

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

“PROPUESTA GEOPARQUE RUTA DEL ORO BASADA EN
ESPECIFICACIONES UNESCO: ASPECTOS GEOLÓGICOS.
PROVINCIA DE EL ORO, ECUADOR”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Geología

Presentado por:

Geanella Mishel Herrera Narváez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

El presente proyecto se lo dedico a tres grandes mujeres en mi vida que son mi ejemplo y motivo para seguir creciendo profesionalmente. Mi madre Mariana Narváez, quien con su amor y esfuerzo me ayudó a alcanzar uno más de mis sueños, mi abuelita Rosita Jiménez por su cariño y motivación para lograr esta meta y a mi hermana Ariana Herrera por su apoyo incondicional.

A mi provincia El Oro, quien me vio crecer y deseo que crezca también para un mejor desarrollo.

Y a todos mis amigos y familiares que de alguna manera vieron en mí el potencial que me caracteriza como persona y profesional.

“Los sueños se cumplen si se trabaja por ellos”.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a Dios por haberme dado salud y sabiduría para culminar este proyecto. A mi madre, sin ella no hubiera sido posible llegar hasta aquí.

A mi tutor de ESPOL Dr. Paúl Carrión por creer en mí e iniciarme en el mundo de la investigación. A mi co-tutor Dr. Fernando Morante y al Ing. Martín Maldonado por su apoyo y guía en campo.

A mis tutores internacionales María José Domínguez de la Universidad de Oviedo (UNIOVI) y Edgar Berrezueta del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) por su acogida y enseñanza en aspectos didácticos y científicos para este trabajo.

A la prefectura de El Oro y GADs municipales de Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla, por su interés en esta iniciativa y apoyarme en la movilización en campo. A la empresa BIRA S.A. y al Museo Magner Turner por abrirme las puertas de sus geositos. De manera especial al Club Rotario de Zaruma, por

siempre brindarme su apoyo en el desarrollo de talleres y foros para impulsar a la comunidad.

Al geoparque mundial de la UNESCO “Montañas do Courel” en España por su asesoría personal y acogida en su territorio para preparar esta propuesta del proyecto.

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Geanella Mishel Herrera Narváez* y doy mi consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Geanella Mishel Herrera Narváez

EVALUADORES

.....
M.Sc. David Altamirano

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Ing. Paúl Carrión Mero, PhD.

PROFESOR TUTOR ESPOL

.....
Lcda. María José Domínguez Cuesta, PhD.

PROFESORA TUTORA UNIOVI

RESUMEN

El proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, ubicado en la parte alta de la provincia de El Oro, en Ecuador, se plantea como una alternativa a la problemática diversa que desafía el distrito minero Zaruma-Portovelo. Ruta del Oro pertenece al Comité Ecuatoriano de Geoparques, pero no cuenta con una propuesta Dossier base para presentar su candidatura de Geoparque ante la UNESCO. El objetivo de este trabajo es elaborar una propuesta referencial del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, siguiendo las especificaciones UNESCO para el desarrollo sostenible de los cantones de Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla. La metodología de estudio comprende i) revisión bibliográfica y diagnóstico de geositios; ii) selección de 9 geositios y 2 sitios mineros para caracterización y homogenización de información geológica; iii) valoración y análisis de los geositios por método IELIG y iv) planteamiento de un modelo de estrategias DAFO de geoconservación de los lugares de interés. Los resultados indican una alta potencialidad de los elementos de geodiversidad en los geositios valorados y se sugiere una nueva reclasificación de los geositios del inventario. Además, el estudio realizado pone de manifiesto la necesidad de aplicar estrategias de acción con el fin de facilitar la compatibilidad del aprovechamiento del patrimonio geológico con las actividades productivas actuales.

Palabras Clave: Geoturismo, Geositios, Proyecto Geoparque Ruta del Oro, Geoconservación, Desarrollo sostenible.

ABSTRACT

The “Ruta del Oro Geopark” project, located in the upper part of the province of El Oro, in Ecuador, is proposed as an alternative to the diverse problems that the Zaruma-Portovelo mining district challenges. Ruta del Oro belongs to the Ecuadorian Geoparks Committee, but it does not have a base Dossier proposal to present its Geopark candidacy to UNESCO. The objective of this work is to elaborate a referential proposal of the project "Geoparque Ruta del Oro", following the UNESCO specifications for the sustainable development of the cantons of Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa and Chilla. The study methodology includes i) bibliographic review and diagnosis of geosites; ii) selection of 9 geosites and 2 mining sites for characterization and homogenization of geological information; iii) assessment and analysis of geosites using the IELIG method and iv) proposal of a model of SWOT strategies for geoconservation of places of interest. The results indicate a high potential of the geodiversity elements in the valued geosites and a new reclassification of the inventory geosites is suggested. In addition, the study carried out highlights the need to apply action strategies to facilitate the compatibility of the use of geological heritage with current productive activities.

Keywords: Geotourism, Geosites, Ruta del Oro Geopark Project, Geoconservation, Sustainable development.

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	VI
RESUMEN	VII
<i>ABSTRACT</i>	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS	XI
SIMBOLOGÍA	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
CAPÍTULO 1	1
1. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Descripción del problema	6
1.3 Justificación del problema.....	7
1.4 Objetivos.....	10
1.4.1 Objetivo General	10
1.4.2 Objetivos Específicos	11
CAPÍTULO 2.....	12
2. Área de Estudio.....	12
2.1 Contexto Geográfico	12
2.2 Marco Geológico.....	13
2.2.1 Geología Regional.....	13
2.2.2 Geología Local y Mineralizaciones	15
2.3 Contexto Social, Económico y Ambiental	18
CAPÍTULO 3.....	21
3. Metodología	21

3.1	Fase I: Recopilación de información bibliográfica y diagnóstico de geositios inventariados en la zona.....	22
3.2	Fase II: Selección y caracterización de geositios representativos de los GADs cantonales.....	23
3.3	Fase III: Valoración y análisis de geositios por método IELIG.....	25
3.4	Fase IV: Modelo de geoconservación de geositios y propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.....	27
	CAPÍTULO 4.....	31
4.	Resultados y Análisis.....	31
4.1	Fase I: Diagnóstico preliminar del patrimonio geológico.....	31
4.2	Fase II: Caracterización y homogenización de información geológica.....	38
4.3	Fase III: Valoración y análisis de geositios por método IELIG.....	40
4.4	Fase IV: Modelo de estrategias DAFO de geoconservación de geositios y propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.....	50
4.4.1	Estrategias DAFO de geoconservación de los geositios.....	56
4.4.2	Propuesta del proyecto Geoparque Ruta del Oro.....	59
4.5	Análisis de costos.....	60
	CAPÍTULO 5.....	62
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	62
5.1	Conclusiones.....	62
5.2	Recomendaciones.....	63
	BIBLIOGRAFÍA.....	66
	APÉNDICES.....	75

ABREVIATURAS

A _N	Amenazas naturales
ARCOM	Agencia de Regulación y Control Minero
CIPAT	Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra
CMO	Complejo Metamórfico El Oro
DAFO	Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades
E _F	Tamaño del LIG
Esp.	Específicos
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
F	Fragilidad
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas
F _p	Figura de protección
GAD	Gobierno Autónomo Descentralizado
GADs	Gobiernos Autónomos Descentralizados
Gen.	Generales
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IELIG	Inventario Español de Lugares de Interés Geológico
IGME	Instituto Geológico y Minero de España
IIGE	Instituto de Investigación Geológico y Energético
MDT	Modelo Digital del Terreno
MINTUR	Ministerio de Turismo
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
P _C	Peso científico
P _D	Peso didáctico
PP	Prioridad de protección
Priv.	Privado
P _T	Peso turístico-recreacional
Pub.	Público
PV _A	Peso de vulnerabilidad antrópica
R. Geol.	Relevancia geológica

RD	Riesgo de Degradación
R _{DA}	Riesgo de Degradación Antrópico
R _{DAC}	Riesgo de Degradación Antrópico Científico
R _{DAD}	Riesgo de Degradación Antrópico Didáctico
R _{DAT}	Riesgo de Degradación Antrópico Turístico
R _{DN}	Riesgo de Degradación Natural
R _{DNC}	Riesgo de Degradación Natural Científico
R _{DND}	Riesgo de Degradación Natural Didáctico
R _{DNT}	Riesgo de Degradación Natural Turístico
Rf	Registro fotográfico
S	Señalización
SADCO	South American Development Company
SbN	Soluciones Basadas en la Naturaleza
SD	Susceptibilidad de Degradación
S _{DA}	Susceptibilidad de Degradación Antrópica
S _{DN}	Susceptibilidad de Degradación Natural
SIG	Sistema de Información Geográfica
Ubic.	Ubicación
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNIOVI	Universidad de Oviedo
UTM	Universal transversal de Mercator
Val.	Valoración
V _C	Valor científico
V _D	Valor didáctico
V _G	Valor global
V _T	Valor turístico
V _{UA}	Vulnerabilidad antrópica
V _{UAG}	Vulnerabilidad antrópica general
V _{UN}	Vulnerabilidad natural
WGS84	Sistema Geodésico Mundial 1984

SIMBOLOGÍA

%	Por ciento
*	Sitios de interés minero
.shp	Shapefile
°	Grado sexagesimal
°C	Grado Celsius
✓	Cumple
Ag	Plata
Au	Oro
cm	Centímetro
Cu	Cobre
E	Este
E-O	Este-Oeste
ESE	Este-Sureste
km	Kilómetros
m	Metro
m.s.n.m.	Metros sobre nivel del mar
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
N	Norte
NE	Noreste
NNE	Norte-Noreste
NO	Noroeste
N-S	Norte-Sur
O	Oeste
ONO	Oeste-Noroeste
Pb	Plomo
ppi	Píxeles por pulgada
S	Sur
SO	Suroeste
SSO	Sur-Suroeste
Zn	Zinc

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Conceptos relacionados con la geoconservación. Tomado de [Andrasanu, 2006].	3
Figura 1.2 Iniciativas de protección y uso del patrimonio geológico (geoparques, iniciativas de geoparques, proyectos de geoparques y rutas o itinerarios geológicos) en Ecuador. Tomado de [Berrezueta et al., 2021a].	4
Figura 1.3 Esquema de la problemática, consecuencia y solución del proyecto.	7
Figura 2.1 Ubicación del área de estudio del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	12
Figura 2.2 Mapa geológico simplificado del Ecuador y el norte de Perú. Recuperado de [Riel et al., 2014] y modificado después de [Chew et al., 2007].	13
Figura 2.3 Mapa geológico del territorio del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro”. Adaptado de [IIGE, 2019; Oliva González et al., 2017].	17
Figura 3.1 Metodología aplicada en el proyecto.	21
Figura 4.1 Mapa de ubicación de los geositos y sitios mineros seleccionados en este trabajo.	42
Figura 4.2 Geosito Cascada La Florida inventariado en el área de estudio. (a) y (b) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación. (c) Vista teleobjetivo.	44
Figura 4.3 Geosito Laguna de Chillacocha inventariado en el área de estudio. (a) Fotografía aérea obtenida de Google Earth en 2016. (b) y (c) Vistas angulares a diferente distancia focal y ampliación.	45
Figura 4.4 Geosito Aguas termales de Ashigsho inventariado en el área de estudio. (a) y (b) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación. (c) Vista teleobjetivo.	47
Figura 4.5 Geosito Cascada Daucay inventariado en el área de estudio. (a), (b) y (c) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación.	48
Figura 4.6 Geosito Cascada San Juan de Cerro Azul inventariado en el área de estudio. (a), (b) y (c) Vistas angulares a diferente distancia focal y ampliación.	49
Figura 4.7 Deslizamientos en el Cerro El Calvario (G6). (a) Ubicación del geosito en zona de exclusión minera. (b) Cerro sin presencia de deslizamiento en 2014. Fuente: Google Earth. (c) y (d) Cerro con presencia de deslizamientos.	52

Figura 4.8 Pérdida del recurso hídrico en la laguna Chillacocha. (a) Laguna con tres cuerpos de agua en 1990. (b) Laguna en 2016. Fuente: Google Earth. (c) Laguna de un solo cuerpo en 2018.....	52
Figura 4.9 Infiltración del agua en Mina turística El Sexmo (G1). (a) Ubicación del sitio minero en zona de exclusión minera. (b) Bocamina de la mina El Sexmo. (c) Deslizamientos y presencia de acumulación de agua en superficie cerca del sitio. (d) Vista de galería dentro de la mina con presencia de agua.	53
Figura 4.10 Gráfica de densidad de Kernel sobre la valoración IELIG de los geositos y sitios mineros del proyecto Geoparque Ruta del Oro seleccionados en este trabajo....	55
Figura 4.11 Modelo de atril informativo para el acondicionamiento de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”. Obtenido de [Rull Signal, 2013]	61
Figura 5.1 Mapa de pendientes del territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” y los geositos y sitios mineros estudiados en este trabajo.....	75
Figura 5.2 Solicitud de autorización para salidas de equipos utilizados en campo.	76
Figura 5.3 Autorización de salida de equipos para las visitas de campo.	77
Figura 5.4 Resultados estadísticos de localización según el sector de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	78
Figura 5.5 Resultados estadísticos de ubicación exacta de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	78
Figura 5.6 Resultados estadísticos según estudios geológicos realizados en los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	79
Figura 5.7 Resultados estadísticos según muestreo geológico específicos en los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	79
Figura 5.8 Resultados estadísticos según interés geológico principal de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	80
Figura 5.9 Resultados estadísticos según valoraciones por método IELIG en los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	80
Figura 5.10 Resultados estadísticos según la relevancia geológica de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	81
Figura 5.11 Resultados estadísticos según registro fotográfico en los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	81
Figura 5.12 Resultados estadísticos según figura de protección de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.	82

Figura 5.13 Resultados estadísticos según señalización de los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”	82
Figura 5.14 Mapa de muestras recolectadas para estudio petrográfico macroscópico en los geositios visitados.....	92
Figura 5.15 Carta de justificación e importancia del proyecto Geoparque Ruta del Oro avalado por el comité científico del Geoparque Montañas de Courel.	93
Figura 5.16 Visita a un mirador o punto de observación y geositio Cerro La Cruz o “Pata grande” (Piñas).	94
Figura 5.17 Visita de campo y toma de datos en las Aguas termales de Ashigsho (Chilla).....	94
Figura 5.18 Recolección de muestras de roca para análisis macroscópico en la cascada Arcoíris (Portovelo).....	95
Figura 5.19 Entrevista al representante del grupo de Conservación “Rivera de los Vencejos” (Piñas).....	95
Figura 5.20 Entrevista a morador cerca del geositio Cascada Dauca y (Atahualpa).....	96
Figura 5.21 Visita de campo a la laguna Chillacocha (Chilla) con experto y personal de CIPAT-ESPOL	96
Figura 5.22 Visita de campo a la Cascada La Florida con el concejal de Piñas y representante de la comunidad.	96
Figura 5.23 Visita al Mirador Virgen de la Merced con concejal de Piñas.	97
Figura 5.24 Visita de campo a la Cascada Arcoíris con la vicealcaldesa de Portovelo y turistas.	97
Figura 5.25 Análisis macroscópico de muestras de roca en el laboratorio FICT-ESPOL.	98
Figura 5.26 Visita al Geoparque Mundial Montañas do Courel (Galicia, España).....	98
Figura 5.27 Entrevista de asesoramiento al comité del Geoparque Montañas do Courel.	98
Figura 5.28 Visita a geositios y entrevista técnica al coordinador científico del Geoparque Montañas do Courel.	99
Figura 5.29 Visita a las instalaciones del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (Oviedo, España).	99
Figura 5.30 Visita y entrevista a experto en patrimonio geológico y minero del IGME (Madrid, España).....	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Inventario de sitios de interés geológico (geositios y sitios mineros) del Proyecto Geoparque Ruta del Oro.	8
Tabla 3.1 Materiales y equipos utilizados en las visitas de campo.	23
Tabla 3.2 Planificación de campo a los geositios del proyecto	24
Tabla 3.3 Materiales y equipos utilizados en el laboratorio petrográfico.	24
Tabla 3.4 Resumen de parámetros y pesos utilizados para la evaluación del método IELIG. Basado en [García-Cortés et al., 2018].	26
Tabla 3.5 Rangos de clasificación de grado de interés geológico de los geositios y sitios mineros. Basado en [García-Cortés et al., 2018].....	27
Tabla 3.6 Rangos de susceptibilidad de degradación (SD), riesgo de degradación (RD) y prioridad de protección (PP) de los geositios y sitios mineros. Adaptado de [García-Cortés et al., 2018].....	29
Tabla 4.1 Diagnóstico de Inventario de Geositios y Sitios Mineros del Proyecto Geoparque Ruta del Oro. Ver Tabla 1.1 para encontrar relación Código ID con nombre del geositio o sitio minero.	34
Tabla 4.2 Diagnóstico simplificado del inventario de geositios y sitios mineros del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro” considerados en este estudio.	38
Tabla 4.3 Reconocimiento del tipo de roca presente en los geositios visitados del Proyecto Geoparque Ruta del Oro.	40
Tabla 4.4 Valoraciones según el tipo de interés y su valor global por método IELIG....	41
Tabla 4.5 Valoraciones de Susceptibilidad de Degradación, Riesgo de Degradación y Prioridad de Protección por método IELIG. Ver Tabla 1.1 para encontrar relación Código ID con nombre del geositio o sitio minero.....	50
Tabla 4.6 Modelo de estrategias DAFO de geoconservación del territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”	57
Tabla 4.7 Detalle de costos inicial presupuestado para el primer año.	60
Tabla 5.1 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio Cascada Arcoíris en Portovelo.	83
Tabla 5.2 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio Cascada La Florida en Piñas.	84
Tabla 5.3 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio Laguna Chillacocha en Chilla.	85

Tabla 5.4 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geosítio Aguas termales de Ashigsho en Chilla.	86
Tabla 5.5 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geosítio Cascada Dauca y en Atahualpa.	87
Tabla 5.6 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geosítio Cascada San Juan de Cerro Azul en Atahualpa.....	88
Tabla 5.7 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada Arcoíris en Portovelo.....	89
Tabla 5.8 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada La Florida en Piñas.	89
Tabla 5.9 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Laguna de Chillacocha en Chilla.....	90
Tabla 5.10 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Aguas termales de Ashigsho en Chilla.	90
Tabla 5.11 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada Dauca y en Atahualpa.....	91
Tabla 5.12 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada San Juan de Cerro Azul en Atahualpa.	91

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los geoparques mundiales de la UNESCO son zonas geográficas únicas y unificadas en las que se gestionan sitios y paisajes de importancia geológica internacional que tienen un patrimonio geológico por excelencia. Estos territorios guardan un concepto integral de protección, educación, turismo y son la base para el desarrollo local (Lama-Larenas et al., 2021). Los geoparques surgieron a principios de la década de los 90 en Europa, siendo sus principales socios fundadores Francia, Alemania, Grecia y España con la Red de Geoparques Europeos (European Geoparks Network, EGN). La UNESCO en el 2004 extendió este reconocimiento a nivel internacional con la Red mundial de espacios naturales y protegidos por la relevancia de su patrimonio geológico “Programa Global Geoparks Network” y el inventario del patrimonio geológico de relevancia mundial “Proyecto Global Geosites”, como iniciativas de geoconservación del patrimonio geológico (Carcavilla et al., 2014).

La geodiversidad de un territorio de geoparque se relaciona directamente con la geografía, paisaje, clima, cultura y economía de un territorio, aunque su estudio se centra en la variedad de elementos geológicos de un determinado lugar, incluidas rocas, minerales, fósiles, suelos, estructuras geológicas, formaciones geológicas y unidades geológicas que son producto y registro de la evolución de la Tierra (Rojas-López, 2005). Esta diversidad proviene de la propia naturaleza y de su entorno físico-geográfico, pero también involucra procesos sociales con la intervención del hombre y sus actividades desarrolladas durante la historia. Debido a esto, varios autores consideran la actividad post-minera (ej. minas abandonadas) y sus formas geológicas parte de la geodiversidad (Carrión-Mero et al., 2021a; Schuchová & Lenart, 2020).

La geodiversidad se subdivide de acuerdo con el valor que se le da al patrimonio geológico, sea éste in situ (patrimonio geológico inmueble) y ex situ (patrimonio geológico mueble). En este último, se consideran como patrimonio los elementos

que conforman el patrimonio geológico in situ (rocas, minerales, y fósiles), que han sido transportados a un museo o centro de interpretación (Cruz et al., 2021). La geodiversidad condiciona la biodiversidad de un territorio, siendo el patrimonio geológico parte del patrimonio natural que registra la memoria de nuestro planeta. El patrimonio geológico da valor a la geodiversidad, y es posible gestionar su conservación a través de los geoparques. El patrimonio minero en relación a los Geoparques Mineros está ligado al patrimonio geológico, siendo la minería considerada un recurso minero que debe ser valorado, de manera que para Mata Perelló & Costa (2014) se trata de entender que el uso del patrimonio minero existente es una nueva actividad minera.

Los lugares que poseen un patrimonio geológico notable son considerados lugares de interés geológico o geositios que forman parte de un geoparque (Mirari et al., 2020). Estos geositios poseen un conjunto de elementos geológicos con gran valor científico, didáctico y turístico (Carrión-Mero et al., 2018; Sumanapala et al., 2021). La geoconservación de estos lugares permite gestionar la geodiversidad, cuyo objetivo es la conservación de la naturaleza y la gestión sostenible de la tierra, y de esta manera se pueda integrar la geodiversidad en los planes de desarrollo sostenible de un territorio (Andrasanu, 2006).

El geoturismo es un ejemplo de sostenibilidad, ya que considera, a la geodiversidad como su principal atractivo en conjunto con el medio ambiente, la historia y cultura (Newsome et al., 2012). Además, el geoturismo ha alcanzado altos estándares de mejora en cuanto a la conservación de los ambientes naturales en armonía con la biodiversidad y geodiversidad del sector. También, contribuye a rescatar la identidad del sector y el bienestar de sus habitantes (Herrera-Franco et al., 2020a), promoviendo una cultura que vela por sus intereses socioeconómicos, pero que también muestra conciencia, sensibilidad y respeto por el medio ambiente (Dowling, 2011, 2013). Los conceptos de geoconservación se relacionan a la geodiversidad, patrimonio geológico, geoturismo, geoparques y geoeducación (Andrasanu, 2006) como se indica en la Figura 1.1.

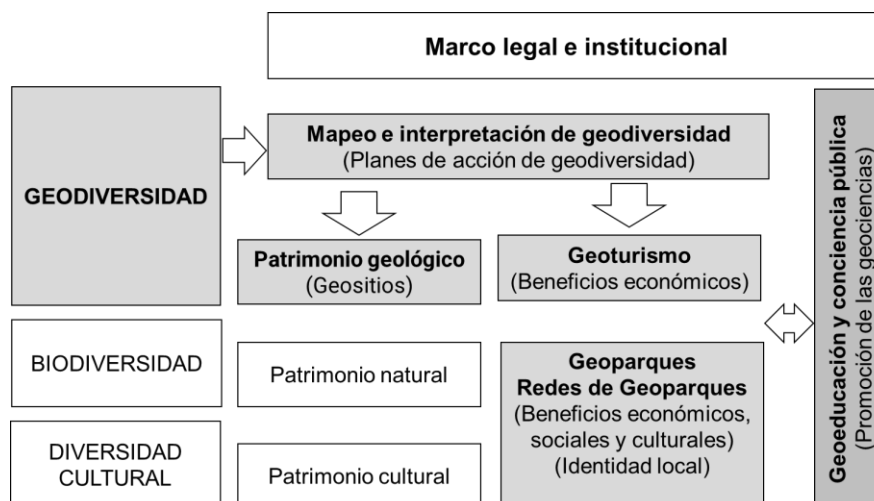


Figura 1.1 Conceptos relacionados con la geoconservación.
Tomado de [Andrasanu, 2006].

En Ecuador, las iniciativas de geoparques fueron creadas como medidas de exploración y protección del patrimonio geológico. Un resumen de la recopilación realizada por Berrezueta et al (2021a) sobre las iniciativas de patrimonio geológico en Ecuador, se presenta a continuación.

Actualmente, Ecuador cuenta con el primer geoparque denominado “Geoparque Imbabura”, ubicado en la provincia del mismo nombre. Tiene 55 geositios y fue declarado por la UNESCO en el 2019. Su principal atractivo son los complejos volcánicos, lagunas y sitio de interés hidrotermal como Mojanda Fuya Fuya, Cuicocha y Chachimbiro, respectivamente (Arellano-Guerrón et al., 2019). Existen dos aspirantes a geoparques como el proyecto “Geoparque Napo-Sumaco”, ubicado en la cuenca hidrográfica del Río Amazonas (provincia de Napo), que cuenta con 15 geositios valorados, siendo sus principales intereses el volcán Sumaco y los relieves kársticos subterráneos de la región subandina y amazónica. Y el proyecto “Geoparque Volcán Tungurahua”, que une las provincias de Tungurahua y Chimborazo, registrándose 32 geositios, donde predomina el interés volcánico.

Otros proyectos de geoparques son: “Jama-Pedernales” en la provincia de Manabí que cuenta con 19 geositios aprobados, sobresaliendo la Reserva Ecológica Mache Chindul (REMACH). “Península Santa Elena”, ubicado en la provincia del mismo nombre y cuenta con 34 geositios de alto interés geológico.

“Bosque Petrificado Puyango” que comparte los territorios de los cantones Las Lajas (Provincia de El Oro) y Puyango-Alamor (Provincia de Loja), cuenta con 17 puntos de interés geológico dentro de su territorio, siendo el interés paleontológico que sobresale. “La mitad del mundo” en Quito, donde se destaca la actividad volcánica y lagunas glaciales, registrándose 15 geositos inventariados. “Galápagos” ubicado en las islas del mismo nombre, es un área protegida por la cantidad de fauna endémica existente. Su interés principal es el tectónico y de origen volcánico, considerado un punto caliente, y tiene 27 geositos inventariados. Por último, el proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, del cual se abordará este trabajo, está constituido por cinco cantones de la parte alta de la provincia de El Oro (Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla), que se iniciaron históricamente con el primer distrito minero del Ecuador denominado Zaruma-Portovelo.

