVIDAD | | | | | |
| Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico | 2 | X15 | X3 | X0 | 36 |
| Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| CARÁCTER DE LOCALIDAD TIPO | | | | | |
| Localidad de referencia nacional | 1 | X7 | X2 | X0 | 9 |
| Localidad de referencia internacional | | X7 | X2 | X0 | |
| Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES | | X7 | X2 | X0 | |
| GRADO DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL LUGAR | | | | | |
| Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales | | X9 | X0 | X0 | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales | 4 | X9 | X0 | X0 | 36 |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta algún deterioro que impide observar características de interés (falta de algunos elementos geológicos y/o presenta elementos que enmascara el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta mediana conservación que no impide observar las características esenciales de interés (presente elementos que no enmascaran totalmente el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características esenciales de interés (No cuenta con ningún elemento que deteriore o enmascare el rasgo geológico) | 4 | X7 | X2 | X0 | 36 |
| RAREZA | | | | | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel regional. | 1 | X8 | X2 | X0 | 10 |
| Único rasgo geológico conocido a nivel nacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel internacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| DIVERSIDAD | | | | | |
| Presenta otro tipo de interés geológico, a parte del principal pero este no es relevante | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta dos tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | 4 | X7 | X2 | X0 | 36 |
| ESPECTACULARIDAD O BELLEZA | | | | | |
| Relieve paisajístico único o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | | X0 | X2 | X4 | |

| | | | | | |
|--|---|----|----|----|------------|
| Coincidencia de dos de estas características | 2 | X0 | X2 | X4 | 12 |
| Presencia de restos fósiles y minerales | | X0 | X2 | X4 | |
| CONDICIONES DE OBSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X3 | |
| Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar | | X7 | X2 | X3 | |
| Se aprecian las características de interés del lugar | 4 | X7 | X2 | X3 | 48 |
| ASOCIACIÓN A OTROS PATRIMONIOS | | | | | |
| Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | 2 | X0 | X2 | X3 | 10 |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km | 4 | X0 | X2 | X3 | 20 |
| CONTENIDO DIDÁCTICO | | | | | |
| Ilustra contenidos curriculares universitarios | 1 | X0 | X3 | X0 | 3 |
| Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo | | X0 | X3 | X0 | |
| Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas | 4 | X0 | X3 | X0 | 12 |
| CONTENIDO DIVULGATIVO | | | | | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cierto nivel educativo. | | X0 | X0 | X4 | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cualquier nivel educativo sobre la importancia o utilidad de la geología | 2 | X0 | X0 | X4 | 8 |
| Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas | 4 | X0 | X0 | X4 | 16 |
| POSIBLES ACTIVIDADES A REALIZARSE | | | | | |
| Es posible realizar una actividad turística o recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Es posible realizar actividades turística y recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Se organizan habitualmente actividades turísticas y recreativas | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| ACCESIBILIDAD | | | | | |
| Acceso por camino de tercer orden | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| SUMAS | | | | | 316 |

Anexo 7.4 Tabla criterio de valoración – Laguna Yahuarcocha

| LAGUNA YAHUARCOCHA | | | | | |
|--|--------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| PARÁMETROS | Interés a valorar | Científico | Didáctico | Recreativo | |
| | Puntos | Pesos | Pesos | Pesos | Total |
| REPRESENTATIVIDAD | | | | | |
| Considerado como un ejemplo para representar parcialmente un proceso geológico | 1 | X15 | X3 | X0 | 18 |
| Considerado como un ejemplo para representar en totalidad un proceso geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| Considerado como el mejor ejemplo para representar a nivel de dominio geológico | | X15 | X3 | X0 | |
| CARÁCTER DE LOCALIDAD TIPO | | | | | |
| Localidad de referencia nacional | | X7 | X2 | X0 | |
| Localidad de referencia internacional | 2 | X7 | X2 | X0 | 18 |
| Localidad de referencia a nivel de IUGS-GLOBAL GEOSITES | | X7 | X2 | X0 | |
| GRADO DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO DEL LUGAR | | | | | |
| Existen trabajos publicados y/o tesis doctorales | 1 | X9 | X0 | X0 | 9 |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas nacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| Existen trabajos por grupos científicos como objeto de tesis doctorales y trabajos publicados en revistas científicas internacionales | | X9 | X0 | X0 | |
| ESTADO DE CONSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta algún deterioro que impide observar características de interés (falta de algunos elementos geológicos y/o presenta elementos que enmascara el rasgo geológico) | 1 | X7 | X2 | X0 | 9 |
| Presenta mediana conservación que no impide observar las características esenciales de interés (presente elementos que no enmascaran totalmente el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta buena conservación que permite observar íntegramente las características esenciales de interés (No cuenta con ningún elemento que deteriore o enmascare el rasgo geológico) | | X7 | X2 | X0 | |
| RAREZA | | | | | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel regional. | | X8 | X2 | X0 | |
| Único rasgo geológico conocido a nivel nacional. | 2 | X8 | X2 | X0 | 20 |
| Único rasgo geológico conocido a nivel internacional. | | X8 | X2 | X0 | |
| DIVERSIDAD | | | | | |
| Presenta otro tipo de interés geológico, a parte del principal pero este no es relevante | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta dos tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X0 | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | 4 | X7 | X2 | X0 | 36 |
| ESPECTACULARIDAD O BELLEZA | | | | | |
| Relieve paisajístico único o bien cursos fluviales caudalosos/grandes láminas de agua (o hielo) | | X0 | X2 | X4 | |

| | | | | | |
|--|---|----|----|----|------------|
| Coincidencia de dos de estas características | 2 | X0 | X2 | X4 | 12 |
| Presencia de restos fósiles y minerales | | X0 | X2 | X4 | |
| CONDICIONES DE OBSERVACIÓN | | | | | |
| Presenta tres o más tipos de Interés geológico relevantes a parte del principal | | X7 | X2 | X3 | |
| Algún elemento que dificultan apreciar las características de interés del lugar | 2 | X7 | X2 | X3 | 18 |
| Se aprecian las características de interés del lugar | | X7 | X2 | X3 | |
| ASOCIACIÓN A OTROS PATRIMONIOS | | | | | |
| Presencia de único solo elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elemento de valor patrimonial natural o cultural en un radio de 5 km | | X0 | X2 | X3 | |
| Presencia de varios elementos de valor patrimonial natural como del cultural en un radio de 5 km | 4 | X0 | X2 | X3 | 20 |
| CONTENIDO DIDÁCTICO | | | | | |
| Ilustra contenidos curriculares universitarios | | X0 | X3 | X0 | |
| Ilustra contenidos curriculares de cualquier nivel del sistema educativo | 2 | X0 | X3 | X0 | 6 |
| Está siendo utilizado por actividades didácticas educativas | 4 | X0 | X3 | X0 | 12 |
| CONTENIDO DIVULGATIVO | | | | | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cierto nivel educativo. | | X0 | X0 | X4 | |
| Ilustra de manera clara y expresiva a grupos de cualquier nivel educativo sobre la importancia o utilidad de la geología | 2 | X0 | X0 | X4 | 8 |
| Está siendo utilizado habitualmente para actividades divulgativas | 4 | X0 | X0 | X4 | 16 |
| POSIBLES ACTIVIDADES A REALIZARSE | | | | | |
| Es posible realizar una actividad turística o recreativa | | X0 | X0 | X3 | |
| Es posible realizar actividades turística y recreativa | 2 | X0 | X0 | X3 | 6 |
| Se organizan habitualmente actividades turísticas y recreativas | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| ACCESIBILIDAD | | | | | |
| Acceso por camino de tercer orden | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de segundo orden con parqueo para visitantes | | X0 | X0 | X3 | |
| Acceso por carretera de primer orden con parqueo para visitantes | 4 | X0 | X0 | X3 | 12 |
| SUMAS | | | | | 232 |

Anexo 8 Matriz de coherencia

| VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|--|--|---|---|--|---|
| CONTEXTO (1) | PROBLEMA(2) | TEMA (3) | OBJETIVO GENERAL(4) | OBJETIVOS ESPECIFICOS(5) | PREGUNTAS DIRECTRICES.(6) | MARCO TEORICO (8) | METODOLOGIA(7) | RESULTADOS ESPERADOS (9) | |
| La UNESCO (2006) Convención Mundial Cultural y Natural, Patrimonio Geológico | Inexistencia de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas, direccionado a actividades de carácter investigativo, educativo o recreacional, base para trabajos investigativos | VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS HIDROLÓGICO EN LA CUENCA DEL RÍO AMBI, PROVINCIA DE IMBABURA-ECUADOR | Valorar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi de la provincia de Imbabura orientado a la gestión del recurso hídrico. | Caracterizar las variables hidrológicas de la cuenca del río Ambi | Cuáles son las variables hidrológicas a considerar para realizar el levantamiento de la línea base de la cuenca? | - Cuenca Hidrográfica - Características físicas de la cuenca hidrográfica - Hidrología | Análisis documental y de contenido (Arc Gis 10.3 - Excel 2013) | Mapas temáticos de las variables hidrológicas | |
| Constitución de la República del Ecuador (2008), Título VII Régimen del Buen Vivir, Capítulo tercero Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección tercera Patrimonio natural y ecosistemas | Ausencia de una línea base de información sobre sitios de importante valoración hídrica para proyectos como, el Geoparque en la provincia de Imbabura. | | | Valorar con criterio científico, didáctico y recreativo con base en la importancia los Lugares de Interés Hidrológico. | Qué parámetros se consideran para asignar la importancia a los Lugares de Interés Hidrológico? | - Inventario y catalogación de Lugares de Interés Geológico. - Inventario y catalogación de Lugares de Interés Geológico INIGEMM (2013). | - Reconocimiento y verificación en campo. - Caracterización Geológica Especializada. - Listado de posibles LIG's. | Metodología de inventario, catalogación y clasificación de LIG's, establecido por el INIGEMM (2013). - Valoración de LHG. - Inventario de LIG catalogados. | Ficha de valoración y catalogación de Lugares de interés Geológico. |
| Constitución de la República del Ecuador (2008), donde se establece el manejo integral de los recursos hídricos, Título I Elementos Constitutivos del Estado, Capítulo segundo Biodiversidad y recursos naturales, Sección sexta Agua | La zona norte del Ecuador no posee un registro de inventario de LIH's, que permita clasificar y valorar los espacios hídricos. | | | Catalogar los Lugares de Interés Hidrológico en la cuenca del río Ambi. | Cuáles son los Lugares de Interés Hidrológico identificados en la cuenca del río Ambi? | | | | |
| Ley orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua (2014), Título I Disposiciones Preliminares, Capítulo I de los principios, garantiza la gestión del recurso hídrico. | | | | Plantear la puesta en valor de los Lugares de Interés Hidrológico de la cuenca del río Ambi. | Cuál es el contenido de la puesta en valor de los LIH de la cuenca del río Ambi? | - Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas | Observación estructurada | | |