En la Figura 1.2 se observan las iniciativas de protección y uso del patrimonio geológico en el Ecuador, tomada de Berrezueta et al (2021a).

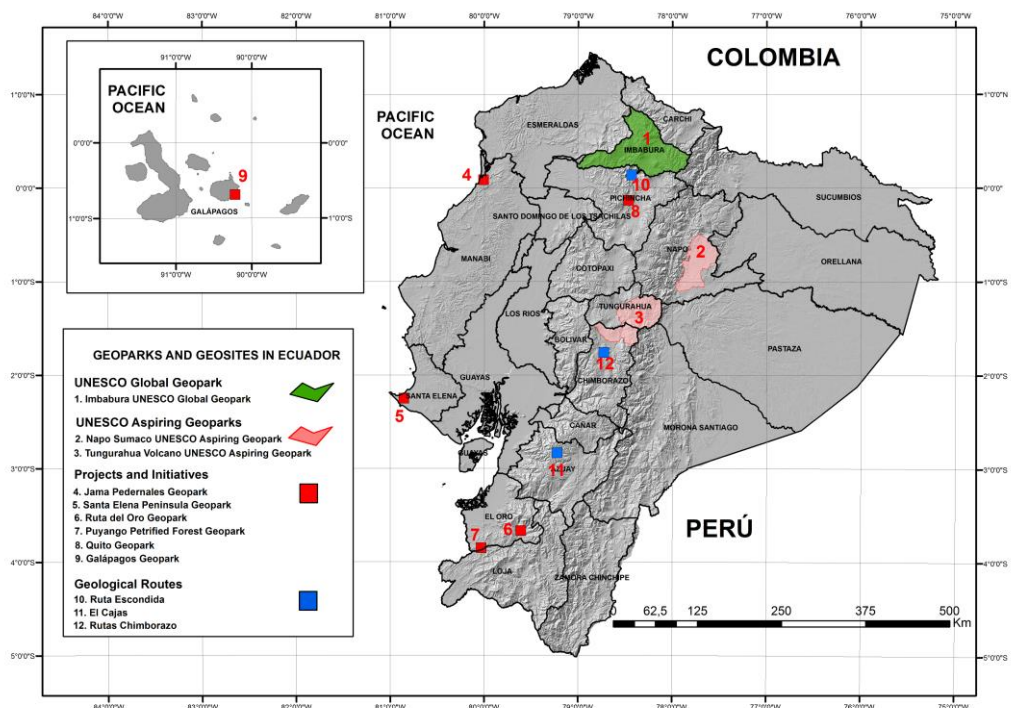


Figura 1.2 Iniciativas de protección y uso del patrimonio geológico (geoparques, iniciativas de geoparques, proyectos de geoparques y rutas o itinerarios geológicos) en Ecuador. Tomado de [Berrezueta et al., 2021a].

El proyecto geoparque Ruta del Oro cuenta con 50 geositorios y sitios mineros, de los cuales 30 se encuentran valorados en trabajos anteriores (Carrión-Mero et al., 2018, 2020; Herrera-Franco et al., 2020b; Turner-Carrión et al., 2021), destacándose la Mina Turística “El Sexmo”, por ser la única mina turística del Ecuador con observatorio de vetas en un yacimiento de oro.

Algunas actividades desarrolladas en torno al proyecto geoparque Ruta del Oro se ven reflejadas en rescatar el patrimonio cultural, histórico, geológico y minero como potencial geoturístico. Se han realizado talleres de geoturismo, foros virtuales de temas relacionados al patrimonio arqueológico, minería y geoparques, los cuales fueron desarrollados en conjunto con autoridades, representantes de la comunidad y propiedad privada. También, se han realizado talleres con el comité del proyecto geoparque en cuanto a la propuesta y valoración de sus geositorios. Cabe mencionar que, los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) provincial y cantonales se han comprometido a mejorar la infraestructura de los geositorios y su señalización. Además de apoyar a los grupos de conservación y concientizar a la población, de manera que el patrimonio pueda convertirse en una fuente económica sustentable. Otros trabajos realizados, son los aportes científicos, donde se han propuesto rutas geoturísticas que une a los diferentes poblados entorno a su patrimonio (Berrezueta-Alvarado, 2006; Carrión- Mero et al., 2018, 2021b; Villafuerte-Holguin & Barrazueta- Quevedo, 2005).

El proyecto de geoparque abordado, al igual que otros (Ballesteros et al., 2019; Ferraro et al., 2020; Herrera-Franco et al., 2020c), tiene su origen en la puesta en valor del patrimonio geológico y por medio de este: i) generar alternativas de desarrollo en el territorio donde se localiza, ii) incentivar la protección del patrimonio, y iii) favorecer el mantenimiento de la identidad de los pobladores (minería- cultura). Ruta del Oro tiene como objetivo alcanzar la declaratoria como Geoparque Mundial de la UNESCO, considerándose una solución integral de desarrollo local (Rodrigues et al., 2021). Pero, a pesar de alcanzar un valor de interés geológico alto en algunos de sus geositorios y sitios mineros ya valorados, no cuenta con un documento base del Dossier a presentar ante UNESCO, donde contenga un inventario detallado de los geositorios más relevantes por cada cantón.

1.2 Descripción del problema

El proyecto “Geoparque Ruta del Oro” representa la potencialidad y riqueza de la parte alta de la provincia de El Oro a través de varios lugares de interés geológico, minero, industrial, natural, gastronómico, arqueológico y cultural, que unen a los poblados de Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla. El origen de estos poblados está ligado a la minería para la explotación del oro, y que se ha mantenido a través de la historia (Carrillo-Cevallos, 2009; Turner-Carrión et al., 2021).

La propuesta “Geoparque Ruta del Oro”, a pesar de que fue adherido al Comité Ecuatoriano de Geoparques en el 2020, y que presenta altos valores en cuanto al interés geológico de algunos de sus geositos y sitios mineros, no ha desarrollado el documento de propuesta de forma definitiva. En concreto, el proyecto no cuenta con un documento base del Dossier desarrollado para presentar ante UNESCO en el que se incluya de forma detallada el inventario y la valoración del patrimonio geológico de los geositos más relevantes por cada cantón. Tanto el inventario como la valoración son documentos fundamentales para presentar a la UNESCO y poder optar al reconocimiento de Geoparque, por lo que la propuesta se encuentra incompleta. Esta problemática afecta a la comunidad de los cinco Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) y disminuye el potencial turístico de la zona (Lalanguí-Ramírez, 2021). En la Figura 1.3 se resume en un esquema la problemática abordada en este estudio.

¿Cómo se configura una estrategia sólida para elaborar una propuesta referencial del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” atendiendo las especificaciones UNESCO, que contemple lineamientos para el desarrollo sostenible de los cantones Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla?, ¿Cómo puede fomentarse un desarrollo sostenible en los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” siendo la actividad minera un factor prominente?

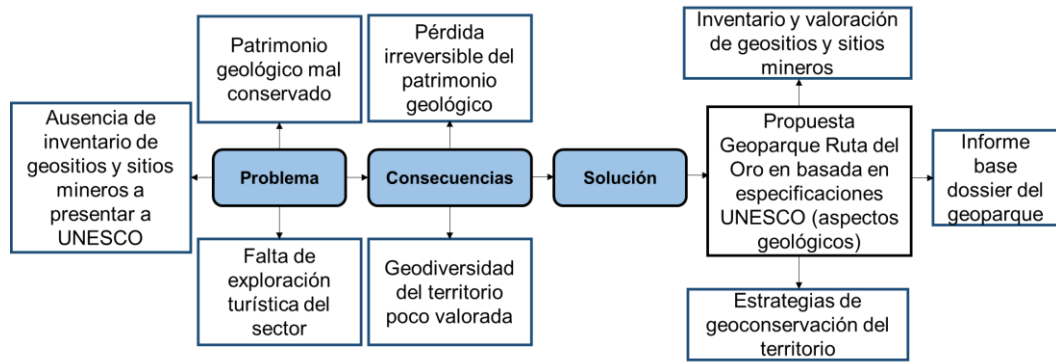


Figura 1.3 Esquema de la problemática, consecuencia y solución del proyecto.

1.3 Justificación del problema

En la historia minera del Ecuador, el distrito minero Zaruma-Portovelo ha generado varias fuentes de desarrollo económico para la provincia de El Oro y el país como lo hizo la empresa minera estadounidense South American Development Company (SADCO) (Paredes-Pozo, 2013). Además de la oportunidad para el desarrollo local, la actividad minera informal ha ocasionado la explotación indiscriminada del patrimonio geológico-minero (yacimientos de oro en zona de exclusión), una importante afección en el paisaje y también problemas geotécnicos importantes, como las inestabilidades del terreno (Aguilar-Aguilar et al., 2019) o los socavones aparecidos en el casco urbano en enero-febrero del 2017, septiembre del 2019 y julio-octubre-diciembre del 2021 (El Comercio, 2019, 2021; El Universo, 2017, 2021). Estos acontecimientos han ocasionado la inseguridad de sus habitantes y la pérdida del patrimonio cultural (casas patrimoniales). Por esto, las autoridades se han visto obligadas a buscar soluciones concretas que pongan fin a estos problemas y devolver la tranquilidad a sus habitantes y el disfrute de la geodiversidad y un paisaje minero en armonía con el medio ambiente.

La iniciativa del proyecto Geoparque Ruta del Oro nació de las problemáticas que enfrenta un territorio minero que posee un patrimonio geológico-minero notable y que ha trascendido en generaciones. El territorio de Ruta del Oro comprende áreas de importancia geológica y post-minera que han sufrido un notable deterioro debido a que no han sido puestas en valor.

El primer paso para poder presentar una candidatura de geoparque a la UNESCO es elaborar un Dossier que recoja el inventario y valoración de los sitios de relevancia geológica y minera de la zona. Los 50 geositos del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro” fueron recopilados de los trabajos científicos desarrollados en torno al proyecto de investigación registrado en ESPOL “Propuesta Geoparque Ruta del Oro y su incidencia en el desarrollo territorial con código CIPAT-02-2018 (Carrión-Mero et al., 2018, 2021b; Herrera-Franco et al., 2020b) y otros obtenidos de la Matriz de Inventario de Atractivos del Ministerio de Turismo (MINTUR, 2004) , los cuales se muestran en la Tabla 1.1. Estos lugares revelan el potencial y valor de la geodiversidad, biodiversidad y la diversidad cultural de la provincia como cascadas, lagunas, aguas termales cerros, minas turísticas y museos mineralógicos (Carrión-Mero et al., 2020; Turner-Carrión et al., 2021).

Además, con esta propuesta se completará la información geológica en un inventario de 9 geositos y 2 sitios mineros representativos que permitan poner en valor la importancia del patrimonio geológico existente, ya que conseguir la aceptación oficial de geoparque, garantiza el desarrollo sostenible del territorio.

Tabla 1.1 Inventario de sitios de interés geológico (geositos y sitios mineros) del Proyecto Geoparque Ruta del Oro.

Código	Cantón	Nombre del geosito/sitio minero	Referencia Bibliográfica
G1	Zaruma	Mina turística El Sexmo*	(Carrión-Mero et al., 2018; Herrera-Franco et al., 2020b)
G2		Museo municipal de Zaruma*	
G3		Minas antiguas de Miranda*	
G4		Mina Vizcaya*	
G5		Cerro Zaruma Urcu	(Carrión-Mero et al., 2018)
G6		Cerro El Calvario	
G7		Cerro de Arcos	
G8		Cordillera de Los Andes Vizcaya	
G9		Cascada de Guayquichuma	
G10		Laguna de Chinchilla	
G11		Río Salvias	
G12		Cascada El Molino	
G13		Cascada de Ortega	
G14		Cascada de Chaca-Capac	
G15		Colina de la Libertad	
G16		Cascada Chorro Blanco	
G17		Mina Minas Nuevas*	
G18		Museo Mineralógico Tesbita Ordoñez*	
G19		Cerro Chiva Turco	
G20	Portovelo	Aguas termales en Quebrada del Banco	(Carrión-Mero et al., 2018; Herrera-Franco et al., 2020b)
G21		Museo Mineralógico Magner Turner*	
G22		Antigua planta de beneficio SADCO*	

Código	Cantón	Nombre del geositio/sitio minero	Referencia Bibliográfica	
G23		Plantas de beneficio Vía Portovelo-Pache*	(Carrión-Mero et al., 2018)	
G24		Monumento al minero en Portovelo*		
G25		Cerro San José		
G26		Cascada Arcoíris		
G27		Casa antigua de los gerentes de la SADCO*		
G28		Cascada El Angel		
G29		Antigua planta hidroeléctrica El Pache*		(Herrera-Franco et al., 2020b)
G30		Molino Artesanal*		(Carrión-Mero et al., 2021b; Villafuerte-Holguin & Barrazueta-Quevedo, 2005)
G31		Cascada El Encanto		(MINTUR, 2004)
G32		Poza de amor		
G33	Piñas	Cerro de Cristo (La Cruz) o "Pata Grande"		
G34		Mirador Virgen de la Merced		
G35		Petroglifos San Jacinto		
G36		Cerro La Chuva		
G37		Cascada La Florida		
G38		Quebrada El Achiral		
G39		Chilla	Cascada del Río Lecher	
G40	Laguna de Chillacocha			
G41	Jardín del Río Pivir			
G42	Aguas termales de Ashigsho			
G43	Balneario Pejeyacu			
G44	Cerro Ventanas			
G45	Cerro Yayurco			
G46	Cerro Portete			
G47	Atahualpa	Cascada Dauca		
G48		Cascada San Juan de Cerro Azul		
G49		Cascada Cuchilla de Todos los Santos		
G50		Aguas termales de San José		

Sitios mineros*

El producto final es un documento referencial detallado que es la base para el Dossier que se entrega a UNESCO, guarda un orden y estructura para cumplir y fortalecer el mencionado trabajo. Contiene información general de los geositios estudiados respecto al valor geológico de los mismos y su potencial turístico para el desarrollo local.

Este proyecto obedece a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas (Naciones Unidas, 2018). En concreto, el ODS número 11 es "Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles". Además, se indica que el total de gastos públicos y privados per cápita son destinados a la preservación, protección y conservación de todo el patrimonio cultural y natural, desglosado por tipo de patrimonio (Naciones Unidas, 2018). En este objetivo se encuentra la preservación y geoconservación del patrimonio geológico-minero in situ y ex situ

(Andrasanu, 2006; Ferraro et al., 2020; Nieto, 2015; Sharples, 2002). El ODS 12 busca “Garantizar modalidades de consumo y producción sostenible”, donde se indica una educación para el desarrollo sostenible, apoyo a la investigación para el consumo y la producción sostenible y estrategias o políticas de turismo sostenible (Naciones Unidas, 2018). Este ODS apoya directamente a una educación de calidad en cuanto al patrimonio geológico-minero y el geoturismo en la zona. Y el ODS 15 persigue “Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad”. En este último, se hace hincapié a la proporción de lugares importantes para la diversidad biológica terrestre y del agua, así como de las montañas en zonas protegidas y la asistencia oficial para el desarrollo y el gasto público en la conservación y el uso sostenible de la diversidad biológica y los ecosistemas, donde se encuentra implícita la geodiversidad (Naciones Unidas, 2018; Poch-Serra, 2019).

Es así, como el proyecto Geoparque Ruta del Oro aporta también a las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN), ya que ofrece medidas en las que las ciudades pueden afrontar los retos de sostenibilidad locales y contribuir a los retos de lo ODS, de forma sinérgica con las Metas de Aichi, de protección de la naturaleza y capaz de hacer de las ciudades espacios más sostenibles (Geijzendorffer et al., 2017; Gordon et al., 2021).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Elaborar una propuesta referencial del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, siguiendo las especificaciones UNESCO para el desarrollo sostenible de los cantones de la parte alta de El Oro.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Seleccionar nueve geositios y dos sitios mineros representativos del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, mediante criterio de grupo focal para una base de la formulación de la propuesta a UNESCO.
2. Evaluar geositios y sitios mineros representativos del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” mediante trabajos de reconocimiento de campo, participación de involucrados y expertos aplicando el método de Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) como base para el desarrollo de una propuesta de Geoparque.
3. Realizar un análisis de la contribución de los geositios en la propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” mediante el criterio de expertos aplicando análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para la selección de estrategias DAFO de geoconservación de la propuesta del proyecto a UNESCO.

CAPÍTULO 2

2. ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Contexto Geográfico

La provincia de El Oro se ubica geográficamente al sur Occidental del Ecuador, y limita al norte con la provincia del Guayas, Azuay, y al sur con Loja. Se divide en 14 cantones. La mayor parte del territorio se encuentra en la Región Costa, constituyéndose como la parte baja o llanura y comprende los cantones de Machala, Pasaje, Santa Rosa, El Guabo, Arenillas y Huaquillas. Otra parte, se encuentra en las faldas de las estribaciones de la Cordillera Occidental de los Andes, conocida como parte alta, que comprende los cantones de Piñas, Portovelo, Zaruma, Atahualpa, Chilla, Balsas, Las Lajas y Marcabelí (GAD El Oro, 2015).

El proyecto “Geoparque Ruta del Oro” se ubica en la parte alta de la provincia que constituye los cantones de Zaruma, Portovelo, Piñas, Atahualpa y Chilla (Figura 2.1). Tiene una extensión de 2163.810 km² y una población aproximada de 70.969 habitantes.

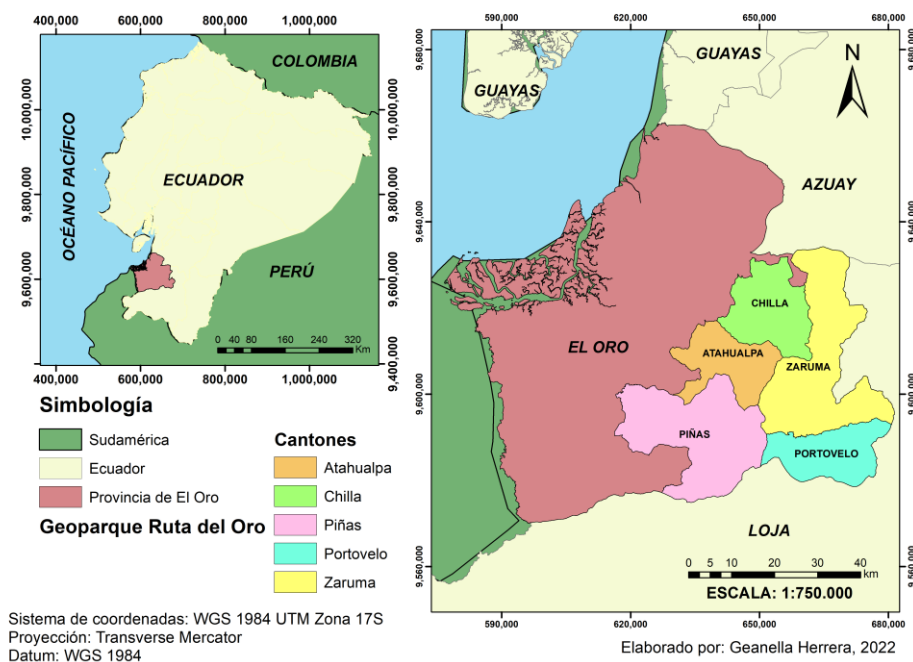


Figura 2.1 Ubicación del área de estudio del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

2.2 Marco Geológico

2.2.1 Geología Regional

La provincia de El Oro limita estructuralmente al norte por la deflexión de Huancabamba, considerada una gran estructura de deformación (Riel et al., 2014), que coincide con las fallas de río Jubones y Piñas-Portovelo, y es la causante de que la Cordillera de los Andes cambie de dirección N-S en comparación con el país vecino Perú, donde se encuentran con dirección NO (Figura 2.2) (Chiaradia et al., 2004).

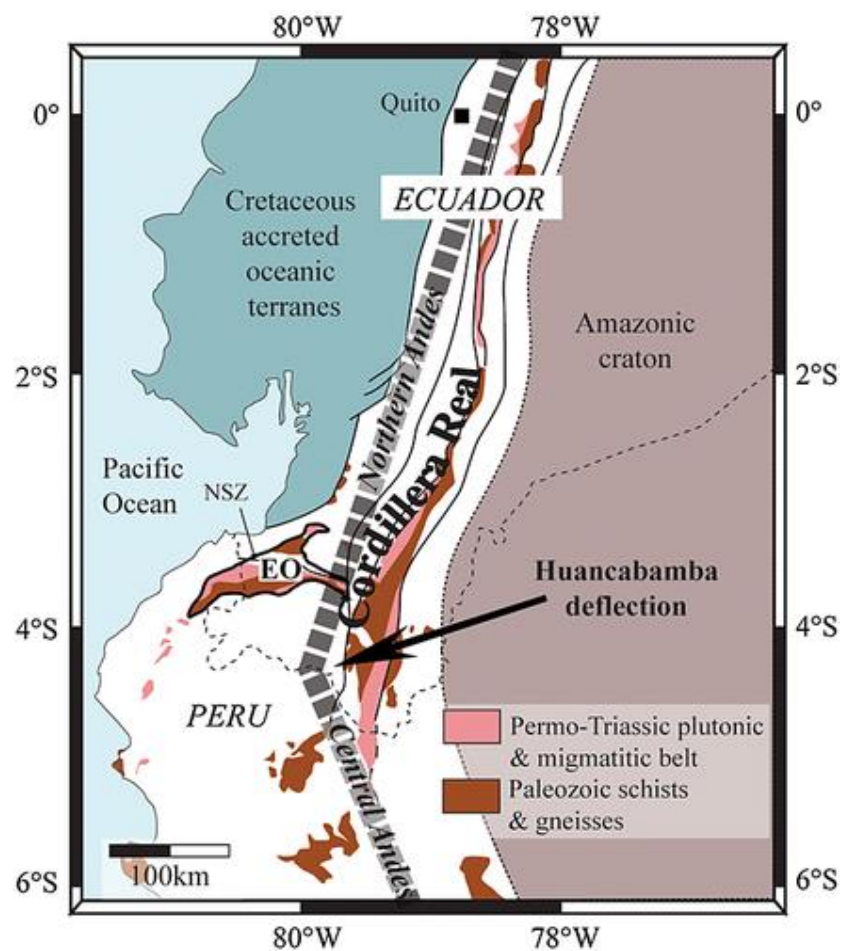


Figura 2.2 Mapa geológico simplificado del Ecuador y el norte de Perú. Recuperado de [Riel et al., 2014] y modificado después de [Chew et al., 2007].

La falla del Río Jubones tiene una orientación E-O, atravesando la zona baja, hasta su intersección con la falla del Río Girón de tipo normal, producida por

los continuos levantamientos. Tiene una magnitud de 60 km y dirección de extensión NE-SO (GAD El Oro, 2015).

Tomando como referencia la falla del río Jubones se divide el territorio en zona norte y sur (Bonilla Guevara, 2009). La primera corresponde en menor área a las elevaciones más bajas o llanura y es una zona sin plegamientos denominada el Litoral Austral Ecuatoriano, donde se encuentran rocas de la edad Cretácica, como la Formación Macuchi con rocas vulcanoclásticas andesíticas, tobas, lavas y sedimentos del Cuaternario (Panta-Lucas, 1998). También existen depósitos terciarios, pertenecientes a lavas andesíticas, riolíticas y piroclastos de la Formación Saraguro (Cedillo-Espinoza, 2018). El material del Cuaternario que suscita en esta zona se le atribuye a la Formación Tarqui, formada por lavas y piroclastos riódacíticos. Por último, depósitos cuaternarios de arcillas marinas de estuarios (GAD El Oro, 2015). La segunda zona comprende la mayor parte de la provincia, son zonas con plegamientos denominada los Andes Australes Ecuatorianos, que corresponde a rocas más antiguas que pertenecen a una secuencia metamórfica del periodo Precámbrico. Se destaca la era Paleozoica inferior con el Grupo Tahuín; Formaciones Capiro y San Roque de la Unidad La Victoria, conformada por esquistos, gnesis, cuarcitas y anfibolitas; del Cretácico se destaca la Formación Raspas, constituida por esquistos, la Formación Célica por lavas andesíticas y piroclásticas, y la Formación Ciano del Grupo Alamor, por areniscas, lutitas, conglomerados, grauvacas y piroclastos (GAD El Oro, 2015; Morante-Carballo et al., 2020). El Bosque Petrificado Puyango de edad Cretácica Albiano-Medio (Morante-Carballo et al., 2020), pertenece a este grupo y es uno de los sitios con características únicas en el Ecuador, que ocupa parte de las provincias de El Oro y Loja.

Existen rocas intrusivas de tipo granito y granodioritas de edades desde el Paleozoico al Terciario en todo el territorio de la provincia (GAD El Oro, 2015).

2.2.2 Geología Local y Mineralizaciones

Los cantones del proyecto Geoparque se caracteriza por una geología muy diversa, debido a la presencia de rocas volcánicas terciarias al Norte de la falla Piñas-Portovelo, que se superponen discordantemente a las rocas metamórficas mesozoicas de origen continental de la Cordillera Real adyacente (Van Thournout et al., 1996). La falla Piñas-Portovelo atraviesa los Andes y divide el terreno metamórfico en edades desde el Proterozoico-Paleozoico y Mesozoico de la Cordillera Amotape.

A continuación, se detalla las Unidades y formaciones geológicas presentes en el territorio del proyecto geoparque por cantón:

Zaruma y Portovelo

Se ubican al sur de la Cordillera Occidental, y está constituida por sedimentos metamorfisados a pizarras y conglomerados del llamado Complejo Metamórfico El Oro (CMO) de edad Paleozoica, perteneciente al Grupo Saraguro, predominantemente volcánico calco-alcalino, con tobas de composición dacítica a riolítica, lavas andesíticas, material volcánico y rocas sedimentarias. La Formación Celica de edad Albiana que sobreyace discordante al CMO, comprende tobas andesíticas a dacíticas. Además, rocas metamórficas (cuarcitas, esquistos, filitas) y tobas riolíticas de la Serie Tahuín, que se encuentra en ambos márgenes del Río Amarillo y margen derecho del Río Calera (Oliva-González et al., 2017).

El distrito Zaruma-Portovelo se encuentra delimitado por dos fallas principales de rumbo NO, la Falla Piñas Portovelo y la Falla Puente Busa-Palestina. Al SO del distrito está presente la alteración argílica avanzada y rocas volcánicas riolíticas con gran silicificación de la Unidad Portovelo del Paleógeno (Berrezueta et al., 2021b, 2016; Delgado et al., 2019), evidente en los cerros Zaruma Urcu y Santa Bárbara (Bonilla-Guevara, 2009; Pérez-Muñiz, 2019). Además, posee una mineralización aurífera-polimetálica importante (Au, Ag, Pb, Cu, Zn). El sistema de veta Zaruma-Portovelo tiene 15 km de extensión y de 2 a 6 km de ancho, con direcciones N-S, o por sus

porciones orientales del cinturón intrusivo Cangrejos-Zaruma ESE-trending y el arco estructural ONO-ESE tendencia, de la falla Piñas-Portovelo, respectivamente (Wang et al., 2021).

Atahualpa

El territorio está formado rocas volcánicas de la Unidad geológica Portovelo con lavas de composición basálticas-andesíticas, tobas (dacíticas y andesíticas) y tobas ash Flow (Bonilla-Guevara, 2009; Velásquez-López et al., 2010) con intercalación de sedimentos. Aparece la Unidad Yacuvina, del Neógeno, que está constituida por tobas con líticos andesíticos, diques compuestos por andesitas y tobas riolíticas. Además, la presencia de rocas intrusivas como granodioritas afectadas por la meteorización se encuentran en diaclasamientos, debido a fallas activas (Enríquez-Pérez, 2021; Velásquez-López et al., 2010). Atahualpa también presenta yacimientos importantes de Au y Ag de tipo artesanal y pequeña minería, aunque en menor proporción en comparación a Zaruma y Portovelo.

Piñas

Se encuentran unidades geológicas que se ubican de manera transversal como grauwacas, lutitas y piroclastos de la Formación Zapotillo del Cretácico (Wallrabe-Adams, 1990), rocas de tipo granito gnésico per-alumínico del Triásico, lavas andesíticas a riolíticas y piroclastos del Oligoceno y eclogitas, esquistos azules, verdes y negros del Jurásico al noroccidente del cantón (GAD Piñas, 2015).

Chilla

Afloran rocas calizas de la era Paleozoica, conglomerados de cuarzo y andesitas del periodo Cretácico, rocas sedimentarias clásticas de origen continental del Terciario, depositadas en medio fluviales y llanuras de inundación. Además, se encuentran arcillas, arcillas-limosas, arenosas, con una parte calcárea, micácea y yesosa del Oligoceno (Riel et al., 2014) y la presencia de arcillitas, limolitas, arenas y gravas poco consolidadas de origen Cuaternario (GAD Chilla, 2015).

En la Figura 2.3 se encuentra el mapa geológico de los cantones que conforman el proyecto Geoparque con su respectiva simbología y litología.

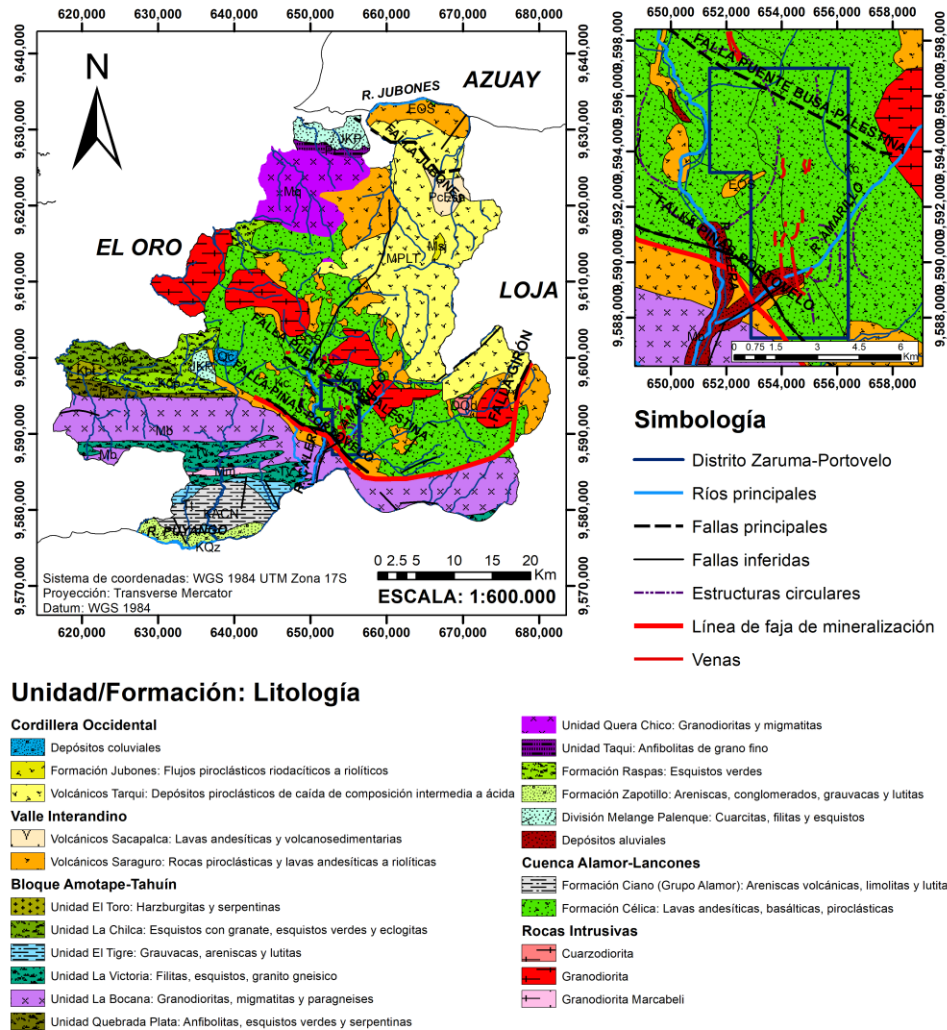


Figura 2.3 Mapa geológico del territorio del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro”. Adaptado de [IIGE, 2019; Oliva González et al., 2017].

En cuanto a la geomorfología del territorio del proyecto geoparque, presenta pendientes fuertes, crestas redondeadas y colinas en Zaruma-Portovelo, que alcanzan alturas entre 600 y 1.600 m.s.n.m. (GAD Portovelo, 2014; GAD Zaruma, 2014), destacándose la loma El Aguacate con 1.565 m.s.n.m. y el cerro Zaruma Urcu con 1.325 m.s.n.m. (Pérez-Muñiz, 2019).

Los cantones de Piñas, Atahualpa y Chilla alcanzan altitudes de (10-2.400, 150-1.400 y 243-3.906) m.s.n.m., respectivamente y frecuentemente se caracterizan por poseer un relieve de pendientes medias a fuertes (25-70%) y

zonas planas a suaves (0-12%) (MAGAP-PRAT, 2015a, 2015b). Chilla es el único cantón que se destaca por tener un relieve escarpado mayor al 70% en suelos erosionados y que comprende mayor parte del territorio (GAD Chilla, 2015).

En Atahualpa, el principal responsable de que sus pendientes sean elevadas es la presencia del Río Bobo y quebradas, ya que la energía de erosión en los bordes de los drenajes es alta, provocando la formación de barrancos y cascadas (Enríquez-Pérez, 2021). Además, posee lomas suaves y pie de laderas, donde las formaciones geológicas son sensibles a la erosión y deslizamientos, con suelos arcillosos y arenosos (GAD Atahualpa, 2014). Las zonas con baja pendiente se encuentran a lo largo de la parte alta de la Cordillera de Yacuvíña.

Por último, Piñas con un importante relieve formado por las geoformas de vertientes heterogéneas y rectilíneas, relieves colinados y montañosos, con una marcada red de drenaje, formada por la erosión de los barrancos. Las representaciones dispersas del cantón mantienen la dirección NNE-SSO. Ver mapa de pendientes del territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” en el Apéndice 1.

2.3 Contexto Social, Económico y Ambiental

El territorio del proyecto Geoparque se encuentra en una zona privilegiada del Ecuador, la provincia de El Oro, ya que posee diferentes tipos de clima y una riqueza natural única que favorece altamente la producción agrícola, ganadera y minera (Roman-Romero, 2016). Es conocido por su gran historia minera con el distrito más importante de la historia del Ecuador, el distrito Zaruma-Portovelo, que marcó su trayectoria desde la era precolombina y preincaica, hasta la actualidad (Berrezueta et al., 2016), siendo la principal actividad económica de sus habitantes (Prada-Trigo, 2017), seguido de la agricultura, ganadería y turismo. La actividad minera industrial de 1896 liderada por la South American Development Company (SADCO) en Portovelo ha sido la puerta de salida en tiempos de crisis con la explotación del oro (ARCOM, 2019), la cual permitió el

desarrollo técnico, económico y social de la zona, que a la vez se transformó en la base de la historia minera de los cantones que forman parte del actual distrito minero Zaruma-Portovelo.

En la agricultura se destacan los cultivos de café, maíz, yuca y caña de azúcar, mientras que en la ganadería la cría de ganado vacuno, porcino y avícola, sobresaliendo este sector en los cantones de Zaruma, Piñas y Atahualpa (Capa-Benítez et al., 2018; GAD El Oro, 2015). El turismo en cambio ha desarrollado entorno al patrimonio cultural un conjunto de atractivos como paisajes, minería, historia, arquitectura, que representan un gran potencial turístico con la llegada de turistas extranjeros que visitan constantemente el territorio. Además del patrimonio tangible, cuenta con un patrimonio intangible, como el folklore, costumbres, tradiciones y gastronomía. Todos estos calificativos, hacen de la parte alta un destino turístico de alto interés patrimonial como recurso de sustento tanto en lo económico, social y ambiental para garantizar la conservación del medio ambiente (Ollague et al., 2019; Palacios-Sotomayor, 2008).

Por otro lado, la explotación de yacimientos de oro y plata en Zaruma-Portovelo ha generado recursos de alto valor económico, aumentando el interés de empresas mineras y mineros artesanales (Ammirati et al., 2020). Sin embargo, las malas prácticas de esta actividad, han desencadenado un sinnúmero de problemas sociales, económicos y ambientales como el desalojo de los habitantes de sus propiedades por la actividad minera, la inconformidad de los comuneros ante la contaminación del medio ambiente incluido el recurso hídrico, la destrucción de la producción agrícola, el saqueo del patrimonio natural (geológico) que modifican el paisaje original, suscitándose hundimientos en zonas urbanas (Massa et al., 2018).

El proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, ha permitido conservar la identidad del pueblo minero y valorar el territorio desde la perspectiva del geoturismo como turismo alternativo y medida de geoconservación del patrimonio geológico. Además, “Ruta del Oro” supone una oportunidad para determinadas zonas con problemas sociales como el declive Zaruma-Portovelo, ya que busca proteger la

geodiversidad, generar nuevas oportunidades de empleo en el sector turístico y alcanzar un desarrollo local.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

Para las particularidades del caso, existe una única solución para que el proyecto “Geoparque Ruta del Oro” alcance su aspiración como Geoparque Mundial, y conlleva la elaboración del documento Dossier que debe ser presentado ante la UNESCO. A partir de estos requerimientos, se describe el procedimiento abordado (Figura 3.1) y, que a continuación, se detalla:

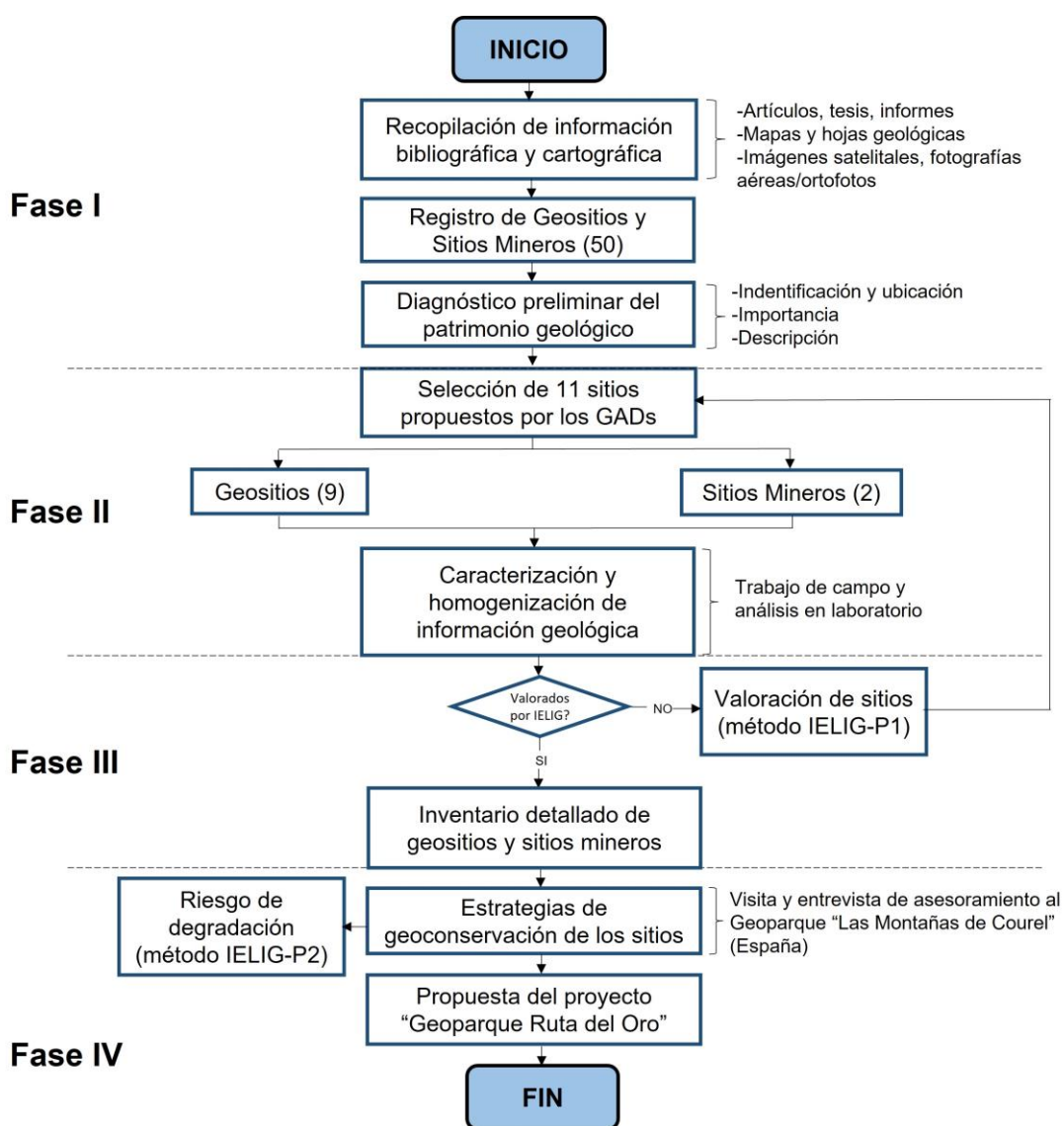


Figura 3.1 Metodología aplicada en el proyecto.

3.1 Fase I: Recopilación de información bibliográfica y diagnóstico de geositios inventariados en la zona

En esta fase se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica previa sobre la zona de estudio. Se pudieron identificar documentos científicos, académicos y técnicos como tesis, informes o artículos publicados en revistas científicas nacionales e internacionales, donde se ha hecho mención del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” y/o algunos geositios y sitios mineros que lo conforman. Así, se recopilaron, entre otros, estudios geológicos desarrollados dentro del territorio, informes del proyecto de investigación académica “Propuesta de Geoparque Ruta del Oro y su incidencia en el desarrollo territorial” (CIPAT-02-2018) y los geositios propuestos por los GADs, ante la solicitud del comité geocientífico del proyecto geoparque (CIPAT-ESPOL), que llevan un registro anual de geositios para ser considerados en el mencionado proyecto. Además de otros geositios obtenidos de la Matriz de Inventario de Atractivos del Ministerio de Turismo (MINTUR). Todo ello permitió identificar 37 geositios y 13 sitios mineros recogidos en la Tabla 1.1 del capítulo anterior. De los cuales, 17 geositios y 13 sitios mineros se encuentran valorados por el método IELIG. También se pudo identificar las principales características y falta de información base como la ubicación exacta del sitio, estudios generales y específicos, muestreo específico (si lo aplica), interés geológico principal, valoraciones, relevancia geológica, registro fotográfico, descripciones de campo, figura de protección y otros.

Por otra parte, la información cartográfica obtenida fueron cartas topográficas a escala 1:50.000 en formato shapefile (.shp) del Gestor de Descarga de Información del Geoportal Agro Ecuatoriano de libre acceso (<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>) en su última actualización 2013, modelo digital del terreno (MDT) de 10 m y ortofotos de los cantones de interés con resolución 40 cm y 1 m de exactitud posicional (<http://geoportal.agricultura.gob.ec/index.php/descarga-ortofotos>). Mapa geológico del Ecuador a escala 1:1.000.000 del año 2017, hoja geológica del cantón Zaruma a escala 1: 100.000 de 1980, ambos obtenidos del Instituto de Investigación Geológico y Energético (IIGE) (<https://www.geoenergia.gob.ec/mapas-tematicos-1-100-000/>).

Además, se recopilaron imágenes de Google Earth de los años disponibles (2013, 2015, 2016, 2018 y 2021), las cuales presentan una resolución de 4.800 x 2.617 pixeles por pulgada (ppi). Esto permitió conocer la evolución del relieve en las zonas de interés de los geositos e identificar los riesgos de degradación naturales (RDN) a los que están expuestos para su valoración en la fase IV.

3.2 Fase II: Selección y caracterización de geositos representativos de los GADs cantonales

En esta fase se seleccionaron 11 sitios (9 geositos y 2 sitios mineros) más representativos de los propuestos por los cantones Zaruma (4/10), Portovelo (2/6), Piñas (1/6), Atahualpa (2/6) y Chilla (2/9). Cabe indicar que en un principio se escogieron doce, pero que, al no cumplir con las características geológicas no se consideró como geosito. Por lo tanto, es necesaria la identificación de los geositos, ya que varios de los propuestos por cada cantón eran sitios culturales y puntos de observación (miradores), los cuales no se consideran en este estudio.

Se realizaron visitas de campo a aquellos geositos en los que la información era incompleta. En concreto a geositos localizados en los cantones de Chilla, Piñas, Atahualpa y Portovelo. El trabajo de campo se abordó en una campaña de cuatro días, coordinada con los representantes de los cinco GADs, el Dr. Fernando Morante de la ESPOL y un guía de la comunidad. Los materiales e instrumentos utilizados para el campo se detallan en la Tabla 3.1. Los equipos de ítem 3 y 4 fueron prestados con permiso y seguro en la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT), con origen en el CIPAT (Apéndices 2 y 3).

Tabla 3.1 Materiales y equipos utilizados en las visitas de campo.

Ítem	Materiales/Equipos	Código
1	Libreta de campo	
2	Martillo geológico	
3	Brújula geológica Brunton	CIPAT 108427
4	GPS Garmin	CIPAT 092069
5	Cinta métrica/flexómetro	
6	Fundas para muestras	
7	Escalas de colores y tamaño de grano	
8	Formato de fichas de levantamiento para geositos	
9	Cámara fotográfica	
10	Aplicaciones digitales (AVEENZAMAPS/CLINO)	

Durante el trabajo de campo se tomaron fotografías de los sitios y datos geográficos de la ubicación exacta en coordenadas UTM con ayuda del GPS en Datum WGS84. Además, se complementaron las fichas de levantamiento de información geológica, y recolección de muestras para su respectivo análisis. En la Tabla 3.2 se encuentra la planificación de campo.

**Tabla 3.2 Planificación de campo a los geositos del proyecto
“Geoparque Ruta del Oro”**

Código ID	Geositio/ Sitio Minero	Cantón	Fechas			
			23/9	24/9	27/9	28/9
G42	Aguas termales de Ashigsho	Chilla				
G40	Laguna Chillacocha					
G37	Cascada Florida	Piñas				
G48	Cascada San Juan de Cerro Azul	Atahualpa				
G47	Cascada Dauca					
G26	Cascada Arcoíris	Portovelo				

La caracterización y homogenización de la información geológica fue posible con el trabajo general de campo, lo que permitió incluir un análisis del tipo de roca y descripción de los elementos más singulares y representativos del patrimonio geológico de cada uno de los geositos seleccionados.

El trabajo de laboratorio empezó con el estudio de las muestras de roca a través de un análisis macroscópico, realizado en el Laboratorio de Petrografía de la Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra (FICT) a través de pruebas físicas para el reconocimiento del tipo de roca. Esto se realizó con la autorización y supervisión del Ing. Galo Montenegro y la Ing. Nancy Zumba, responsables del área. En la Tabla 3.3 se describen los materiales utilizados en el laboratorio.

Tabla 3.3 Materiales y equipos utilizados en el laboratorio petrográfico.

Ítem	Materiales/Equipos
1	Microscopio óptico
2	Lápices rayadores de dureza
3	Lupa geológica 10x
4	Ácido clorhídrico
5	Placa de porcelana
6	Escalas de colores y tamaño de grano

Como resultado de esta fase se obtuvo un inventario de los geositos y sitios mineros en una base de datos en un Sistema de Información Geográfica (SIG). En cada uno de ellos, se levantó una ficha de identificación y caracterización del interés geológico principal para integrarlo dentro del proyecto Geoparque “Ruta del Oro”.

3.3 Fase III: Valoración y análisis de geositos por método IELIG

En esta fase se eligió el método IELIG, debido a que es la más usada a nivel internacional y ha sido utilizada en otros trabajos científicos a nivel nacional y local, precisamente en el proyecto “Geoparque Ruta del Oro” por (Carrión-Mero et al., 2018; Herrera-Franco et al., 2020b), los cuales son la base inicial para la evaluación.

Se aplicaron las valoraciones pertinentes a los geositos (5 de los once seleccionados) que no se habían evaluado previamente. Para ello, se ha considerado la última actualización del método IELIG (García-Cortés et al., 2018), siendo su versión anterior (García-Cortés & Carcavilla-Urquí, 2013), con la que están ya evaluados en trabajos anteriores los 6 geositos y sitios mineros también seleccionados en este trabajo. Por lo tanto, se realizó una adaptación de esta valoración previa a la actual. Según los autores, la necesidad de actualizar la metodología publicada en el 2013 se debe a tres necesidades principales: 1) adaptación al actual desarrollo de las ciencias geológicas, 2) compatibilización con las políticas de geoconservación y 3) adaptación para ser comprensible y aprovechable por parte de los responsables de la conservación, gestión y uso del patrimonio geológico, y sus aliados (Patrimonio natural y cultural).

El método IELIG se caracteriza principalmente porque considera tres valores principales de los geositos: valor intrínseco, de potencialidad de uso y necesidad de protección. Cada valor presenta una serie de parámetros de valoración, puntuación y pesos que se detallan en la Tabla 3.4, siendo 0 la puntuación más baja y 4 la más alta.

Tabla 3.4 Resumen de parámetros y pesos utilizados para la evaluación del método IELIG. Basado en [García-Cortés et al., 2018].

Clase de Valor	Parámetros de Valoración	Símbolo	Puntuación	P _C	P _D	P _T	P _{V_A}
INTRÍNSECO	Representatividad	R	0-4	30	5		
	Carácter de localidad tipo	T		10	5		
	Grado de conocimiento científico del lugar	K		15			
	Estado de conservación	C		10	5		
	Condiciones de observación	O		10	5	5	
	Rareza	A		15	5		
	Diversidad geológica	D		10	10		
	Espectacularidad o belleza	B			5	20	
INTRÍNSECO Y DE USO	Contenido didáctico	C _{DD}			20		
	Contenido divulgativo	C _{DV}				15	
	Potencialidad para realizar actividades turísticas y recreativas	P _{TR}				5	
DE USO Y PROTECCIÓN	Densidad de población (demanda potencial inmediata)	D _P			5	5	
	Accesibilidad	A _C			10	10	
	Tamaño del LIG (capacidad de carga)	E			5	15	
	Proximidad a zonas recreativas (demanda potencial inmediata)	Z _R				5	
	Interés para la explotación minero o hídrica	V _{UM}					25
	Vulnerabilidad al expolio	V _{UEX}				25	
	Proximidad a actividades antrópicas (infraestructuras)	V _{UI}				15	
	Accesibilidad (agresión potencial)	A _C				10	
	Régimen de protección del lugar	P				5	
	Protección física o indirecta	P _F				5	
	Titularidad del suelo y régimen de acceso	T _S				5	
	Densidad de población (agresión potencial)	D _P				5	
	Proximidad a zonas recreativas (agresión potencial)	Z _R				5	
DE USO	Asociación con otros elementos del patrimonio natural y/o cultural	NH		5	5		
	Infraestructura logística	I _L		15	5		
	Entorno socioeconómico	E _S			10		
Total				100	100	100	100

Peso científico (P_C), Peso didáctico (P_D), Peso turístico-recreacional (P_T), Peso de vulnerabilidad antrópica (P_{V_A}).

Para la valoración de sus intereses científico (V_C), didáctico (V_D) y turístico (V_T) se hizo uso de las ecuaciones (3.1), (3.2) y (3.3) basadas en (A. García-Cortés et al., 2018). El promedio de estos valores es el valor de interés global (V_G), ecuación (3.4).

$$V_C = \sum_{i=1}^n \text{parametros} \frac{\text{Puntuación} \times \text{Peso Científico}}{40} \quad (3.1)$$

$$V_D = \sum_{i=1}^n \text{parametros} \frac{\text{Puntuación} \times \text{Peso Didáctico}}{40} \quad (3.2)$$

$$V_T = \sum_{i=1}^n \text{parametros} \frac{\text{Puntuación} \times \text{Peso Turístico}}{40} \quad (3.3)$$

$$V_G = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Valor de interés}}{n \text{ valores interés}} \quad (3.4)$$

Cada valor de interés y valor global de interés geológico se clasifica en un rango establecido por la metodología según la Tabla 3.5.

Tabla 3.5 Rangos de clasificación de grado de interés geológico de los geositios y sitios mineros. Basado en [García-Cortés et al., 2018]

Rango de valor	Grado de interés geológico
1,25 – 3,33	Medio
3,33 – 6,65	Alto
6,65 – 10,00	Muy Alto

3.4 Fase IV: Modelo de geoconservación de geositios y propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”

En esta última fase se identificaron los principales impactos naturales y antrópicas percibidos en campo y en la revisión bibliográfica, sustentada con el registro de fotografía aéreas del sector. Estos acontecimientos atentan la preservación de los valores del patrimonio geológico de los geositios.

Por lo tanto, se aplicó la segunda parte del método IELIG, donde se presenta la necesidad de protección de los geositios con la valoración de Susceptibilidad de Degradación (S_D), la cual, se calcula por su tamaño, fragilidad o vulnerabilidad. Ésta última puede ser Vulnerabilidad natural (V_{UN}) como amenazas naturales o la Vulnerabilidad antrópica (V_{UA}), procedente de las actividades o acciones del hombre. La fragilidad (F) se relaciona a las características intrínsecas del LIG que lo hacen altamente alterable como su litología, y su grado de meteorización.

Para obtener estos valores de vulnerabilidad se hace uso de las puntuaciones obtenidas en la fase anterior a través de las ecuaciones (3.5) y (3.6) tomadas de (García-Cortés et al., 2018):

$$V_{UN} = F \times A_N \quad (3.5)$$

$$V_{UA} = V_{UM} + V_{UEX} + V_{UI} + V_{UAG} \quad (3.6)$$

$$S_{DN} = V_{UN} \times E_F \quad (3.7)$$

$$S_{DA} = V_{UA} \times E_F \quad (3.8)$$

Donde, los valores de fragilidad (F), amenazas naturales (A_N), vulnerabilidad antrópica general (V_{UAG}) y tamaño del LIG (E_F) están dados en el método (García-Cortés et al., 2018). Asimismo, para poder obtener la susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}) y antrópica (S_{DA}) se usan las ecuaciones (3.7) y (3.8) del método.

Con los valores de vulnerabilidad y susceptibilidad de degradación V_{UN} , V_{UA} , S_{DN} y S_{DA} se puede determinar el Riesgo de Degradación (R_D) del geositio, el cual combina las susceptibilidades de degradación S_{DN} y S_{DA} con su valor de interés geológico V_C , V_D y V_T para estimar y medir el daño potencial sobre el patrimonio geológico, en función de la magnitud de los efectos provocados en la degradación de los geositios. Por lo tanto, los riesgos de degradación pueden ser naturales (R_{DNC} , R_{DND} , R_{DNT}) y antrópicos (R_{DAC} , R_{DAD} , R_{DAT}). Para este caso es conveniente determinar la suma de ambos riesgos en general (R_{DN} y R_{DA}), que son los valores máximos de cada riesgo y sería la prioridad de protección (PP) del geosito y sitio minero, según el caso. Para este método se usan las ecuaciones (3.9), (3.10), (3.11), (3.12), (3.13), (3.14), (3.15), y (3.16) obtenidas de la metodología y (3.17) propuesta en este trabajo, como se indica a continuación:

$$R_{DNC} = \frac{1}{10} V_C \times S_{DN} \quad (3.9)$$

$$R_{DND} = \frac{1}{10} V_D \times S_{DN} \quad (3.10)$$

$$R_{DNT} = \frac{1}{10} V_T \times S_{DN} \quad (3.11)$$

$$R_{DN} = \text{MAX}(R_{DNC}, R_{DND}, R_{DNT}) \quad (3.12)$$

$$R_{DAC} = \frac{1}{10} V_C \times S_{DA} \quad (3.13)$$

$$R_{DAD} = \frac{1}{10} V_D \times S_{DA} \quad (3.14)$$

$$R_{DAT} = \frac{1}{10} V_T \times S_{DA} \quad (3.15)$$

$$R_{DA} = \text{MAX}(R_{DAC}, R_{DAD}, R_{DAT}) \quad (3.16)$$

$$PP = R_{DN} + R_{DA} \quad (3.17)$$

Por lo tanto, en la metodología (García-Cortés et al., 2018) se han establecido valores de umbral para las susceptibilidades de degradación (S_{DN} , S_{DA}) y riesgos de degradación (R_{DN} y R_{DA}), los mismos que serán utilizados para la prioridad de protección (PP). Estos valores se resumen en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Rangos de susceptibilidad de degradación (SD), riesgo de degradación (RD) y prioridad de protección (PP) de los geositos y sitios mineros. Adaptado de [García-Cortés et al., 2018]

Rango de valor	Grado
Susceptibilidad de degradación (S_{DN} y S_{DA})	
[0 - 0,75)	Bajo
[0,75 – 1,50)	Bajo/Medio
[1,50– 3,50)	Medio/Alto
[3,50 – 10]	Alto/Muy alto
Riesgos de degradación (R_{DN}, R_{DA} y PP)	
[0 – 0,50)	Bajo
[0,50 – 1,00)	Bajo/Medio
[1,00 – 2,50)	Medio/Alto
[2,50 – 10]	Alto/Muy alto

Susceptibilidad de degradación natural (S_{DN}), Susceptibilidad de degradación antrópica (S_{DA}), Riesgo de degradación natural (R_{DN}), Riesgo de degradación antrópica (R_{DA}) y Prioridad de Protección (PP).

Como resultado se obtuvo una tabla de valores que muestra el grado del riesgo en que se encuentran los geositos y sitios mineros. También se incluye una gráfica de densidad de Kernel para mostrar el comportamiento del análisis completo de la metodología IELIG a medida en que se van analizando los 9 geositos y 2 sitios mineros, y determinar la relación entre el valor global (V_G) de interés de los geositos (IELIG-P1) y la suma de los riesgos de degradación

natural (R_{DN}) y antrópica (R_{DA}) que se conoce como Prioridad de Protección (PP) (IELIG-P2) obtenidos en esta fase. Estos datos serán tomados en cuenta en el planteamiento de la propuesta de geoconservación realizada a cada geositio y sitio minero que comprende este estudio.

Además, para complementar la propuesta, se visitó el geoparque mundial “Montañas do Courel” en Galicia, España, donde se realizó una entrevista de asesoramiento al coordinador del Geoparque, Dr. Martín Alemparte y el presidente Dr. Roberto Castro, quienes pusieron en manifiesto el proceso de solicitud y la estrategia de desarrollo del geoparque. Además, de cuestiones técnicas y el manejo de los geositios y recursos del Geoparque (museos, centros de interpretación, miradores, paneles informativos).

Los resultados fueron presentados en una matriz con estrategias DAFO de geoconservación de los geositios y sitios mineros. Además, con la entrevista se pudo estimar recursos técnicos necesarios para dar soporte al proyecto geoparque en estudio.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos en este estudio se presentan por fases de la siguiente manera:

4.1 Fase I: Diagnóstico preliminar del patrimonio geológico

El resultado de esta fase es un diagnóstico del inventario de geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, en donde se evalúan los siguientes campos: 1) identificación/ubicación, 2) importancia y 3) descripción de los 50 sitios registrados, presentados en la Tabla 3.1.

Para el primer campo de ubicación, se pudo identificar que algunos geositos y sitios mineros se encuentran en territorio privado o su único acceso es por el sector privado, aunque de acuerdo con la ley orgánica de recursos hídricos, en su naturaleza jurídica indica que los recursos hídricos son parte del patrimonio natural del Estado (Art. 1). El 24% de los sitios están en territorio privado y el 76% tiene un libre acceso en territorio público. También fue importante conocer si los sitios tienen una ubicación exacta en la región de acuerdo con el inventario del MINTUR, el sistema de información geográfica de Google Earth o algún dato geográfico explícito en las publicaciones donde se los mencionan. Se contabilizó que el 60% de los sitios tienen una ubicación exacta por su atracción turística como la Mina turística El Sexmo, Cascada Arcoíris, Laguna Chillacocha, Aguas termales de San José, entre otros y el 40% es arbitraria por ser poco conocidas como las minas cerradas de Minas Nuevas, Vizcaya y Miranda. Por lo tanto, se debería completar esta información en lo posible con salidas de campo y toma de datos geográficos.

En el segundo campo de importancia, se registraron a partir de la investigación bibliográfica los sitios que cuentan con un estudio geológico anterior (general, donde se los mencionan o valoran; específicos, como tesis desarrolladas o estudios de caso específicos del sitio de interés). Se obtuvo que el 54% de los lugares cuentan con un estudio geológico general, el 6% (4% sitios mineros y 2%

geositios) presenta al menos un estudio específico (ej. Mina turística El Sexmo, Museo Magner Turner y Cerro Zaruma Urcu) y el 40% no lo tiene.

Los datos de muestreo también son importantes, ya que permiten comprobar la geología local presente en estos sitios de interés y si fuera el caso, conocer la historia geológica que estos cuentan. Se contabilizó que el 78% de los sitios no cuenta con un muestreo específico, el 16% no es aplicable por ser minas abandonadas donde su geología es conocida, o asentamientos históricos de la industria minera, que están dentro del patrimonio minero. Sólo el 6% lleva un muestreo específico en desarrollo de tesis y artículo como el Cerro Zaruma Urcu.

Además, es importante identificar el tipo de interés geológico de los geositios y sitios mineros. En la región, los tipos de interés que sobresalen son el geomorfológico en un 40% como cerros, donde se observa un paisaje minero de cordilleras con altitudes altas que se destacan por las estribaciones de los Andes, su geología, mineralización subterránea y sus geoformas por procesos geológicos externos. A este interés se agregan el geomorfológico-volcánico con el 12% como Cerro El Calvario, geomorfológico-petrográfico con el 4% como Cerro Ventanas y Cerro de Arcos con interés geomorfológico-volcánico-tectónico que representa el 2%. Un único interés petrográfico con el 2% son los Petroglifos San Jacinto, cuestionado por expertos al considerarlo de interés cultural, pero que se ha considerado en el inventario como geositio. Otros intereses que sobresalen es el hidrogeológico con el 8% como las Lagunas de Chinchilla y Chillacocha. El 6% está representado por las Aguas termales en Quebrada del Banco, Aguas termales de Ashigsho y Aguas termales San José con interés hidrogeológico-mineromedicinal. En los sitios mineros se destaca el propio interés minero con el 18% como las minas abandonadas y el 8% es de interés minero-industrial, donde se encuentra la Antigua Planta de beneficio de la SADCO, que también es cuestionado por expertos como interés histórico-cultural, pero que se ha considerado en el inventario.

Otro aspecto importante son las valoraciones de los sitios, donde se comprobó que el 60% que representan los 19 geositios y 11 sitios mineros están valorados a través de la metodología IELIG en trabajos anteriores expuestos en este trabajo y

el 40%, es decir, 20 geositios no cuentan con esta valoración preliminar, formando parte del objetivo de este trabajo. En cuanto a su relevancia geológica se destaca que el 44% guarda un patrimonio geológico notable por explorar, ya que poseen características de la geodiversidad únicas en la región, que, si se hicieran los estudios pertinentes fueran ejemplos únicos del patrimonio en estudio que deben ser conservados.

En el tercer campo de descripción, se presentan las características descritas en la Tabla 4.1, donde se generaliza el sitio como el tipo de lugar geológico sea una mina cerrada, museo mineralógico, montañas, lagos, ríos, entre otros. Además, en este aspecto se destaca la existencia de un registro fotográfico de los sitios sea de libre acceso o registrados en los departamentos de turismo y planificación de los GADs cantonales. En este campo se identificaron que el 76% cuenta con al menos una fotografía del lugar y el 24% no lo tiene o es muy escaso. Tener una figura de protección (no necesariamente legal) indica cuán importante es el sitio para la localidad que conservan estos recursos, sea porque el sitio se encuentra dentro de un territorio de conservación, parque natural, o territorio privado. Se registró que el 22% de los sitios poseen una figura de conservación activa, como la cascada La Florida en la Hacienda de conservación “Rivera de los Vencejos”, y el 78% se encuentra sin protección. Finalmente, la señalización es imprescindible para la promoción del geoturismo en la región y es responsabilidad de los GADs parroquiales y cantonales acondicionar la señalética para dar facilidades al turista. Se contabilizaron que sólo el 34% de los sitios cuentan con al menos un letrero en la vía o próximo al sitio, pero sin la información del lugar. Por tanto, el 66% no lo tiene.

En el apéndice 4 de este documento se presentan los resultados del diagnóstico a través de gráficos estadísticos.

Tabla 4.1 Diagnóstico de Inventario de Geositios y Sitios Mineros del Proyecto Geoparque Ruta del Oro. Ver Tabla 1.1 para encontrar relación Código ID con nombre del geositio o sitio minero.

Identificación y ubicación			Importancia						Descripción						
Código ID	Localidad/ Sector	Cantón	Territorio		Ubic. exacta	Estudios geológicos		Muestreo específico	Interés geológico principal	Val.	R. Geol.	Característica	Rf	Fp	S
			Pub.	Priv.		Gen.	Esp.								
G1	Zaruma	Zaruma		✓	✓	✓	✓	No aplica	Minero	✓	✓	Mina cerrada	✓	✓	✓
G2	Zaruma		✓		✓	✓		No aplica	Minero	✓	✓	Museo mineralógico	✓	✓	✓
G3	Miranda			✓		✓		No aplica	Minero	✓	✓	Mina cerrada			
G4	Zaruma			✓		✓		No aplica	Minero	✓	✓	Mina cerrada			
G5	Zaruma			✓	✓	✓	✓	✓	Volcánico, geomorfológico	✓	✓	Montaña, sistemas volcánicos	✓		✓
G6	Zaruma		✓		✓	✓		✓	Geomorfológico, volcánico	✓	✓	Montaña, sistemas volcánicos	✓		✓
G7	Salvias - Manú (Límite El Oro y Loja)		✓		✓	✓			Geomorfológico, volcánico, tectónico y petrográfico	✓	✓	Montaña, sistemas volcánicos	✓	✓	✓
G8	Los Andes Vizcaya		✓			✓			Geomorfológico, volcánico	✓	✓	Cordillera, sistemas volcánicos	✓		
G9	Huertas		✓		✓	✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos fluviales	✓	✓	
G10	Güzhagüña-Manú (Límite El Oro y Loja)		✓		✓	✓			Hidrogeológico	✓	✓	Laguna	✓		✓
G11	Salvias		✓		✓	✓			Hidrogeológico	✓		Río, depósitos fluviales	✓		
G12	Salvias		✓			✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos fluviales	✓		
G13	Salvias		✓		✓	✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos fluviales	✓		✓
G14	Salvias		✓			✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos	✓		

Identificación y ubicación				Importancia						Descripción					
Código ID	Localidad/ Sector	Cantón	Territorio		Ubic. exacta	Estudios geológicos		Muestreo específico	Interés geológico principal	Val.	R. Geol.	Característica	Rf	Fp	S
			Pub.	Priv.		Gen.	Esp.								
												fluviales			
G15	Zaruma		✓		✓	✓			Geomorfológico, volcánico	✓		Colina, sistemas volcánicos	✓		✓
G16	Salvias		✓			✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos fluviales	✓		
G17	Huertas			✓		✓		No aplica	Minero	✓	✓	Mina cerrada			
G18	Huertas			✓		✓		No aplica	Minero	✓	✓	Museo mineralógico			
G19	Salvias		✓		✓	✓			Geomorfológico	✓		Montaña	✓		
G20	Portovelo	Portovelo	✓		✓	✓			Hidrogeológico, mineromedicinal	✓	✓	Manantial natural, sistema volcánico	✓		✓
G21	Portovelo			✓	✓	✓	✓	No aplica	Minero	✓	✓	Museo mineralógico	✓	✓	
G22	Portovelo		✓		✓	✓		No aplica	Minero-industrial	✓	✓	Monumento minero	✓		
G23	Portovelo-Pache			✓	✓	✓		No aplica	Minero-industrial	✓	✓	Monumento minero			
G24	Portovelo		✓		✓	✓		No aplica	Minero	✓	✓	Monumento minero	✓		✓
G25	Portovelo		✓		✓	✓			Geomorfológico, volcánico	✓		Montaña, sistemas volcánicos	✓		✓
G26	Curtincápac-Saltaí		✓		✓	✓			Geomorfológico, volcánico	✓	✓	Montaña, sistemas volcánicos	✓		✓
G27	Portovelo			✓	✓	✓		No aplica	Minero	✓		Monumento minero	✓		
G28	Portovelo		✓			✓			Geomorfológico	✓		Cascada, depósitos fluviales			
G29	Vía El Pache		✓			✓		No aplica	Minero-industrial	✓	✓	Monumento minero			
G30	Portovelo		✓			✓		No aplica	Minero-industrial	✓	✓	Monumento minero			
G31	Puente de		✓		✓				Geomorfológico			Cascada,	✓		✓

Identificación y ubicación						Importancia					Descripción				
Código ID	Localidad/Sector	Cantón	Territorio		Ubic. exacta	Estudios geológicos		Muestreo específico	Interés geológico principal	Val.	R. Geol.	Característica	Rf	Fp	S
			Pub.	Priv.		Gen.	Esp.								
	Ambocas Salatí											depósitos fluviales			
G32	Salatí		✓		✓				Geomorfológico			Cascada, depósitos fluviales	✓		✓
G33	SO Piñas	Piñas	✓		✓				Geomorfológico			Montaña	✓	✓	✓
G34	San Jacinto		✓		✓				Geomorfológico			Montaña	✓	✓	✓
G35	San Jacinto		✓		✓				Petrográfico			Formaciones rocosas	✓	✓	✓
G36	Sitio el portete La Chuva		✓		✓				Geomorfológico			Montaña			
G37	La Bocana (El Carmen)			✓					Geomorfológico		✓	Cascada, depósitos fluviales	✓	✓	✓
G38	El Placer		✓						Geomorfológico			Cascada, depósitos fluviales	✓		
G39	Pueblo Viejo		✓						Geomorfológico			Cascada, depósitos fluviales	✓		
G40	Chilla			✓	✓				Geomorfológico e hidrogeológico			Laguna	✓		
G41	Chilla	✓						Hidrogeológico			Río, depósitos fluviales	✓	✓	✓	
G42	Gallo Cantana	✓						Hidrogeológico, mineromedicinal		✓	Manantial natural, sistema volcánico	✓			
G43	Comunidad Pejeyacu	✓		✓				Hidrogeológico			Río, depósitos fluviales	✓			
G44	Comunidad Shiquil	✓		✓				Geomorfológico, petrográfico			Montaña, formaciones rocosas				
G45	NE Chilla	✓						Geomorfológico			Montaña				
G46	Chilla	✓						Geomorfológico, petrográfico			Montaña, formaciones rocosas	✓			
G47	Paccha-Palto	Atahualpa	✓						Geomorfológico			Cascada,	✓		

Identificación y ubicación					Importancia						Descripción				
Código ID	Localidad/Sector	Cantón	Territorio		Ubic. exacta	Estudios geológicos		Muestreo específico	Interés geológico principal	Val.	R. Geol.	Característica	Rf	Fp	S
			Pub.	Priv.		Gen.	Esp.								
												depósitos fluviales			
G48	La Esperanza			✓	✓				Geomorfológico			Cascada, depósitos fluviales	✓	✓	
G49	Todos los Santos		✓						Geomorfológico			Cascada, depósitos fluviales			
G50	San José		✓		✓				Hidrogeológico, mineromedicinal		✓	Manantial natural, sistema volcánico	✓		

Cumple (✓), No cumple (celda sombreada), Público (Pub.), Privado (Priv.), Ubicación (Ubic.), Generales (Gen.), Específicos (Esp.), Valoración (Val.), Relevancia geológica (R. Geol.), Registro fotográfico (Rf), Figura de protección (Fp), Señalización (S).

4.2 Fase II: Caracterización y homogenización de información geológica

El primer resultado de esta fase fue la elección de los 9 geositos y 2 sitios mineros para usarlos como referencia en una caracterización detallada de la propuesta. A partir del trabajo abordado en el apartado 3.1 y, en concreto, de la existencia de valoraciones previas se eligieron: i) 4 geositos y 2 sitios mineros antes ya valorados en aportes científicos y ii) 5 geositos no valorados (distribuidos siguiendo un criterio que permita la presencia de un aporte para cada cantón estudiado).

Dentro de los sitios mineros valorados se contemplan Mina turística El Sexmo y Museo mineralógico Magner Turner, que tienen un valor “Muy Alto” en patrimonio geológico, por su gran riqueza aurífera y una colección de minerales importantes dentro del distrito minero Zaruma-Portovelo respectivamente. Los geositos también valorados y considerados en este estudio son Cerro de Arcos, Cerro Zaruma Urcu, Cerro El Calvario en Zaruma y Cascada arcoíris en Portovelo que presentan un valor “Alto”. Resulta también destacable que tres de los sitios seleccionados por estar valorados, poseen un estudio geológico específico.

En la Tabla 4.2 se extrajo el diagnóstico de la fase anterior de los 11 sitios elegidos con los campos de interés, para conocer las debilidades de los geositos que faltan ser valorados.

Tabla 4.2 Diagnóstico simplificado del inventario de geositos y sitios mineros del Proyecto “Geoparque Ruta del Oro” considerados en este estudio.

Cod. ID	Nombre Geositio/Sitio Minero	Cantón	Coordenadas UTM			Interés geológico principal	Valor IELIG
			X	Y	Z		
G1	Mina turística El Sexmo*	Zaruma	653963.81	9592392.9	1.268	Minero	Muy Alto
G5	Cerro Zaruma Urcu		652587.76	9592567.05	1.225	Geomorfológico, volcánico	Alto
G6	Cerro El Calvario		654302.07	9592317.77	1.329	Geomorfológico, volcánico	Alto
G7	Cerro de Arcos		671487	9606026.6	3.700	Geomorfológico, volcánico, tectónico y petrográfico	Alto
G21	Museo Mineralógico Magner	Portovelo	653624.73	9589715.32	782	Minero	Muy Alto

Cod. ID	Nombre Geositio/Sitio Minero	Cantón	Coordenadas UTM			Interés geológico principal	Valor IELIG
			X	Y	Z		
	Turner*						
G26	Cascada Arcoíris		660709.01	9585910.63	908	Geomorfológico, volcánico	Alto
G37	Cascada La Florida					Geomorfológico	
G40	Laguna de Chillacocha	Chilla	652811	9612872	3.238	Geomorfológico e hidrogeológico	
G42	Aguas termales de Ashigsho					Hidrogeológico, mineromedicinal	
G47	Cascada Daucay					Geomorfológico	
G48	Cascada San Juan de Cerro Azul	Atahualpa	641532.77	9614467.91	711	Geomorfológico	

Sitios de interés minero (*), No cumple (celda sombreada),

Como resultado de las visitas de campo realizadas a los geositios G26, G37, G40, G42, G47 y G48 se pudo completar la información de la ubicación exacta de los geositios G37, G42 y G47 en coordenadas UTM para X, Y y Z con la ayuda de un GPS.

Para completar la información de las fichas de levantamiento para la identificación y caracterización de los sitios de interés geológico enviadas por los GADs, fue necesario comprobar ciertos datos en campo como datos de identificación (ubicación/dirección/geosendero/código de fotografía), datos descriptivos (tipo de interés principal y secundario/tipo de sitio/accesibilidad/valor científico) y geomitología (valor cultural). En un principio se incluyó en el estudio al sitio G34, que corresponde al Mirador Virgen de la Merced pero al no cumplir con los requisitos para ser considerado geositio fue descartado del estudio. De ahí que solo se contabilizaron 6 geositios visitados (1 ya valorado previamente y 5 sin valorar). De estos 6 geositios, se completó la información de las fichas en el apéndice 5.

Otro resultado fue el reconocimiento del tipo de roca presente en los 6 geositios visitados. Esto se hizo a través de un análisis macroscópico en el laboratorio petrográfico por medio de pruebas físicas como color, textura, dureza, estructura, magnetismo, prueba de ácido clorhídrico y composición mineralógica.

Entre las rocas analizadas se identificaron rocas ígneas intrusivas granodioritas y granitos de los intrusivos granitoides La Florida en los cantones de Atahualpa y Piñas, respectivamente. También se reconocieron rocas ígneas extrusivas o volcánicas como las andesitas de la formación Celica en Portovelo y rocas metamórficas de esquistos de la formación Raspas en Atahualpa. Otras rocas identificadas de acuerdo con su composición mineralógica fueron monzonitas (ígneas intrusivas) y metagranitos (metamórficas) en el cantón Chilla. El resumen de los resultados obtenidos se presenta en la Tabla 4.3 y con detalle en el apéndice 6. Además del mapa de ubicación de las muestras recolectadas en el apéndice 7.

Tabla 4.3 Reconocimiento del tipo de roca presente en los geositorios visitados del Proyecto Geoparque Ruta del Oro.

Cod. ID	Nombre Geositorio/Sitio Minero	Cantón	Coordenadas			Código de la muestra	Nombre de la roca
			X	Y	Z		
G26	Cascada Arcoíris	Portovelo	660709.01	9585910.63	908	GE_PO1	Andesita cloritizada
G37	Cascada La Florida	Piñas	618096	9593003	343	GE_PI1	Granito
						GE_PI2	Clorita (mineral)
G40	Laguna de Chillacocha	Chilla	652811	9612872	3.238	GE_CH1	Monzonita con alteración a illita
G42	Aguas termales de Ashigsho		651529	9618492	1.522	GE_CH2	Metagranito con bandeamiento de cuarzo
G47	Cascada Daucay	Atahualpa	648580.51	9605447.07	1.457	GE_AT1	Granodiorita
G48	Cascada San Juan de Cerro Azul		641532.77	9614467.91	711	GE_AT2	Esquisto de biotitas

4.3 Fase III: Valoración y análisis de geositorios por método IELIG

En esta fase se realizó la valoración de los geositorios visitados que no estaban valorados (G37, G40, G42, G47 y G48), y que a continuación se detallan en la Tabla 4.4 junto con los geositorios y sitios mineros ya valorados con valores actualizados en esta metodología. Las puntuaciones resultantes se enumeran en orden decreciente de acuerdo con el valor global (V_G).

Tabla 4.4 Valoraciones según el tipo de interés y su valor global por método IELIG.

Cod. ID	Nombre Geositio/ Sitio Minero	V _c	V _d	V _T	V _G	Grado de interés geológico	Tipo de valoración
G1	Mina turística El Sexmo*	8,75	9,13	7,88	8,58	Muy Alto	Actualizado
G21	Museo Mineralógico Magner Turner*	8,38	8,50	7,00	7,96	Muy Alto	Actualizado
G7	Cerro de Arcos	8,38	6,25	5,25	6,63	Alto	Actualizado
G26	Cascada Arcoíris	7,13	5,38	4,38	5,63	Alto	Actualizado
G5	Cerro Zaruma Urcu	7,13	5,25	4,38	5,58	Alto	Actualizado
G6	Cerro El Calvario	5,88	4,88	4,00	4,92	Alto	Actualizado
G37	Cascada La Florida	3,70	5,10	5,05	4,62	Alto	Nueva
G40	Laguna de Chillacocha	4,38	3,68	4,38	4,14	Alto	Nueva
G48	Cascada San Juan de Cerro Azul	3,20	3,30	5,38	3,96	Alto	Nueva
G42	Aguas termales de Ashigsho	4,13	3,00	4,48	3,87	Alto	Nueva
G47	Cascada Daucay	3,05	2,70	4,88	3,54	Alto	Nueva

Sitios de interés minero (*), Valor científico (V_c), Valor didáctico (V_d), Valor turístico (V_T) y Valor global (V_G).

De la Tabla 4.4 se pudo obtener que, de los 11 sitios identificados, el 18,19% tiene grado de interés geológico Muy Alto que corresponden a los sitios mineros y el 81,81% es Alto, que representan los geositios. En este último, se encuentran los 5 geositios valorados en este trabajo, que comprenden: Cascada La Florida (G37), Laguna de Chillacocha (G40), Aguas termales de Ashigsho (G42), Cascada Daucay (G47) y Cascada San Juan de Cerro Azul (G48) con Valores globales (V_G) de 4,62, 4,14, 3,87, 3,54 y 3,96, respectivamente. Ninguno de los sitios propuestos se considera de medio o bajo interés lo que demuestra la gran relevancia de los sitios seleccionados en el territorio del proyecto geoparque. En la Figura 4.1. se encuentra la ubicación de los sitios.

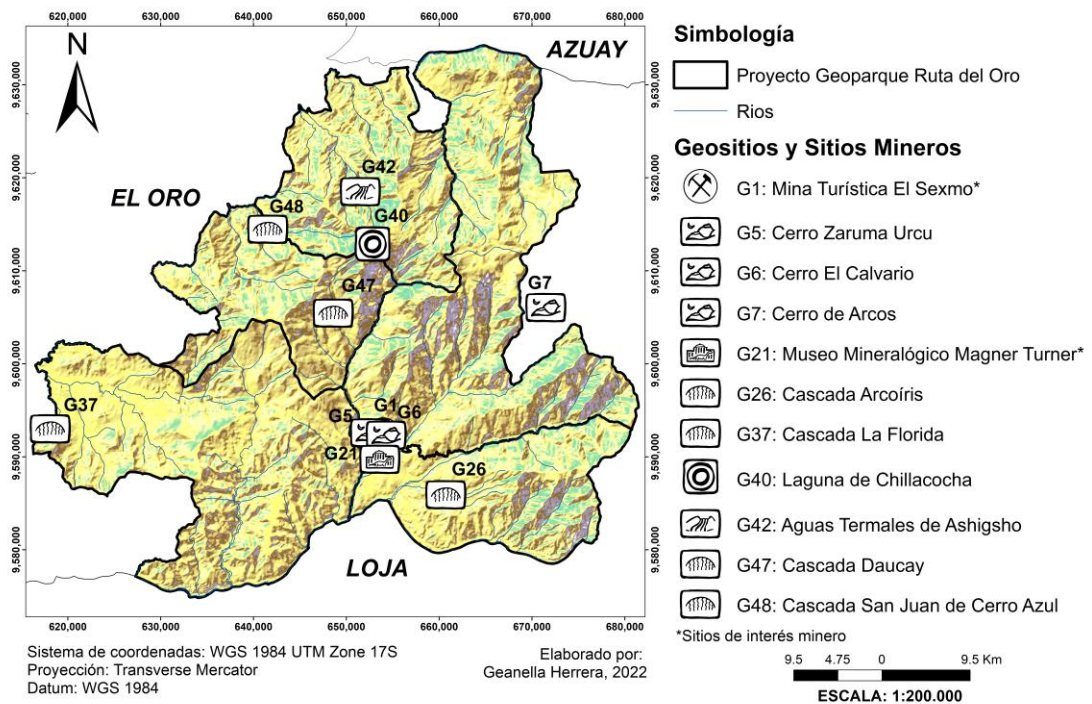


Figura 4.1 Mapa de ubicación de los geositos y sitios mineros seleccionados en este trabajo.

El análisis de cada geosito y los datos proporcionados en la base de datos en SIG se explica a continuación:

- Cascada La Florida (G37)** (Figura 4.2), tiene un valor científico alto de 3,70, con un interés geológico principal geomorfológico y otros intereses científicos relacionados en el lugar son el ecológico, fluvial y paisajístico. Los sistemas de agua que las originan son la "Quebrada de Lobos" que nace en el "Cerro del Oso" y es afluente del río Arenillas. Se encuentra en una zona de pendientes muy fuertes con escarpados del 50-70%. El río Arenillas ha sido objeto de estudio de sistemas hidráulicos para la generación de energía eléctrica, ya que tienen un caudal medio de 0,65 m³/s (1964-2010) (Torres-Ríos, 2015).

El sistema de cascadas se encuentra en un relieve de 343 m.s.n.m., con tres caídas de agua que en conjunto alcanzan una altura de 20 metros. Sus aguas dividen los cantones Piñas a la derecha y Arenillas a la izquierda hasta desembocar en la represa Tahuín, ubicada en un área

protegida del río Arenillas (GAD El Oro, 2015). La muestra de roca granito analizada fue tomada a la izquierda del afluente del río perteneciente a las rocas intrusivas de los granitoides La Florida, ubicada fuera del territorio del proyecto geoparque y la roca con gran contenido de mineral clorita en un 80%, probablemente corresponda a una roca metamórfica de la unidad La Bocana según su geología, ubicada a la derecha del afluente del río, dentro del territorio del proyecto geoparque.

Esta cascada es el único ejemplo representativo del territorio que marca el límite entre dos litologías de los cantones de la parte baja y alta de la provincia. Su valor didáctico y turístico también es alto, correspondiente a 5,10 y 5,05 respectivamente. La cascada pertenece a un área de conservación de la finca “Riviera de los Vencejos”, en propiedad privada, que comprende aproximadamente dos hectáreas de bosque natural, con una variedad de flora y fauna (Lalangui-Ramírez, 2017), cuyos biomas de referencia son bosque piemontano (GAD El Oro, 2015), que ha sido motivos de excursión para grupos organizados. En su parte inferior, la cascada presenta una pequeña fosa por la erosión de los arroyos generados por los sedimentos del río y las rocas que caen de las laderas de las montañas, donde los turistas practican natación. También se realizan actividades de ocio como camping y senderismo alrededor de la finca donde existen tres cascadas más con alturas menores a los 10 metros del mismo afluente.

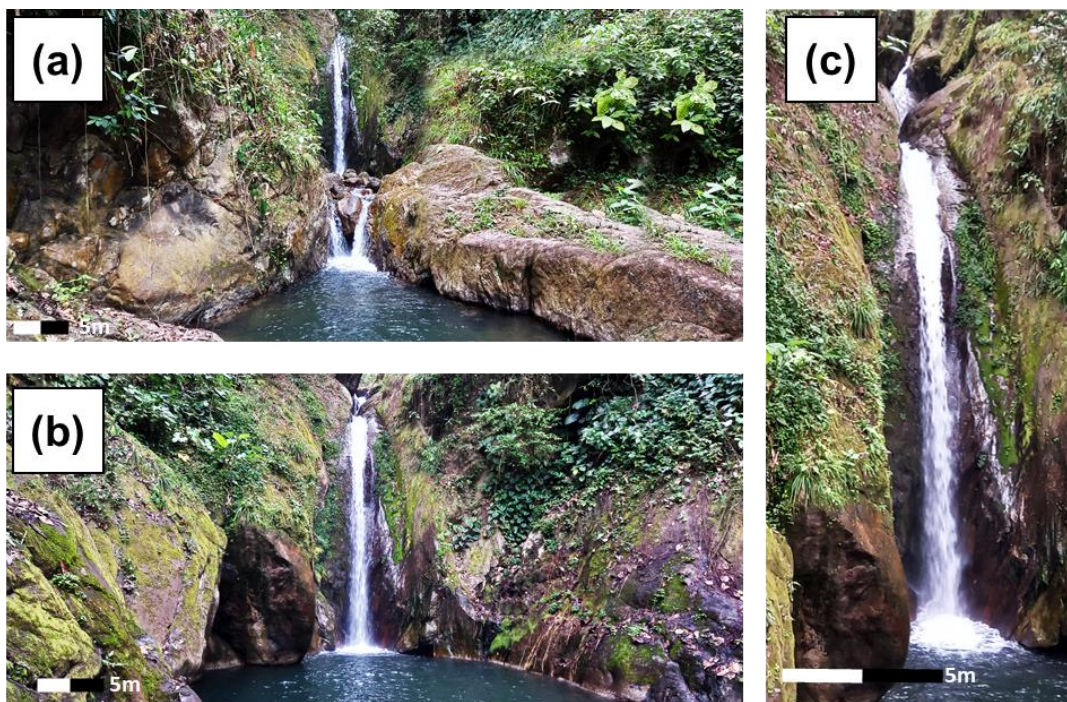


Figura 4.2 Geosítio Cascada La Florida inventariado en el área de estudio. (a) y (b) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación. (c) Vista teleobjetivo.

- **Laguna de Chillacocha (G40)** (Figura 4.3), tiene un valor científico alto de 4,38 y su interés geológico principal es el geomorfológico e hidrogeológico. Se encuentra en una zona de pendientes abruptas montañosas mayores al 70% y nace en las estribaciones de la Cordillera Occidental. Sus aguas podrían ser de origen subterráneo, concebidas por emanaciones freáticas de la cuenca del río Jubones, cuya parte media y baja pertenece al cantón Chilla (GAD El Oro, 2015). A esto se suma los esfuerzos tectónicos de la falla del río Jubones, una de las más extensas que atraviesa la provincia.

El cuerpo de la laguna estuvo conformado por tres cuerpos irregulares de 120x60x5m, 50x30x2m y 60x30x20m hace aproximadamente treinta años, donde la primera vertía su caudal a la segunda y tercera separada aproximadamente 1 y 1,5 m respectivamente. Actualmente cuenta con un solo cuerpo de dimensiones 105x25x3m aproximadamente, que se encuentra a 3.238 m.s.n.m. Existen algunas rocas dentro del espejo de agua emergiendo hasta 1,5 metros de alto y otras a su alrededor que corresponden a monzonitas determinadas anteriormente en este trabajo.

En sus alrededores se encuentran pendientes suaves cubiertas por vegetación que en conjunto guardan un gran interés paisajístico con la laguna. A pesar de estar ubicada en territorio privado, su valor didáctico y turístico es alto con 3,68 y 4,38 respectivamente. Posee una variedad de fauna y flora nativas en el sector, cuyos biomas de referencia son bosque montano alto y páramo (GAD El Oro, 2015). Entre las actividades de ocio se pueden realizar caminatas a pie o caballo, navegar en balsa, practicar deporte y camping, debido a la planicie que existe junto a la laguna, la misma que en épocas de lluvias es cubierta de agua.

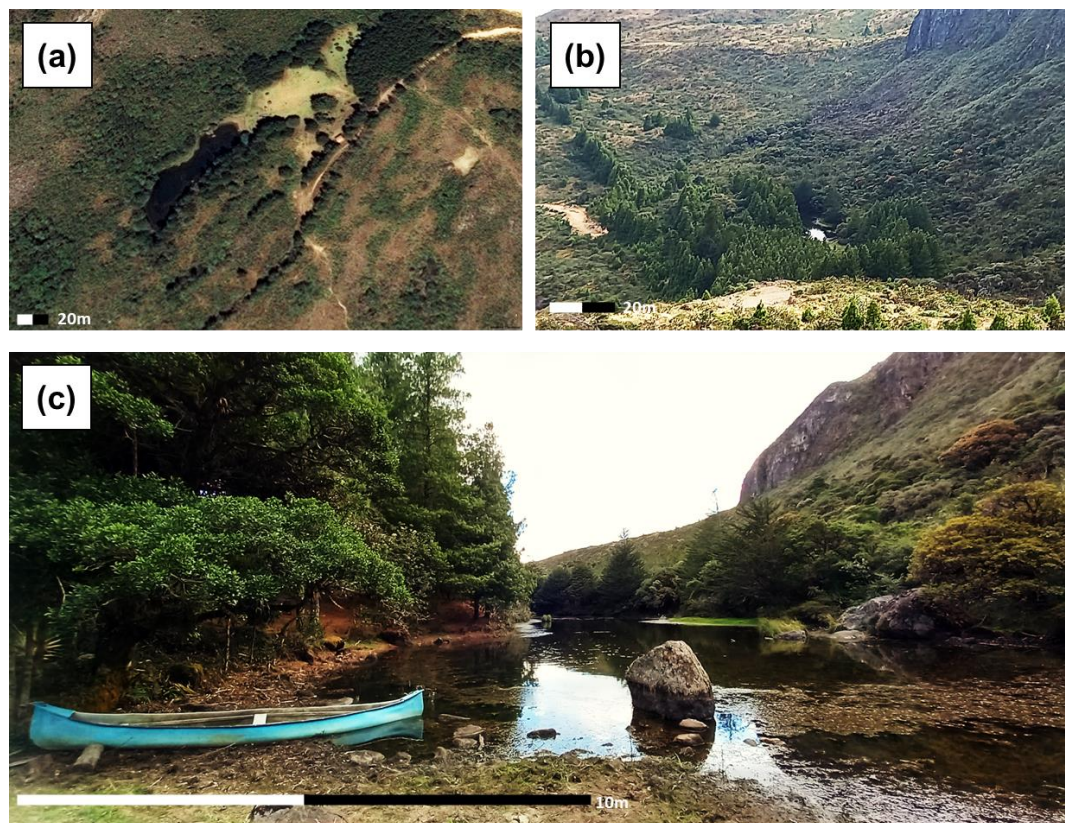


Figura 4.3 Geositio Laguna de Chillacocha inventariado en el área de estudio. (a) Fotografía aérea obtenida de Google Earth en 2016. (b) y (c) Vistas angulares a diferente distancia focal y ampliación.

- ***Aguas termales de Ashigsho (G42)*** (Figura 4.4), tiene un valor científico alto de 4,13 y su interés geológico principal es el hidrogeológico y mineromedicinal. Sus aguas pudieron ser concebidas de origen geotérmico (meteórico o telúrico) que se infiltran en el subsuelo y descienden por

gravedad hacia las capas más profundas, elevando la temperatura durante su circulación subterránea. Posteriormente, estas aguas ascendieron hasta la superficie, a través de fisuras y fracturas en las rocas. Según su temperatura son aguas hipotermales (entre 21 y 35 °C), ya que poseen una temperatura aproximada de 25 a 30 °C de acuerdo con la temperatura ambiente que varía de 20 a 25 °C en ciertas épocas del año. Al ser telúricas, el caudal varía según la época del año, ya que depende de la infiltración. Por lo general, estas aguas poseen menor cantidad de mineralización, pero poseen un leve olor a azufre.

La vertiente se encuentra a 1.522 m.s.n.m. y nace de un afloramiento de rocas de metagranito analizadas en este trabajo con vetillas centimétricas de cuarzo, que tienen un rumbo de 130° y buzamiento de 87°SO. La salida de agua va en dirección al rumbo de las estructuras y se almacena en una pequeña fosa de agua, la cual también es alimentado por las aguas del afluente del río Gallo Cantana, éste último nace del río Casacay, proveniente del río Jubones. Su valor didáctico es medio con 3,00 y valor turístico alto con 4,48. El área posee seis vertientes de agua termal en todo el afluente del río, siendo solo una acondicionada para el turismo. Su interés mineromedicinal es que son beneficiosas para la relajación y el descanso, por lo que la comunidad se aventura llegar hasta allí. Además, se encuentra en un bioma de referencia de bosque montano alto y páramo con pendientes abruptas mayor al 70% (GAD El Oro, 2015), donde se pueden realizar algunas actividades turísticas como practicar natación, cabalgatas y caminatas alrededor de una gran diversidad de flora y fauna.

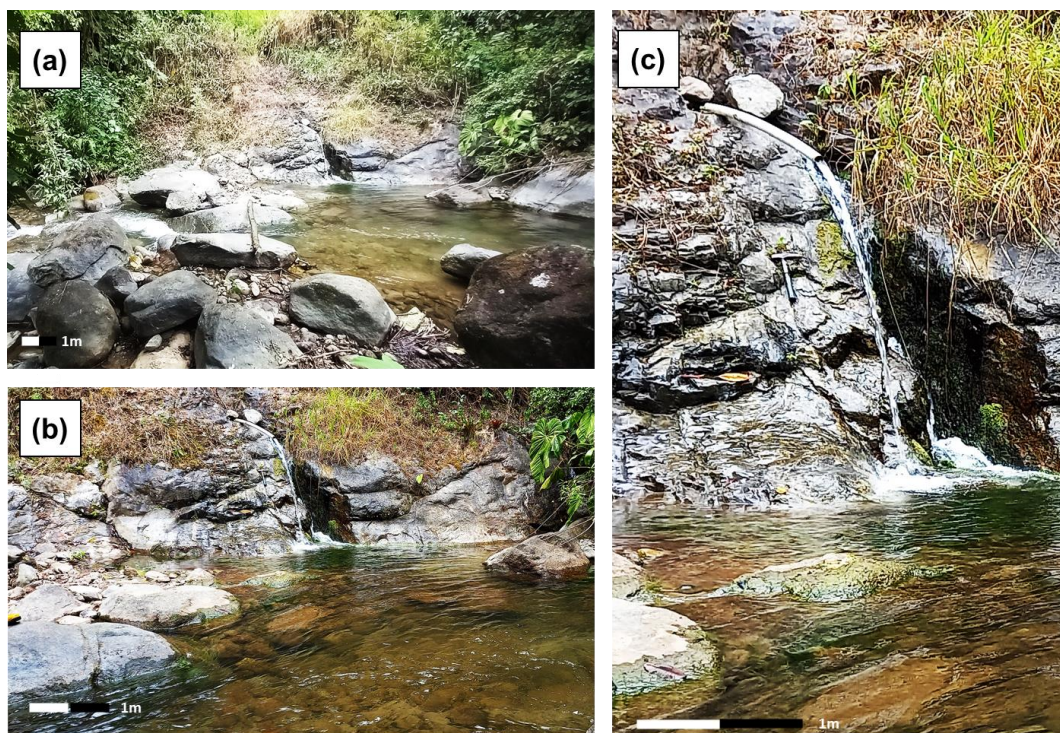


Figura 4.4 Geosítio Aguas termales de Ashigsho inventariado en el área de estudio. (a) y (b) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación. (c) Vista teleobjetivo.

- Cascada Daucay (G47)** (Figura 4.5), tiene un valor científico medio de 3,05, cuyo interés geológico principal es el geomorfológico. El río El Palto es un requiebro denominado piedra brillante del cerro de Chillacocha, donde nace este río, que desciende por las pequeñas cordilleras de Palto grande y Palto, de ahí su nombre con pendientes abruptas mayores al 70%. Un desnivel considerable durante el recorrido del río originó la cascada con un salto de agua de aproximadamente 80 metros. En la cual, se resalta la erosión que causa el río en la roca formando oquedades mientras sigue su curso hasta la parte baja con 1.457 m.s.n.m. El tipo de roca encontrada en el sustrato rocoso de la cascada corresponde a una granodiorita pertenecientes a rocas intrusivas. El río El Palto es afluente del río El Salado, conformando el río Calera, ubicado en el sector “El Pache”, con una longitud de cauce de aproximadamente 29 Km, que a su vez ha sido objeto de estudio por la contaminación de las plantas procesadoras del distrito minero Zaruma-Portovelo que se encuentran en las riberas del río (Blacio-Torres & García-Espinoza, 2021). La cascada tiene un valor

didáctico medio con 2,70 y un valor turístico alto de 4,88. Se encuentra en un bioma de referencia piemontano (GAD El Oro, 2015) y se destaca por su valor de uso, donde se realizan prácticas de canyoning por organizaciones públicas y la cercanía a una finca agroturística a menos de 500 metros de la cascada, donde se practica pesca deportiva, ciclismo de montaña, canoping y slackline, paseos a caballo y en bote.

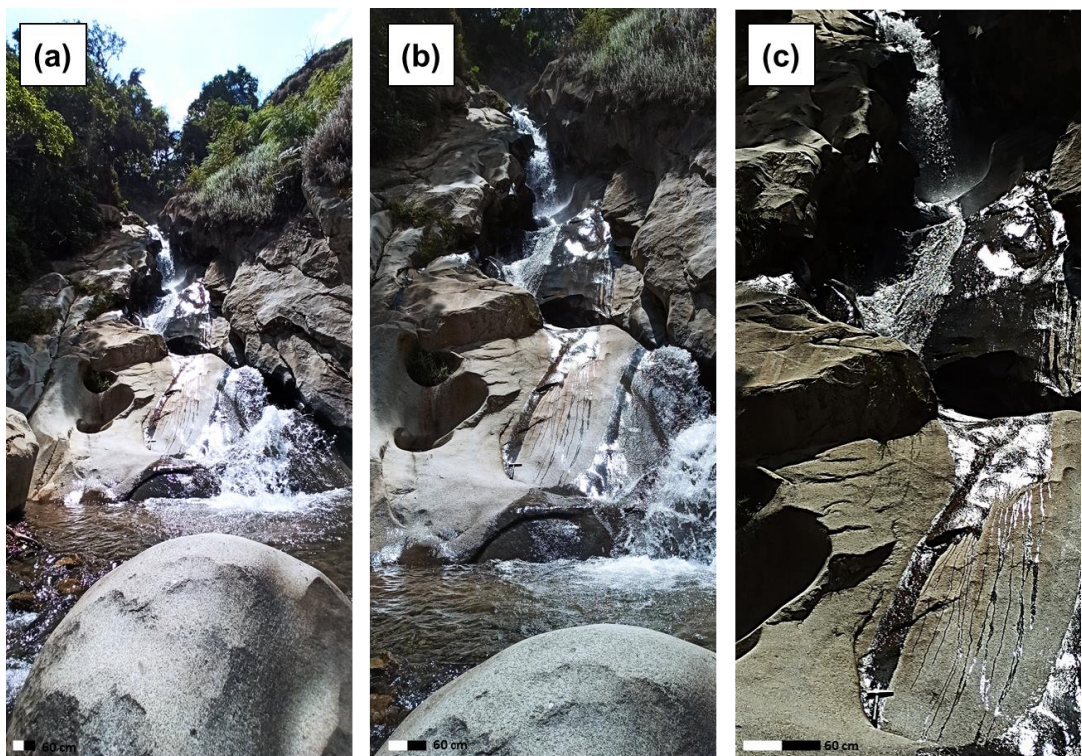


Figura 4.5 Geosítio Cascada Daucay inventariado en el área de estudio. (a), (b) y (c) Vistas angulares a la misma distancia focal y diferente ampliación.

- **Cascada San Juan de Cerro Azul (G48)** (Figura 4.6), tiene un valor científico alto de 3,96. Su interés geológico principal es el geomorfológico y otros intereses científicos secundario son el fluvial y paisajístico. La cascada nace desde el cerro azul con pendientes muy fuertes escarpados del 50-70%, ya que se encuentra dentro de 400 hectáreas de bosque húmedo tropical en la cordillera de Cerro Azul donde se encuentra una gran variedad de flora y fauna nativa en un bioma de referencia montano. Sus aguas provienen de un afluente del río Chicola, que nace del río San Agustín, el cual ha sido objeto de estudios fluviomorfológicos (Matamoros-Condoy, 2015). La cascada tiene una caída de agua de 50 metros, que se

encuentra a 711 m.s.n.m. y está dividida en tres caídas de agua considerada una belleza natural. Está constituida por rocas metamórficas de esquistos de biotitas de la formación Raspas en Atahualpa, Su valor didáctico es medio con 3,30 y valor turístico alto con 5,38. La cascada se encuentra próxima a la comunidad y en cada caída de agua se encuentran pequeñas fosas, donde los turistas practican natación y otras actividades de ocio como camping y fogatas nocturnas. Además de la pesca deportiva en el río Chicola,



Figura 4.6 Geositio Cascada San Juan de Cerro Azul inventariado en el área de estudio. (a), (b) y (c) Vistas angulares a diferente distancia focal y ampliación.

4.4 Fase IV: Modelo de estrategias DAFO de geoconservación de geositos y propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”

Para la propuesta de un modelo de estrategias DAFO de geoconservación de los geositos fue necesario valorar la segunda parte del método IELIG, donde se valora la Susceptibilidad de Degradación (SD) y el Riesgo de Degradación (RD) para cada geosito y sitio minero. El primero se subdivide en Susceptibilidad de Degradación por causas Naturales (S_{DN}) y Susceptibilidad de Degradación por causas Antrópica (S_{DA}). Y el segundo se subdivide en Riesgo de Degradación por causas Naturales (R_{DN}), y Riesgo de Degradación por causas Antrópicas (R_{DA}). Para ambos riesgos, se considera el máximo valor de acuerdo con los intereses valorados en la fase anterior, pudiendo ser Riesgo de Degradación Natural científico (R_{DNC}), didáctico (R_{DND}) o turístico (R_{DNT}) y Riesgo de Degradación Antrópico científico (R_{DAC}), didáctico (R_{DAD}) o turístico (R_{DAT}). En la Tabla 4.5, los resultados obtenidos se enumeran en orden decreciente según SD, RD y PP de todos los geositos y sitios mineros considerados en este trabajo, así como los que ya fueron valorados en trabajos previos.

Tabla 4.5 Valoraciones de Susceptibilidad de Degradación, Riesgo de Degradación y Prioridad de Protección por método IELIG. Ver Tabla 1.1 para encontrar relación Código ID con nombre del geosito o sitio minero.

Cod. ID	S_{DN}	S_{DA}	R_{DN}	Tipo	Grado	R_{DA}	Tipo	Grado	PP	Grado
G1	0,06	0,45	0,06	R_{DND}	Bajo	0,41	R_{DAD}	Bajo	0,47	Bajo
G5	0,00	0,60	0,01	R_{DNC}	Bajo	0,43	R_{DAC}	Bajo	0,43	Bajo
G6	1,50	2,93	0,88	R_{DNC}	Bajo/ Medio	1,72	R_{DAC}	Medio/ Alto	2,60	Alto/ Muy Alto
G7	0,04	0,45	0,03	R_{DNC}	Bajo	0,38	R_{DAC}	Bajo	0,41	Bajo
G21	0,04	0,79	0,03	R_{DND}	Bajo	0,67	R_{DAD}	Bajo/ Medio	0,70	Bajo/ Medio
G26	0,01	0,83	0,01	R_{DNC}	Bajo	0,59	R_{DAC}	Bajo/ Medio	0,59	Bajo/ Medio
G37	0,01	0,23	0,00	R_{DND}	Bajo	0,12	R_{DAD}	Bajo	0,12	Bajo
G40	0,01	0,29	0,00	R_{DNC} R_{DNT}	Bajo	0,13	R_{DAC} R_{DAT}	Bajo	0,13	Bajo
G42	0,00	0,10	0,00	R_{DNT}	Bajo	0,05	R_{DAT}	Bajo	0,05	Bajo
G47	0,00	0,16	0,00	R_{DNT}	Bajo	0,08	R_{DAT}	Bajo	0,08	Bajo
G48	0,00	1,56	0,00	R_{DNT}	Bajo	0,30	R_{DAT}	Bajo	0,31	Bajo

Susceptibilidad de Degradación Natural (S_{DN}), Susceptibilidad de Degradación Antrópica (S_{DA}), Riesgo de Degradación Natural (R_{DN}), Riesgo de Degradación Natural Científico (R_{DNC}), Riesgo de Degradación Natural Didáctico (R_{DND}), Riesgo de Degradación Natural Turístico (R_{DNT}), Riesgo de Degradación Antrópico (R_{DA}), Riesgo de Degradación Antrópico Científico, (R_{DAC}), Riesgo de Degradación Antrópico Didáctico (R_{DAD}), Riesgo de Degradación Antrópico Turístico (R_{DAT}) y Prioridad de Protección (PP).

De la Tabla 4.5 se pudo obtener que de los 9 geositios y 2 sitios mineros, el 45,45% tiene un riesgo de degradación natural (R_{DN}) y antrópico (R_{DA}) de tipo científico. El R_{DN} es de grado Bajo/Medio y Bajo, mientras que el R_{DA} tiene grados Medio/Alto, Bajo/Medio y Bajo. Donde se destaca Cerro El Calvario (G6), ubicado dentro del distrito minero Zaruma-Portovelo en la zona de exclusión minera y cuenta con un patrimonio geológico-minero Alto, que se evidencia en su camino de acenso a la cima, donde se encuentran antiguas minas con vetas de yacimientos de oro. Su R_{DN} Bajo/Medio se debe a deslizamientos ocurridos en registros de años anteriores, observados en las fotografías aéreas, producto de las precipitaciones altas en tiempo invernal (Oliva González & Ruiz Pozo, 2015), que causa inestabilidad del terreno (Figura 4.7). Su R_{DA} Medio/Alto se debe a los cortes por la construcción de las bocaminas y construcciones domésticas, que se encuentran próximas al cerro, que no consideran su influencia en la inestabilidad de los taludes y laderas, siendo factores desencadenantes de inestabilidad del terreno; Por lo tanto, su PP es Alto/Muy Alto. Otro ejemplo, es la Laguna de Chillacocha (G40) con un R_{DN} y R_{DA} bajo. Aunque su R_{DN} es bajo, puede verse afectado por el cambio climático con el paso del tiempo. Actualmente, el aumento de las temperaturas ha hecho que el caudal de la laguna disminuya, y en época invernal aumente por las constantes precipitaciones, lo que ha causado un cambio en la morfología de la laguna (Figura 4.8). En su R_{DA} , la laguna se encuentra en una zona de valle fluvial alejada de los asentamientos rurales, que no provocan afectaciones antrópicas considerables, pero existen actividades recreativas como fogatas realizadas por turistas, que podrían llegar afectar indirectamente al geositorio; por lo tanto, su PP también es bajo.

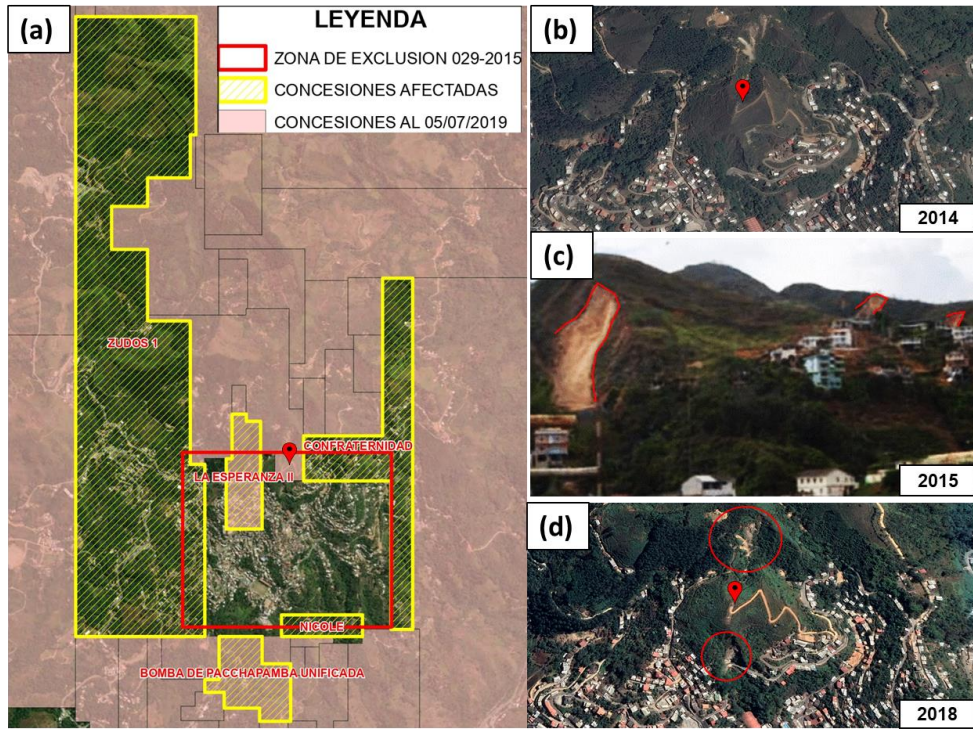


Figura 4.7 Deslizamientos en el Cerro El Calvario (G6). (a) Ubicación del geositio en zona de exclusión minera. (b) Cerro sin presencia de deslizamiento en 2014. Fuente: Google Earth. (c) y (d) Cerro con presencia de deslizamientos..

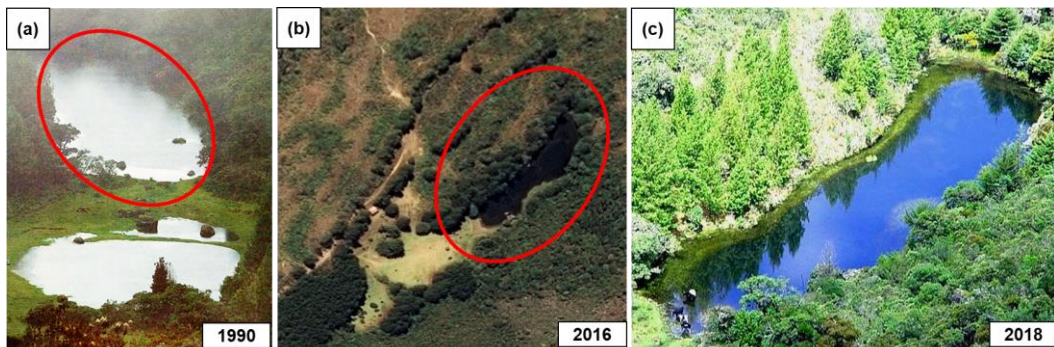


Figura 4.8 Pérdida del recurso hídrico en la laguna Chillacocho. (a) Laguna con tres cuerpos de agua en 1990. (b) Laguna en 2016. Fuente: Google Earth. (c) Laguna de un solo cuerpo en 2018.

El 27.28% es de riesgo de degradación natural (R_{DN}) y antrópico (R_{DA}) de tipo didáctico. El R_{DN} es de grado bajo y el R_{DA} tiene grados Bajo/Medio y Bajo. Donde se encuentra la Mina Turística El Sexmo (G1), cuyo R_{DN} y R_{DA} es bajo. Para el R_{DN} , se entiende que es susceptible a las precipitaciones por la infiltración del agua a las galerías abiertas al turismo, debilitando el estrato rocoso donde se encuentran las vetas, dificultando el acceso para su observación (Figura 4.9). El R_{DA} se debe al difícil expolio dentro de la mina, que puede ser ocasionado por grupos de investigación y turistas. Además de la contaminación que podrían ocasionar los estos últimos; por lo tanto, su PP es bajo. Otro ejemplo es la Cascada La Florida (G37), que posee un R_{DN} y R_{DA} bajo. El R_{DN} lo ocasiona el desmoronamiento de los estratos superiores, haciendo que las rocas que se encuentran en el punto de caída del agua sean más susceptibles a la erosión, produciendo el ahondamiento de la masa rocosa y modificando su morfología. El R_{DA} se debe a la contaminación que podrían ocasionar los turistas; por lo tanto, su PP es bajo.

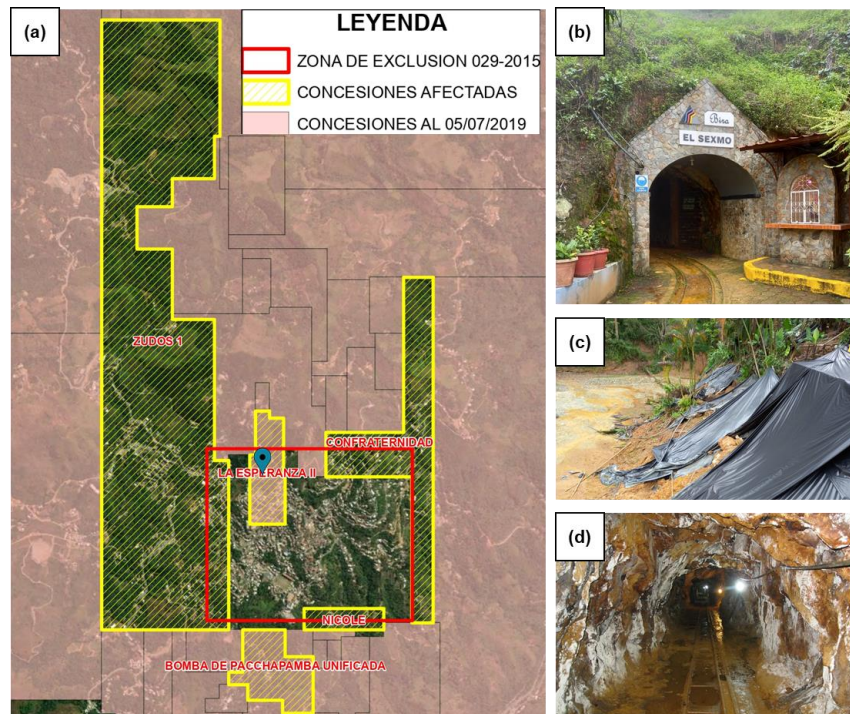


Figura 4.9 Infiltración del agua en Mina turística El Sexmo (G1). (a) Ubicación del sitio minero en zona de exclusión minera. (b) Bocamina de la mina El Sexmo. (c) Deslizamientos y presencia de acumulación de agua en superficie cerca del sitio. (d) Vista de galería dentro de la mina con presencia de agua.

Po último, el 27.27% de los sitios tienen riesgo de degradación natural (R_{DN}) y antrópico (R_{DA}) de tipo turístico y de bajo grado. Un ejemplo son las Aguas termales de Ashigsho (G42). Su R_{DN} puede verse afectado por la ausencia de precipitaciones que hacen que disminuya el caudal y haya menos infiltración del agua, haciendo que se interrumpa el proceso de ascenso del agua termal y menor recurrencia de turistas. El R_{DA} es la contaminación del área, ocurrida en menor proporción, debido a que el geositio es muy alejado de la zona rural y poco concurrido; por lo tanto, su PP es bajo.

Con los resultados obtenidos del método IELIG se aplicaron funciones de densidad kernel a nueve índices (variables aleatorias continuas) con el fin de mostrar gráficamente el comportamiento de los geositios y sitios mineros del proyecto Geoparque Ruta del Oro, facilitando la visualización e interpretación de la evaluación cuantitativa (Figura 4.10). La curva de densidad resultante muestra mediante un gráfico los valores científico (V_C), didáctico (V_D), turístico (V_T), susceptibilidad de degradación (S_{DN} y S_{DA}), riesgo de degradación (R_{DN} y R_{DA}) y prioridad de protección (PP). Éste último indica la necesidad de estrategias de geoconservación para los valores de interés de los geositios y sitios mineros seleccionados en este trabajo.

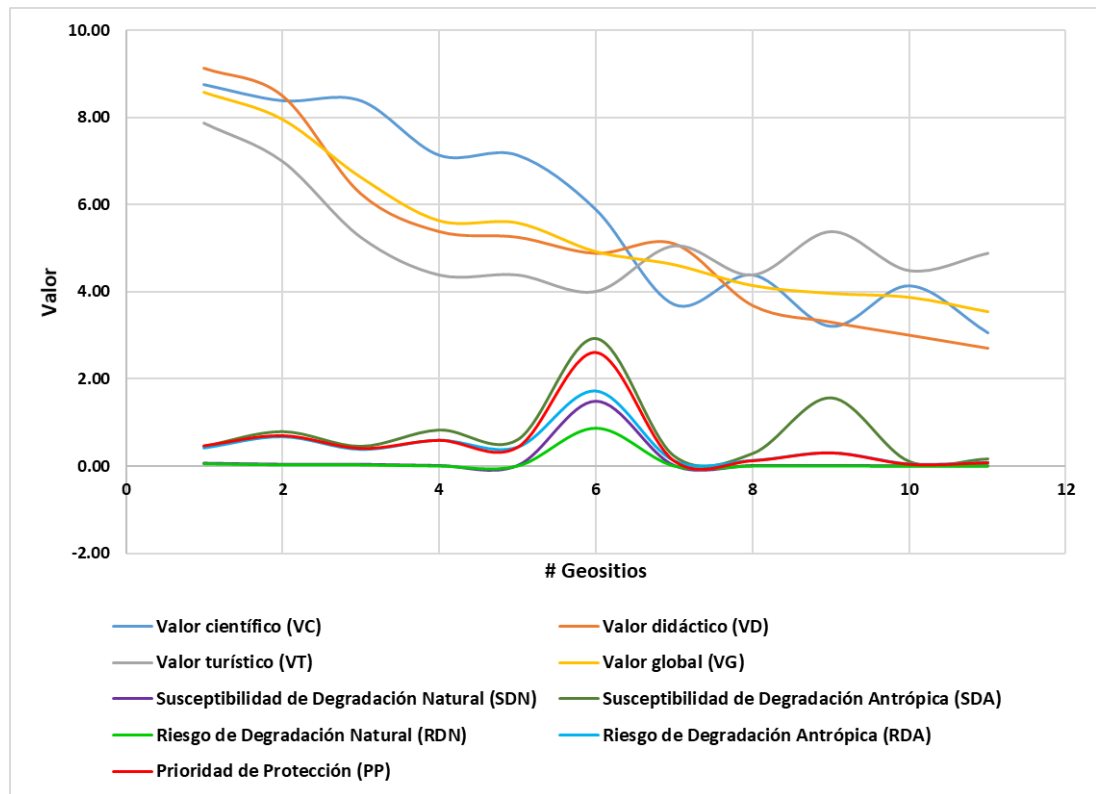


Figura 4.10 Gráfica de densidad de Kernel sobre la valoración IELIG de los geositios y sitios mineros del proyecto Geoparque Ruta del Oro seleccionados en este trabajo.

La tendencia de los geositios y sitios mineros analizados en la gráfica de densidad (Figura 4.10) comienza con dos sitios mineros modelos del proyecto Geoparque Ruta del Oro (G1 y G21) que tienen valores globales (V_G) de interés geológico Muy Alto con prioridad de protección (PP) Bajo y Bajo/Medio respectivamente, ya que las condiciones naturales y antrópicas en las que se encuentran son satisfactorias.

A medida que se analizan más geositios, la curva de densidad del V_G comienza a descender, debido a que los valores didáctico (V_D) y turístico (V_T) decaen a pesar de que su valor científico (V_C) se mantiene alto. Esto ha ocasionado que la PP alcance un punto máximo, dato que debe ser considerado en las estrategias de conservación aplicadas a los valores en cuestión. La curva cambia de tendencia, ya que el V_C que se mantenía alto descendió, adoptando un comportamiento senoidal inestable hasta completar el análisis de los geositios y el V_D que comenzó alto fue teniendo un comportamiento decreciente notorio en

comparación al resto. Sin embargo, el V_T que inicialmente era bajo comienzan a tener un comportamiento creciente, haciendo que los geositios destaquen por su atractivo turístico, despreocupándose por poner en valor el patrimonio geológico. Este comportamiento ha ocasionado que la PP disminuya considerablemente alcanzando un punto mínimo, donde el riesgo de degradación es bajo.

Para que los datos alcancen un equilibrio es necesario que se consideren los valores que han decaído (V_C y V_D) para su mejora, de manera que la PP se vea reflejada de manera congruente con el objetivo del proyecto geoparque en la puesta en valor de sus geositios y sitios mineros, adaptando el geoturismo en lugar del turismo convencional.

4.4.1 Estrategias DAFO de geoconservación de los geositios

A partir de los 9 geositios y 2 sitios mineros seleccionados y valorados en este trabajo se plantea una matriz de estrategias DAFO de geoconservación a partir de un análisis FODA global. Esto se ha llevado a cabo tras el diagnóstico del estado en que se encuentran los geositios y las oportunidades que presentan para el geoturismo en los cantones involucrados. Todo ello se muestra en la Tabla 4.6.

Tabla 4.6 Modelo de estrategias DAFO de geoconservación del territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”

<p style="text-align: center;">Aspectos Internos</p> <p style="text-align: center;">Aspectos Externos</p>	<p style="text-align: center;">Fortalezas</p>	<p style="text-align: center;">Debilidades</p>
	<p>F1. Existencia de un inventario de 50 geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.</p> <p>F2. Algunos geositos y sitios mineros se encuentran en el distrito minero Zaruma-Portovelo, primero en la historia minera del Ecuador.</p> <p>F3. Más del 30% de los geositos se encuentran ubicados en Zaruma, con patrimonio cultural reconocido en la categoría de Pueblo Mágico del Ecuador.</p> <p>F4. Más del 50% de los geositos y sitios mineros del inventario disponen de estudios generales con valoraciones Altas y Muy Altas en su interés geológico principal (incluyendo los sitios analizados en este trabajo).</p> <p>F5. Existen algunos trabajos científicos específicos publicados de los geositos (2%) y sitios mineros (4%) de relevancia geológica.</p> <p>F6. Algunos de los geositos y sitios mineros presentan buenos índices de visitas turísticas.</p> <p>F7. Unión de cinco municipios y prefectura para impulsar y desarrollar la conservación del patrimonio geológico.</p>	<p>D1. Carencia de una figura de protección del patrimonio geológico-minero en el Ecuador.</p> <p>D2. Débil motivación del proyecto en las autoridades locales.</p> <p>D3. Escasas acciones por parte de las autoridades locales ante la emergencia ligada a la actividad minera en el territorio del proyecto geoparque.</p> <p>D4. Destrucción del patrimonio cultural material a causa de las actividades mineras.</p> <p>D5. Falta de estudios específicos de carácter científico y proyectos sobre los geositos de alto interés geológico.</p> <p>D6. Escaso material didáctico (libros, guías y folletos) que incluya actividades de uso en los geositos.</p> <p>D7. Escasa señalización y falta de mantenimiento en vías de acceso a los geositos.</p> <p>D8. Desconocimiento de los recursos geológicos en los geositos por parte de la comunidad.</p> <p>D9. Ausencia de promoción geoturística en el territorio.</p> <p>D10. Declive económico por socavones ocurridos en la zona urbana ocasionados por las actividades mineras ilegales.</p>
<p style="text-align: center;">Oportunidades</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias: Fortalezas + Oportunidades</p>	<p style="text-align: center;">Estrategias: Debilidades + Oportunidades</p>
<p>O1. El proyecto geoparque Ruta del Oro obedece a los ODS.</p> <p>O2. La ejecución del proyecto otorga un reconocimiento internacional del territorio por parte de la UNESCO.</p> <p>O3. Adaptación de un nuevo sistema económico a través del proyecto geoparque.</p> <p>O4. Puesta en valor del patrimonio geológico-minero de los geositos en este trabajo.</p> <p>O5. Nuevas fuentes de empleo para el pequeño minero y comuneros.</p> <p>O6. Propuestas de rutas geoturísticas y georutas en trabajos científicos.</p> <p>O7. Convenio firmado entre la comunidad Club Rotario de Zaruma y ESPOL para trabajos y proyectos de investigación en el contexto del</p>	<p>F1.O4. Diseño de un plan turístico que incluya las visitas a geositos y sitios mineros propuestos en este trabajo.</p> <p>F3.F6.F7.O6. Creación de Geolodías (adaptado de Sociedad Geológica de España (SGE)) como iniciativas de los proyectos geoparques para impulsar el geoturismo comunitario a nivel nacional.</p> <p>F4.F5.O2. Participación del proyecto Geoparque Ruta del Oro en congresos y encuentros de Geoparques Mundiales patrocinados por la UNESCO u otros proyectos geoparques.</p> <p>F5.O4. Alianzas con otras universidades e instituciones académicas para la implementación de material didáctico sobre el uso de los sitios de interés.</p>	<p>D1.O1. Aplicación de una ley para el adecuado uso de la minería en el distrito minero Zaruma-Portovelo.</p> <p>D2.O8. Realización de visitas técnicas y de asesoramiento a otros geoparques nacionales e internacionales.</p> <p>D4.O7. Desarrollo de proyectos de remediación de la problemática de subsidencia en el cantón Zaruma.</p> <p>D7.O4. Implementación de señalética, infraestructura y paneles informativos sobre los geositos y sitios mineros mediante inversión pública y privada para el desarrollo turístico.</p> <p>D8.O3.O5. Talleres con negocios, centros y/o instituciones de interpretación patrimonial interesados en formar parte del Proyecto Geoparque Ruta del Oro.</p> <p>D10.O9. Patrocinar ferias de emprendimientos desde el proyecto geoparque para la promoción de</p>

<p>proyecto Geoparque Ruta del Oro. O8. Visita técnica y de asesoramiento del Geoparque Mundial Montañas do Courel sobre la administración de los georecursos (en vigencia) (Ver apéndice 8). O9. Proyecto Geoparque Ruta del Oro aprobado por el Comité Ecuatoriano de Geoparques.</p>		<p>geoproductos (café, manjar, dulces, queso).</p>
Amenazas	Estrategias: Fortalezas + Amenazas	Estrategias: Debilidades + Amenazas
<p>A1. Explotación del patrimonio geológico-minero por la minería ilegal en zonas de exclusión minera en Zaruma. A2. Afección negativa del cambio climático a los recursos hídricos de los geositios (lagunas). A3. Exposición de algunos sitios a la actividad antrópica (minería ilegal) y natural (deslizamientos). A4. Decrecimiento en el sector turístico por la pandemia del COVID-19.</p>	<p>F1.A2.A3. Creación de grupos de trabajo con la participación de la comunidad y las autoridades, con el fin de gestionar los geositios, su conservación, apariencia y relación con el entorno. F2.A1. Aprovechamiento y uso de sitios mineros abandonados para actividades turísticas como museos geomineros y minas turísticas. F5.A4. Creación de redes sociales activas y constantes con contenidos actuales del proyecto geoparque Ruta del Oro para la promoción y divulgación de sus geositios/sitios mineros.</p>	<p>D4.D7.A1. Socialización con el comité del proyecto geoparque sobre planes de preservación para los diferentes tipos de patrimonio presentes en el territorio. D8.D9.A4. Creación de centros de interpretación próximos a los geositios. D8.D9.D10.A3.A4. Concientizar a la población sobre el uso de recursos geológicos y geomineros a través del geoturismo como medidas alternas para el desarrollo económico.</p>

4.4.2 Propuesta del proyecto Geoparque Ruta del Oro

Este estudio ha permitido corroborar la existencia de geositios y sitios mineros localizados en el territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” y que ya fueron recopilados en algunos trabajos de investigación (Berrezueta et al., 2021a). Algunos de ellos ya habían sido considerados en el inventario de lugares turísticos del MINTUR como sitios naturales y destinos turísticos, que han sido frecuentados por turistas nacionales e internacionales y además se han incorporados otros nuevos. También, cuentan con el apoyo y organización de las autoridades del sector en cuanto a aspectos logísticos como la mejora de las vías de acceso a los lugares y acondicionamiento del lugar para turistas.

Los trabajos previos desarrollados de manera general y específica en algunos de los geositios y sitios mineros ya valorados han sido el punto de partida y modelo para la selección de geositios en este trabajo. Se ha puesto de manifiesto la existencia de una serie de geositios que exigen estudios específicos para rescatar su valor geológico. Ello contribuirá a complementar los geositios ya valorados, puesto que el conjunto de valor científico y didáctico supone un gran potencial para el aprovechamiento en el ámbito de la ciencia, la educación y el geoturismo. Sin embargo, existen sitios con alto valor geológico, para los que aún es necesario aportar conocimientos científicos sobre su interés principal para ser incluidos dentro de la propuesta a presentar a UNESCO.

En este trabajo se realizó un diagnóstico preliminar del inventario de geositios del proyecto, reconociendo las carencias de los geositios que deben ser mejoradas para una propuesta de relevancia internacional como la de un geoparque. Además de la caracterización y valoración general de los 9 geositios y 2 sitios de interés minero seleccionados, se pudo cubrir gran parte de la información relativa a cuestiones como: localización exacta, características geológicas generales, litología en la que se encuentran asentados (formaciones), el contexto geológico, posible origen y estado actual destacando la presencia de factores naturales y antrópicos que, con el paso del tiempo, han modificado su paisaje geológico.

Esta contribución es la pauta para despertar el interés de las autoridades, la comunidad científica en el campo de las ciencias de la tierra para colaborar con estudios

específicos sobre los sitios más representativos del patrimonio geológico y minero del territorio. Todo ello servirá para fundamentar esta propuesta de geoparque e involucrar a toda la comunidad y la población en general, lo que será clave para garantizar el desarrollo sostenible de los cantones que lo conforman a través del geoturismo.

4.5 Análisis de costos

El análisis costo-beneficio-riesgo para ejecutar el proyecto “Geoparque Ruta del Oro” se presenta a continuación.

Antes de la ejecución de la propuesta de geoparque se debe conocer que el proyecto presenta un beneficio a medio y largo plazo. Llevar adelante el proyecto demanda la necesidad de personal con experiencia en patrimonio geológico-minero, así como la intervención de profesionales de diferentes especialidades de la Geología para la puesta en valor fundamentada de los geositos de acuerdo a su interés geológico principal para la elaboración final del documento Dossier a presentar a UNESCO. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que existe el riesgo de no llegar a alcanzar la aprobación por parte de la UNESCO. Por ello, es importante tomar en cuenta las estrategias presentadas anteriormente, ya que hay debilidades y amenazas que es fundamental contrarrestar.

Para este trabajo, solo se han tomado los aspectos geológicos del Dossier, sin embargo, este documento exige también la puesta en valor del patrimonio cultural. El costo aproximado para un año de inversión inicial considerando los 9 geositos y 2 sitios mineros estudiados en este trabajo es de aproximadamente \$ 95.895,00 y puede ser implementado en futuros trabajos del proyecto Geoparque. En la Tabla 4.7 se detallan los costos del proyecto:

Tabla 4.7 Detalle de costos inicial presupuestado para el primer año.

CÓDIGO	RUBROS	TOTAL, PRESUPUESTO AL MES (\$)	TOTAL, PRESUPUESTO AL AÑO (\$)
	GASTOS CORRIENTES		
	GASTOS EN PERSONAL		
000	- Honorarios Profesionales/Experto en Geología.	1.100,00	13.200,00
001	- Honorarios Profesionales/Asistente de geólogo.	500,00	6.000,00
002	- Honorarios Profesionales/Chofer	425,00	5.100,00

CÓDIGO	RUBROS	TOTAL, PRESUPUESTO AL MES (\$)	TOTAL, PRESUPUESTO AL AÑO (\$)
	GASTOS CORRIENTES		
	GASTOS EN PERSONAL		
003	- Honorarios Profesionales/Personal de mantenimiento.	850,00	10.200,00
	BIENES Y SERVICIOS DE CONSUMO		
004	- Transporte de personal	200,00	2.400,00
005	- Fletes y maniobras	100,00	1.200,00
006	- Gastos de mantenimiento de maquinarias y equipos	60,00	720,00
007	- Gastos de mantenimiento de vehículos	120,00	1.440,00
008	- Combustibles y lubricantes	300,00	3.600,00
009	- Otros servicios generales (Servicios de análisis y pruebas químicas y otros).	33,33	400,00
010	- Equipos e instrumentos de geología	117,08	1.405,00
011	- Maquinaria y utensilios de limpieza	50,00	600,00
012	- Viáticos y subsistencias al interior	720,00	8.640,00
013	- Edición, impresión, reproducción y publicaciones	20,00	240,00
014	- Honorarios profesionales/ Experto en diseño gráfico (sitio web, difusión, información y publicidad) (Subcontrato)	1.000,00	5.000,00
015	- Acondicionamiento mínimo de infraestructura, logística y operación de geositorios (Subcontrato)	2.000,00	22.000,00
016	- Acondicionamiento de atriles informativos (Subcontrato)	1.250,00	13.750,00
	TOTAL GASTOS AL AÑO	8.845,41	95.895,00



Figura 4.11 Modelo de atril informativo para el acondicionamiento de los geositorios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

Obtenido de [Rull Signal, 2013]

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Este trabajo sienta las bases que permitirán desarrollar el Dossier del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” para presentarlo a la UNESCO. La propuesta de proyecto plantea el aprovechamiento y conservación de la geodiversidad y patrimonio geológico-minero del territorio. Además, supone una vía alternativa de desarrollo para pequeño minero, artesano, agricultor y ganadero potenciando el crecimiento de su economía a través del geoturismo.
- Como resultado más destacable, este trabajo ha permitido elaborar un inventario y diagnóstico de 50 geositos y sitios mineros, incluyendo la identificación, importancia y descripción fundamentada de los sitios lo que ha permitido identificar tanto su estado actual como las necesidades de los sitios inventariados. Todo ello es el punto de partida para las investigaciones futuras sobre su interés geológico principal.
- Los 9 geositos y 2 sitios mineros representativos del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” y seleccionados en este trabajo (mina turística, museo mineralógico, aguas termales, laguna y cascadas) mostraron ser enclaves emblemáticos de geodiversidad y desarrollo geoturístico. Además, podrían figurar como geositos base para la propuesta a UNESCO, atendiendo a las estrategias propuestas en este trabajo.
- La visita de campo a seis geositos (1 valorado anteriormente y 5 valorados por primera vez en este trabajo) permitió completar la información relativa a identificación, importancia y descripción en la base de datos del proyecto, mediante fichas de identificación y caracterización geológica y análisis de muestras de roca.

- Los 5 geositos valorados en este trabajo por el método IELIG-P1 v-2018 son de Alto interés geológico en su valor global (VG) con una ponderación mayor en su valor turístico (VT), distinguiéndose dentro del territorio como sitios turísticos. Los 6 geositos y sitios mineros restantes, ya valorados en trabajos previos, mostraron Alto y Muy Alto VG, destacando sus valores científico y didáctico (VC y VD), respectivamente.
- La aplicación de la segunda parte de la metodología IELIG-P2 v-2018 determinó un RDN Bajo/Medio y un RDA fue Medio/Alto para el geosito correspondiente al Cerro El Calvario (G6). Por ello, se debería priorizar este geosito para la adopción de medidas de protección y geoconservación inmediatas por parte de las autoridades competentes.
- La selección de estrategias de geoconservación con criterio de expertos en la propuesta del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”, permitió identificar las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) presentes en los geositos inventariados y analizados en este trabajo. Además, con estas acciones se prevé preservar, restaurar y divulgar los geositos y sitios mineros identificados.

5.2 Recomendaciones

- Incentivar y promocionar el componente científico y didáctico de los geositos y sitios mineros analizados en este trabajo, de manera que se desarrollen futuras investigaciones dentro del campo de las ciencias de la tierra (geomorfológico, volcánico, tectónico, petrográfico, hidrogeológico). Como ejemplo, se podría ampliar el análisis macroscópico de las muestras de roca recogidas en este trabajo, llevando a cabo su análisis microscópico a través de láminas delgadas, lo que permitirá interpretar mejor su geología.
- Reclasificar algunos geositos y sitios de interés minero propuestos en el inventario del proyecto geoparque, ya que algunos no contienen un componente geológico de carácter único o en principio se destacó su

interés minero. Esto también incluiría asignar una clasificación de sitio específica (no geositio) a miradores/puntos de observación, sitios turísticos y culturales. Estos sitios deben ser clasificados como recursos del proyecto geoparque, ya que son fundamentales para la base de datos en SIG del proyecto. Se recomienda distinguir y separar la siguiente clasificación: geositios (incluyendo aquí, si es factible, los sitios de interés minero que tengan relevancia geológica), miradores o puntos de observación, museos y centros de interpretación.

- Renombrar algunos geositios y sitios mineros para ser tratados dentro del inventario del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” a presentar a UNESCO, donde el primer nombre lleve como palabra principal su interés geológico (ej. “Mina turística El Sexmo” por “Yacimiento de oro en la mina turística El Sexmo”), sin importar la extensión que pueda tener el nombre del sitio. Sin embargo, pueden llevar ambos nombres en los paneles informativos (nombre geocientífico y popular). Esta recomendación surgió tras una entrevista con los asesores técnicos y geólogos del Geoparque Montañas do Courel en Galicia (España), como parte de la investigación de este trabajo.
- Adaptar una metodología similar a la propuesta, pero acorde a las necesidades del territorio del proyecto geoparque, por lo que sus valores pueden variar y tener una tendencia más positiva, es decir, cumplir con ciertos parámetros (como el uso de los geositios) en el pasado y la actualidad, que los potencian para el desarrollo geoturístico. Esta consideración importante, surgió tras una entrevista presencial con uno de los autores de la metodología IELIG y experto en patrimonio geológico minero, el Dr. Luis Carcavilla Urquí (investigador en patrimonio geológico minero del Instituto Geológico y Minero de España, IGME).
- Mantener un asesoramiento virtual con los expertos internacionales del “Geoparque Montañas do Courel” y el comité del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” para incentivar a las autoridades la importancia del proyecto y los

resultados obtenidos a medio y largo plazo para el desarrollo sostenible del territorio.

- Ejecutar algunas estrategias de divulgación del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” a la comunidad como la inversión de material didáctico y turístico del proyecto para dar a conocer los geositos y sitios mineros considerados, realizar talleres y expoferias dirigidas a la comunidad sobre las oportunidades del proyecto y sus beneficios a medio y largo plazo. Además, de crear conciencia y dar valor al patrimonio geológico-minero desde una perspectiva de desarrollo geoturístico y sostenible para infundir la geoconservación de sus geositos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar-Aguilar, M., Blanco-Torrens, R., Borja-Bernal, C., Briones-Bitar, J., Carrión-Mero, P., & Morante-Carballo, F. (2019). Caracterización geomecánica y análisis de las afectaciones del macizo rocoso en el casco urbano de Zaruma, Ecuador. *Proceedings of the 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities."* <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.362>
- Ammirati, L., Mondillo, N., Rodas, R. A., Sellers, C., & Martire, D. Di. (2020). Monitoring land surface deformation associated with gold artisanal mining in the Zaruma City (Ecuador). *Remote Sensing*, 12(13), 1–17. <https://doi.org/10.3390/rs12132135>
- Andrasanu, A. (2006). Basic concepts in geoconservation. *Mesozoic and Cenozoic Vertebrates and Paleoenvironments. Tributes to the Career of Professor Dan Grigorescu*, 10, 37–41.
- ARCOM. (2019). *Proyecto de seguimiento, control y evaluación de labores mineras en el distrito Zaruma-Portovelo*.
- Arellano-Guerrón, S. L., Arroyo-Mera, D. M., Carrión-Albuja, E. A., & Merizalde-Leiton, C. E. (2019). Geoparques mundiales de la UNESCO y su importancia en el desarrollo sostenible de las comunidades. Estudio de caso: "Geoparque Imbabura." *Siembra*, 6(1), 93–108. <https://doi.org/10.29166/siembra.v6i1.1710>
- Ballesteros, D., Vila, R., Barros, X. C., Álvarez, I., Caldevilla, P., Llorente, M., García-Ávila, M., Agrados, L., Rodríguez-Rodríguez, L., & Alemparte, M. (2019). Integración de datos multidisciplinares mediante un SIG como base documental del proyecto de Geoparque Mundial de la Unesco "Montañas do Courel" (España). *Cuadernos Del Museo Geominero*, 30, 241–247.
- Berrezueta-Alvarado, T. (2006). *Análisis turístico de la Ruta Zaruma Guizhaguiña* [Título profesional, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Académico de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/1771>
- Berrezueta, E., Ordóñez- Casado, B., Espinoza- Santos, C., Loayza- Ramírez, J., Carrión- Mero, P., Morante- Carballo, F., & Bonilla, W. (2021b). Caracterización mineralógica y petrográfica de las vetas Vizcaya, Octubrina y Gabi del yacimiento

- aurífero epitermal Zaruma-Portovelo, Ecuador. *Boletín Geológico y Minero*, 132(4), 421–437. <https://doi.org/10.21701/bolgeomin.132.4.004>
- Berrezueta, E., Ordóñez-Casado, B., Bonilla, W., Banda, R., Castroviejo, R., Carrión, P., & Puglla, S. (2016). Ore Petrography Using Optical Image Analysis: Application to Zaruma-Portovelo Deposit (Ecuador). *Geosciences*, 6(2), 30. <https://doi.org/10.3390/geosciences6020030>
- Berrezueta, E., Sánchez-Cortez, J. L., & Aguilar-Aguilar, M. (2021a). Inventory and Characterization of Geosites in Ecuador: a Review. *Geoheritage*, 13(4), 93. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00619-y>
- Blacio-Torres, A., & García-Espinoza, V. (2021). *Aplicación electroquímica para tratar aguas fluviales contaminadas por complejos mineros: Caso Río Calera, sector “El Pache” provincia de El Oro*. [Título profesional, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Académico de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53885>
- Bonilla-Guevara, W. R. (2009). *Metalogenia del Distrito minero Zaruma-Portovelo, República del Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad de Buenos Aires]. Repositorio de tesis de la Universidad de Buenos Aires. <http://catalogosuba.sisbi.uba.ar/vufind/Record/201603080901532987/Details>
- Capa-Benítez, L., Sotomayor-Pereira, J., & Vega-Jaramillo, F. (2018). La provincia de El Oro. Algunas consideraciones de los sectores productivos y empresariales. In C. R. 2017 (Ed.), *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (UTMACH). www.utmachala.edu.ec
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García Cortés, Á., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A., & Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. In *Instituto Geológico y Minero de España*. Edición Parques Nacionales.
- Carrillo-Cevallos, F. H. (2009). *Planeamiento geológico minero aplicado al desarrollo sustentable a la Ruta del Oro* [Tesis profesional, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Académico de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6097>
- Carrión-Mero, P., Herrera-Franco, G., Briones-Bitar, J., Caldevilla, P., Domínguez-Cuesta, M., & Berrezueta, E. (2018). Geotourism and Local Development Based on Geological and Mining Sites Utilization, Zaruma-Portovelo, Ecuador. *Geosciences*, 8(6), 205. <https://doi.org/10.3390/geosciences8060205>
- Carrión-Mero, P., Herrera-Narváez, G., Herrera-Franco, G., Sánchez-Zambrano, E.,

- Mata-Perelló, J., & Berrezueta, E. (2021b). Assessment and Promotion of Geotouristic and Geomining Routes as a Basis for Local Development: A Case Study. *Minerals*, 11(4), 351. <https://doi.org/10.3390/min11040351>
- Carrión-Mero, P., Loo-Oporto, O., Andrade-Ríos, H., Herrera-Franco, G., Morante-Carballo, F., Jaya-Montalvo, M., Aguilar-Aguilar, M., Torres-Peña, K., & Berrezueta, E. (2020). Quantitative and Qualitative Assessment of the “El Sexmo” Tourist Gold Mine (Zaruma, Ecuador) as A Geosite and Mining Site. *Resources*, 9(3), 28. <https://doi.org/10.3390/resources9030028>
- Carrión-Mero, P., Montalván-Burbano, N., Herrera-Narváez, G., & Morante-Carballo, F. (2021a). Geodiversity and Mining Towards the Development of Geotourism: A Global Perspective. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 16(2), 191–201. <https://doi.org/10.18280/ijdne.160209>
- Cedillo-Espinoza, J. P. (2018). *Litología y valoración estratigráfica en leyes de oro de un placer aluvial y modelamiento mediante SimSched* [Título profesional, Universidad del Azuay]. Repositorio Académico de la Universidad del Azuay <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8417>
- Chew, D.M., Schaltegger, U., Kosler, J., Whitehouse, M.J., Gutjahr, M., Spikings, R.A., & Miskovic, A. (2007). U-Pb geochronologic evidence for the evolution of the Gondwanan margin of the north-central Andes. *Geological Society of America Bulletin*, 119(5–6), 697–711. <https://doi.org/10.1130/B26080.1>
- Chiaradia, M., Fontboté, L., & Beate, B. (2004). Cenozoic continental arc magmatism and associated mineralization in Ecuador. *Mineralium Deposita*, 39(2), 204–222. <https://doi.org/10.1007/s00126-003-0397-5>
- Cruz, R., Martínez-Graña, A., Goy, J. L., & Nogueira, N. (2021). Analysis of the Geological Heritage and Geodiversity Index of Two Mountainous Areas in Spain: Béjar and El Barco Massifs. *Geoheritage*, 13(3), 62. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00587-3>
- Delgado, J., Barba-Brioso, C., Ayala, D., Boski, T., Torres, S., Calderón, E., & López, F. (2019). Remediation experiment of Ecuadorian acid mine drainage: geochemical models of dissolved species and secondary minerals saturation. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(34), 34854–34872. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06539-3>
- Dowling, R. K. (2011). Geotourism’s Global Growth. *Geoheritage*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s12371-010-0024-7>

- Dowling, R. K. (2013). Global Geotourism – An Emerging Form of Sustainable Tourism. *Czech Journal of Tourism*, 2(2), 59–79. <https://doi.org/10.2478/cjot-2013-0004>
- El Comercio. (2019, September 11). *Un socavón reaparece en zona de exclusión minera de Zaruma*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/socavon-escuela-zaruma-mineria-ilegal.html>
- El Comercio. (2021). Un nuevo socavón pone en alerta al cantón Zaruma, en El Oro. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/socavon-mineria-zaruma-riesgo-viviendas.html>
- El Universo. (2017). Otro socavón pone casas en riesgo en Zaruma. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2017/02/21/nota/6057931/otro-socavon-pone-casas-riesgo/>
- El Universo. (2021, December 18). *Socavón en Zaruma: un problema que no solo atañe a la minería ilegal*. <https://www.eluniverso.com/noticias/ecuador/socavon-en-zaruma-un-problema-que-no-solo-atane-a-la-mineria-ilegal-nota/>
- Enríquez-Pérez, B. A. (2021). *Geología del Complejo Arqueológico Yacuvíña: cantón Atahualpa-El Oro* [Título profesional, Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Académico de la Universidad Central del Ecuador. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/23262>
- Ferraro, F. X., Schilling, M. E., Baeza, S., Oms, O., & Sá, A. A. (2020). Bottom-up strategy for the use of geological heritage by local communities: Approach in the “Litoral del Biobío” Mining Geopark project (Chile). *Proceedings of the Geologists’ Association*, 131(5), 500–510. <https://doi.org/10.1016/j.pgeola.2020.06.001>
- GAD Atahualpa. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDyOT) del cantón Atahualpa 2014 - 2019*.
- GAD Chilla. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Chilla*.
- GAD El Oro. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial El Oro*. In *GADP de El Oro*.
- GAD Piñas. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal de Piñas*.
- GAD Portovelo. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantonal de Portovelo*.
- GAD Zaruma. (2014). *Actualización Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Zaruma, El Oro*.
- García-Cortés, Á., & Carcavilla-Urquí, L. (2013). *Documento Metodológico para la Elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*. Área

de Investigación En Patrimonio Geológico y Minero Del IGME.

- García-Cortés, A., Carcavilla, L., Díaz- Martínez, E., & Vegas, V. (2018). *Documento metodológico para la elaboración del Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG)*.
- Geijzendorffer, I.R., Cohen-Shacham, E., Cord, A.F., Cramer, W., Guerra, C., & Martín-López, B. (2017). Ecosystem services in global sustainability policies. *Environmental Science & Policy*, *74*, 40–48. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.04.017>
- Gordon, J.E., Brazier, V., Hansom, J.D., & Werritty, A. (2021). Scotland's Geomorphological Heritage and Its Conservation. In *World Geomorphological Landscapes* (pp. 481–494). https://doi.org/10.1007/978-3-030-71246-4_29
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Alvarado, N., Morante-Carballo, Fernando Maldonado, A., Caldevilla, P., Briones-Bitar, J., & Berrezueta, E. (2020c). Geosites and Georesources to Foster Geotourism in Communities: Case Study of the Santa Elena Peninsula Geopark Project in Ecuador. *Sustainability*, *12*, 44–84. <https://doi.org/10.3390/su12114484>
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Morante-Carballo, F., Herrera-Narváez, G., Briones-Bitar, J., & Blanco- Torrens, R. (2020b). Strategies for the development of the value of the mining-industrial heritage of the Zaruma-Portovelo, Ecuador, in the context of a geopark project. *International Journal of Energy Production and Management*, *5*(1), 48–59. <https://doi.org/10.2495/EQ-V5-N1-48-59>
- Herrera-Franco, G., Montalván-Burbano, N., Carrión-Mero, P., Apolo-Masache, B., & Jaya-Montalvo, M. (2020a). Research Trends in Geotourism: A Bibliometric Analysis Using the Scopus Database. *Geosciences*, *10*(10), 379. <https://doi.org/10.3390/geosciences10100379>
- IIGE. (2019). *Mapa Geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1000000*. Instituto de Investigación Geológico y Energético - IIGE.
- Lalangui-Ramírez, J.I. (2017). Potencialización del ecoturismo inteligente en la finca de conservación “Rivera de los vencejos”, cantón Piñas, provincia de El Oro-Ecuador. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, *17*, 14. <https://doi.org/10.47189/rcct.v17i14.113>
- Lalangui-Ramírez, J.I. (2021). *Contribución a las potencialidades de los destinos turísticos de la provincia de El Oro-Ecuador* [Tesis doctoral, Universidad de Alicante]. Repositorio de tesis de la Universidad de Alicante.

<http://hdl.handle.net/10045/115498>

- Lama-Larenas, P. A., Mora-Chaparro, J. C., Gomez-Romero, J., Canet, C., Cruz-Pérez, M. Á., García-Alonso, E. J., & Salgado-Martínez, E. (2021). Comments on “UNESCO Global Geoparks in Latin America and the Caribbean, and Their Contribution to Agenda 2030 Sustainable Development Goals” (Rosado-González et al. 2000, *Geoheritage* 12: 1-15, 2020). *Geoheritage*, 13(1), 20. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00546-y>
- MAGAP-PRAT. (2015a). *Memoria Técnica Cantón Atahualpa / Bloque 2 . 5 Proyecto : “Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1:25.000, Lote 2.”*
- MAGAP-PRAT. (2015b). *Memoria Técnica del Cantón Piñas. Proyecto “Levantamiento de Cartografía Temática Escala 1:25.000, Lotes 1 y 2.”*
- Massa, P., Del Cisne Arcos, R., & Maldonado, D. (2018). Minería a gran escala y conflictos sociales: un análisis para el sur de Ecuador. *Problemas Del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, 49, 194. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.194.63175>
- Mata-Perelló, J. & Costa, F. (2014). La minería y los geoparques mineros. *Minería Sostenible: Conferencia Internacional 09 (Pp. 711-722).*, 9, 711–722.
- Matamoros-Condoy, H. A. (2015). *Estudio fluviomorfológico del río San Agustín en el sitio Vega Rivera cantón Santa Rosa provincia de El Oro y su incidencia en el libre aprovechamiento de materiales pétreos.* [Título profesional, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Académico de la Universidad Técnica de Machala. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5948>
- MINTUR. (2004). *Servicios MINTUR - Portal Servicios MINTUR.* <https://servicios.turismo.gob.ec/index.php/30-servicios-mintur>
- Mirari, S., Aoulad-Sidi-Mhend, A., & Benmlih, A. (2020). Geosites for Geotourism, Geoheritage, and Geoconservation of the Khnefiss National Park, Southern Morocco. *Sustainability*, 12(17), 7109. <https://doi.org/10.3390/su12177109>
- Morante-Carballo, F., Herrera-Narváez, G., Jiménez-Orellana, N., & Carrión-Mero, P. (2020). Puyango, Ecuador petrified forest, a geological heritage of the cretaceous albian-middle, and its relevance for the sustainable development of geotourism. *Sustainability (Switzerland)*, 12(16). <https://doi.org/10.3390/su12166579>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y sus Objetivos de Desarrollo Sostenible.* <https://doi.org/10.5354/0719-4633.2018.52077>
- Newsome, D., Dowling, R., & Leung, Y.-F. (2012). The nature and management of

- geotourism: A case study of two established iconic geotourism destinations. *Tourism Management Perspectives*, 2(3), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2011.12.009>
- Nieto, L. M. (2015). Geodiversidad : propuesta de una definición integradora. *Boletín Geológico y Minero*, 112(2), 3–12.
- Oliva-González, A. O., & Ruiz-Pozo, A. F. (2015). *Inestabilidad del terreno en zonas urbanas de Zaruma y Portovelo . Factores condicionantes y desencadenantes. Grupo ITEICO Euroamericano.*
- Oliva-González, A. O., Ruiz Pozo, A. F., & Gallardo Amaya, R. J. (2017). Inestabilidad del terreno en zonas de actividad minera: caso ciudad de Zaruma, Ecuador. *Redes de Ingeniería*, 8(2), 69–81. <https://doi.org/10.14483/2248762X.12116>
- Ollague, J., Capa, L., Novillo, E., Sánchez, T., SánchezZ, L., & Garcia, M. (2019). Variables sociales, económicas y productivas como referente de posicionamiento nacional de la provincia de El Oro, Ecuador. *Revista Espacios*, 40(37), 13–19.
- Palacios-Sotomayor, A. (2008). Propuesta de una Ruta Turística Alternativa en la Parte Alta de la Provincia de El Oro (Piñas, Zaruma, Portovelo) para los estudiantes de Turismo de la Provincia de Azuay [Título profesional, Universidad del Azuay]. Repositorio Académico de la Universidad del Azuay. In *Universidad del Azuay*. <https://www.revistaespacios.com/a19v40n37/19403713.html>
- Panta-Lucas, J. (1998). El Contexto Geológico de las ocurrencias de oro en la cordillera occidental al este de Ponce Enriquez (Provincia del Azuay y de El Oro, Ecuador) [Título profesional, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Académico de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/32466>
- Paredes-Pozo, D. C. (2013). *¿Después de la minería que?: análisis del impacto socioeconómico y ambiental de la minería: caso South American Development Company (SADCO - CIMA), Portovelo y Zaruma - El Oro - Ecuador.* [Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales Sede Ecuador]. <http://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/5943>
- Pérez-Muñiz, J. M. (2019). *Particularidades geológicas y petrológicas de los cerros Zaruma Urcu y Santa Bárbara; distrito minero Zaruma-Portovelo, Provincia de El Oro* [Título profesional, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Académica de la Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/39860>
- Poch-Serra, J. (2019). *Revisión y propuesta de mejora del modelo de gestión de la*

- geodiversidad de los Geoparques Mundiales de la UNESCO* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona]. Repositorio de tesis de la Universidad Autónoma de Barcelona]. <https://hdl.handle.net/10803/668094>
- Prada-Trigo, J. (2017). Governance and Territorial Development in Ecuador: The Plan Nacional del Buen Vivir in Zaruma, Piñas and Portovelo. *Journal of Latin American Studies*, 49(2), 299–326. <https://doi.org/10.1017/S0022216X16001474>
- Riel, N., Matelat, J.-E., Guillot, S., Jaillard, E., Monié, P., Yuquilema, J., Duclaux, G., & Mercier, J. (2014). Fore arc tectonothermal evolution of the El Oro metamorphic province (Ecuador) during the Mesozoic. *Tectonics*, 33(10), 1989–2021. <https://doi.org/10.1002/2014TC003618>
- Rodrigues, J., Neto de Carvalho, C., Ramos, M., Ramos, R., Vinagre, A., & Vinagre, H. (2021). Geoproducts – Innovative development strategies in UNESCO Geoparks: Concept, implementation methodology, and case studies from Naturtejo Global Geopark, Portugal. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 9(1), 108–128. <https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2020.12.003>
- Rojas-López, J. (2005). Los desafíos del estudio de la geodiversidad. *Revista Geográfica Venezolana*, 46(1), 143–152.
- Roman-Romero, A. (2016). Desarrollar un análisis descriptivo del principal ingreso en la provincia de El Oro comparando con los ingresos agrícolas ganaderos y mineros [[Título profesional, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Académico de la Universidad Técnica de Machala]. In *Utmach*. <https://doi.org/1390-9304>
- Rull Signal. (2013). *Atril turístico. Señalización patrimonial | RULL Signal*. https://www.rullsignal.com/es/senalizacion-patrimonial/senalizacion-turistica/atril-turistico_206
- Schuchová, K., & Lenart, J. (2020). Geomorphology of old and abandoned underground mines: Review and future challenges. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, 44(6), 791–813. <https://doi.org/10.1177/0309133320917314>
- Sharples, C. (2002). Concepts and Principles of Geoconservation. In *Tasmanian Parks & Wildlife Service website* (Vol. 3).
- Sumanapala, D., Kubalíková, L., & Wolf, I. D. (2021). Assessing Geosites for Geotourism Development: Case Studies from the Southern Part of Sri Lanka. *Geoheritage*, 13(4), 85. <https://doi.org/10.1007/s12371-021-00608-1>
- Torres-Ríos, J. A. (2015). *Estudio de un sistema de generación de energía eléctrica en canal abierto mediante la rueda hidráulica en el río Arenillas, El Oro Ecuador*.

[Título profesional, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Académico de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

- Turner-Carrión, M., Carrión-Mero, P., Turner-Salamea, I., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Zambrano- Ruiz, K., & Berrezueta, E. (2021). A Mineralogical Museum as a Geotourism Attraction: A Case Study. *Minerals*, 11(6), 582. <https://doi.org/10.3390/min11060582>
- Van Thournout, F., Salemink, J., Valenzuela, G., Merlyn, M., Boven, A., & Muchez, P. (1996). Portovelo: a volcanic-hosted epithermal vein-system in Ecuador, South America. *Mineralium Deposita*, 31(4), 269–276. <https://doi.org/10.1007/BF02280791>
- Velásquez-López, P. C., Veiga, M. M., & Hall, K. (2010). Mercury balance in amalgamation in artisanal and small-scale gold mining: identifying strategies for reducing environmental pollution in Portovelo-Zaruma, Ecuador. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 226–232. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.10.010>
- Villafuerte- Holguin, I., & Barrazueta- Quevedo, A. (2005). *Desarrollo turístico de la ruta del Oro y su área de influencia en los cantones Zaruma y Portovelo* [Título profesional, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio Académico de la Escuela Superior Politécnica del Litoral. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/4623>
- Wallrabe-Adams, H. J. (1990). Petrology and geotectonic development of the Western Ecuadorian Andes: the Basic Igneous Complex. *Tectonophysics*, 185(1–2), 163–182. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(90\)90411-Z](https://doi.org/10.1016/0040-1951(90)90411-Z)
- Wang, R., Liu, Z., Hollings, P., Zhou, X., Guo, Y., Li, B., Yu, M., Yang, B., Mao, X., & Lai, J. (2021). Fluid evolution of the Humedo porphyry-related gold deposit, southern Ecuador: Evidence from the boron isotope and chemical variations of tourmaline. *Ore Geology Reviews*, 128, 103894. <https://doi.org/10.1016/j.oregeorev.2020.103894>

APÉNDICES

APÉNDICE 1.

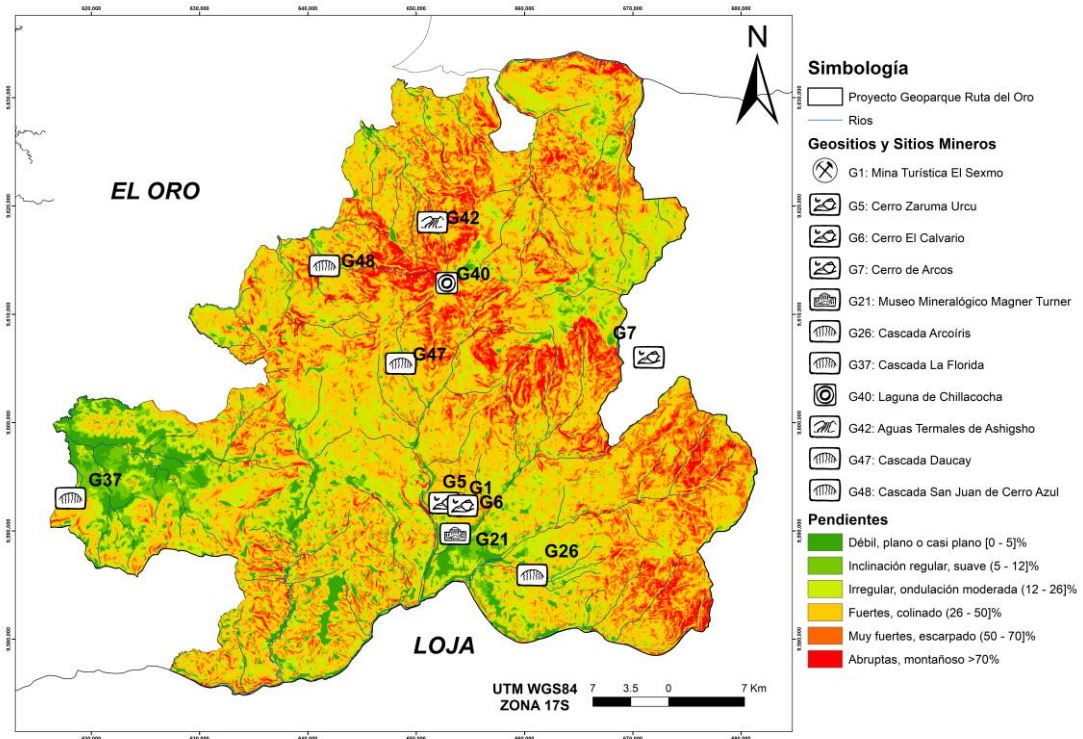


Figura 5.1 Mapa de pendientes del territorio del proyecto “Geoparque Ruta del Oro” y los geositos y sitios mineros estudiados en este trabajo.

APÉNDICE 2.

CIPAT-069
21-09-2021

Ingeniero
Ricardo Christian Moncayo Moncada
Gerente Administrativo

Estimado Ingeniero,

Por medio del presente solicito su autorización para la salida de los equipos que se mencionan en la tabla, a su vez para que se realice el trámite correspondiente de cobertura de seguro. Cabe indicar que los equipos serán utilizados en una salida de campo, en el marco del proyecto de investigación titulado **"Propuesta de Geoparque Ruta del Oro y su incidencia en el desarrollo territorial"**. Esta actividad se la desarrollará los días **jueves 23 y viernes 24 de septiembre 2021** en la provincia de **El Oro**, cantones **Portovelo, Chilla, Piñas, Atahualpa y Zaruma**. Cabe recalcar que los equipos retornarán a la ESPOL el día **viernes 24 de septiembre de 2021**.

Cantidad	Equipo	Marca	Origen	Código
1	GPS	GARMIN	CIPAT	092069
1	BRUJULA	BRUNTON	CIPAT	108427

Particular que informo para los fines pertinentes.

Cordialmente,



Firmado digitalmente por:
PAUL CESAR
CARRION MERO

Ing. Paúl Carrión Mero, PhD.
Director CIPAT-ESPOL

Figura 5.2 Solicitud de autorización para salidas de equipos utilizados en campo.

APÉNDICE 3.

LISSETH PACHECO
ANALISTA DE OPERACIONES

 Ecuatoriano Suiza
COMPAÑÍA DE SEGUROS

CALIFICACIÓN DE RIESGO
AAA

(593-4) 3731515 Ext: 119 099 530 3426 www.ecuasuiza.ec @ecuasuiza

 Imprime este correo solo si es necesario.

El mar, 21 sept 2021 a las 13:05, Mayra Andrea Romero Aguirre (<marromero@espol.edu.ec>) escribió:
Estimadas:

Se comunica la salida de bienes para ser utilizados en una salida de campo a realizarse en la provincia de El Oro, cantones: Portovelo, Chilla, Piñas, Atahualpa y Zaruma, los días 23 y 24 de septiembre del presente año. Los equipos retornaran a ESPOL el 24 de septiembre/21.

Detalle de salida y equipos:

- Lugar: provincia de El Oro, cantones: Portovelo, Chilla, Piñas, Atahualpa y Zaruma
- Custodio y/o usuario responsable: Ing. Paul Carrión Mero
- Valor: 1.452

CODIGO	DESCRIPCION	RAMO	RUBRO	VALOR
92069	GPS: GARMIN GPS MAP 62SC/	EQUIPO ELECTRONICO	EQUIPO PORTATIL	862,0
108427	BRUJULA: 5369070/BRUJULA DE PRECISION PARA LEVANTAMIENTOS TOPOGRAFICOS/O/C UAS-2015-748	EQUIPO ELECTRONICO	EQUIPO PORTATIL	590,0

Saludos,

 **Escola Superior Politécnica del Litoral**

Ing. Mayra Romero Aguirre
Ayudante de Servicios Administrativos
Oficina de Seguros Generales - Gerencia Financiera
Teléf. :(+593 4) 2269269 Ext. 1189
www.espol.edu.ec

De: Ricardo Christian Moncayo Moncada <rcmoncay@espol.edu.ec>

Enviado: martes, 21 de septiembre de 2021 12:53

Para: Gabriela Beatriz Arambulo Castro <gbarambu@espol.edu.ec>; Ariana Denisse Flores Almendariz <arflores@espol.edu.ec>; Carlos Ivan Ugalde Ponce <cigualde@espol.edu.ec>

Cc: Mayra Andrea Romero Aguirre <marromero@espol.edu.ec>; Paul Cesar Carrion Mero <pcarrion@espol.edu.ec>

Asunto: RE: Oficio CIPAT-069 Autorización salida de equipos

ok se autoriza la salida de los bienes

Ing. Ricardo Moncayo M.

Gerente Administrativo

De: Gabriela Beatriz Arambulo Castro <gbarambu@espol.edu.ec>

Enviado: martes, 21 de septiembre de 2021 12:39

Para: Ricardo Christian Moncayo Moncada <rcmoncay@espol.edu.ec>

Cc: Mayra Andrea Romero Aguirre <marromero@espol.edu.ec>; Paul Cesar Carrion Mero <pcarrion@espol.edu.ec>

Asunto: Oficio CIPAT-069 Autorización salida de equipos

Estimado Ing. Moncayo,

Por medio del presente adjunto envío el oficio CIPAT-069 en el que se solicita su autorización para la salida de los equipos **GPS y brújula** a su vez para que se realice el respectivo trámite de

Figura 5.3 Autorización de salida de equipos para las visitas de campo.

APÉNDICE 4.



Figura 5.4 Resultados estadísticos de localización según el sector de los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

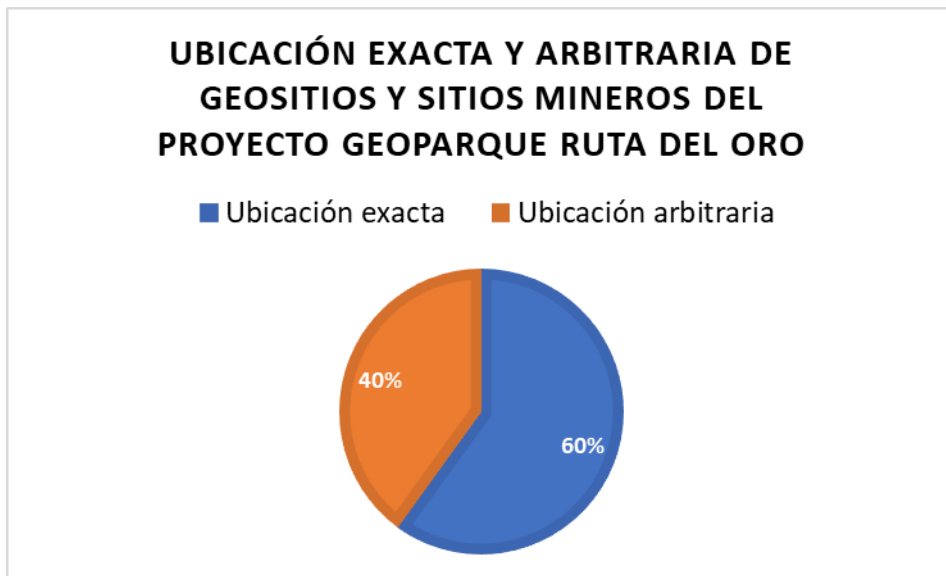


Figura 5.5 Resultados estadísticos de ubicación exacta de los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

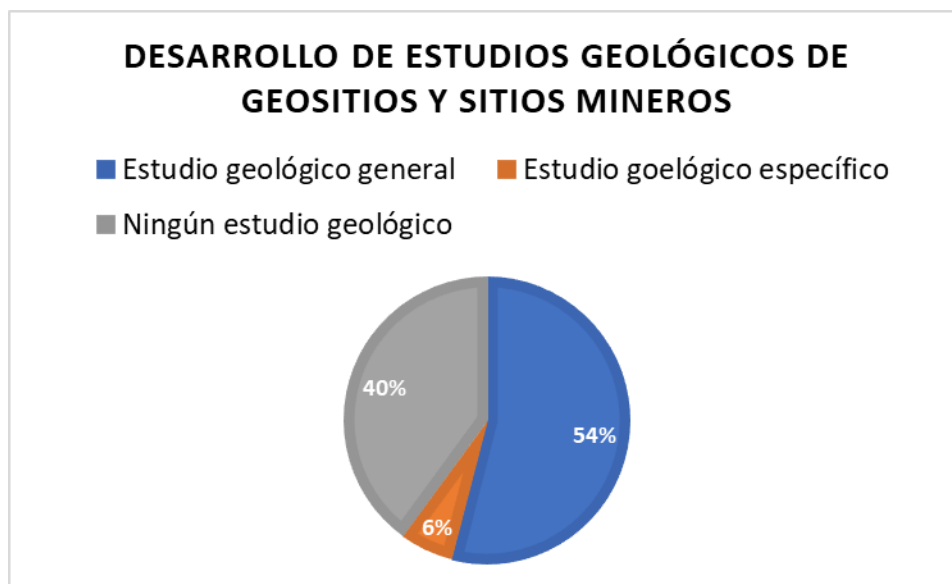


Figura 5.6 Resultados estadísticos según estudios geológicos realizados en los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

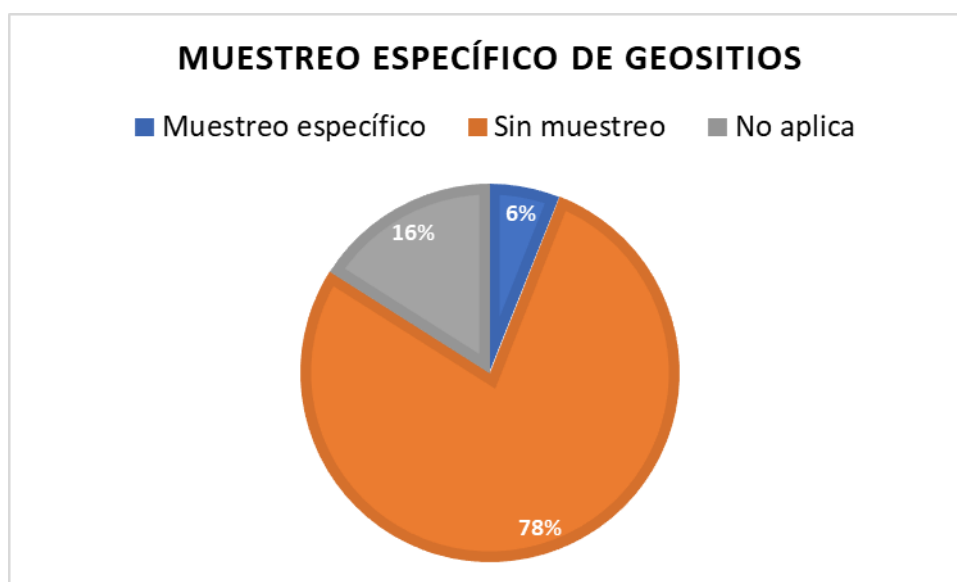


Figura 5.7 Resultados estadísticos según muestreo geológico específicos en los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

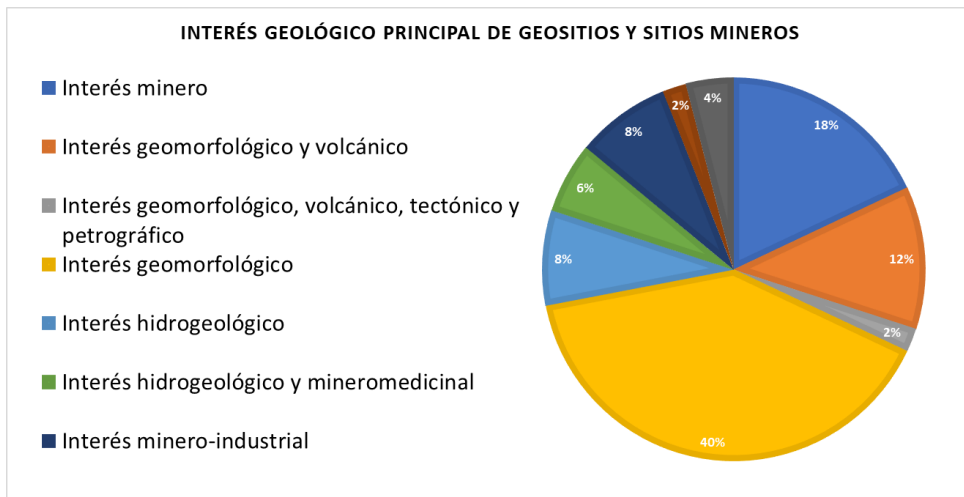


Figura 5.8 Resultados estadísticos según interés geológico principal de los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.



Figura 5.9 Resultados estadísticos según valoraciones por método IELIG en los geositios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

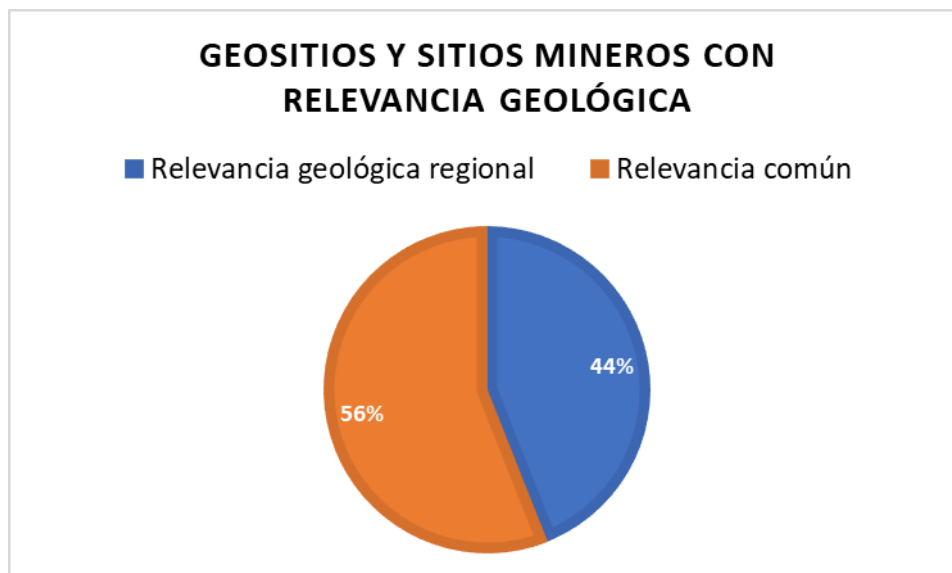


Figura 5.10 Resultados estadísticos según la relevancia geológica de los geositorios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.



Figura 5.11 Resultados estadísticos según registro fotográfico en los geositorios y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

GEOSITIOS Y SITIOS MINEROS CON FIGURA DE PROTECCIÓN

■ Figura de protección ■ Sin protección

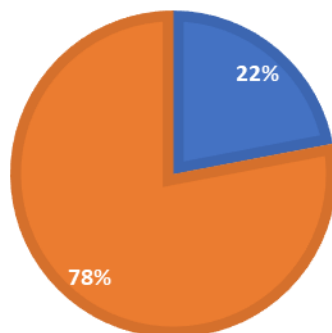


Figura 5.12 Resultados estadísticos según figura de protección de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

GEOSITIOS Y SITIOS MINEROS CON SEÑALIZACIÓN

■ Señalización ■ Ninguna señalización

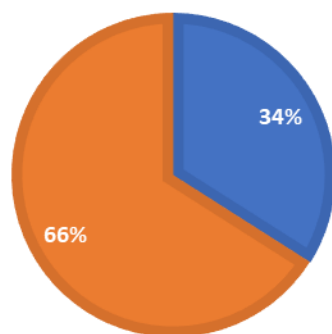


Figura 5.13 Resultados estadísticos según señalización de los geositos y sitios mineros del proyecto “Geoparque Ruta del Oro”.

APÉNDICE 5.

Tabla 5.1 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geosítio Cascada Arcoíris en Portovelo.

Tabla 1. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque								
A. Datos Generales								
IDENTIFICACIÓN								
No.	G26		Nombre:		Cascada Arcoiris			
Coordenadas (UTM WGS 84)	X:	660709.01	Y:	9585910.63	Z:	908 m.s.n.m.		
Ubicación/dirección:	Sector Loma Larga de la Parroquia Curtinápac-Via Portovelo							
Geoesdero:								
Código de Fotografía:	G26_001							
DATOS DESCRIPTIVOS								
Tipo de interés / Fenómeno	<input checked="" type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input checked="" type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> P	<input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico	Interés científico: P (principal); S (Secundario)	<input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico	Interés científico: P (principal); S (Secundario)	<input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input checked="" type="checkbox"/> Paisajístico	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> S
		Tipo de sitio: <input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área <input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja						
Accesibilidad	Tipo de camino	<input type="checkbox"/> Terracería <input checked="" type="checkbox"/> Pavimentado						
	Estado	<input type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input checked="" type="checkbox"/> Bueno						
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio							
	Lugar de referencia:	Parque central de Portovelo						
	Distancia (Km):	11 km						
<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input checked="" type="checkbox"/> Automóvil <input type="checkbox"/> Caballo/Mula <input checked="" type="checkbox"/> Bicicleta <input type="checkbox"/> Todo terreno Otros:								
B. Valor Científico								
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> <2 características		<input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características	<input type="checkbox"/> >5 características				
Representatividad	<input type="checkbox"/> Excelente		<input checked="" type="checkbox"/> Buena	<input type="checkbox"/> Deficiente				
Rareza	<input type="checkbox"/> Único ejemplo en el		<input type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área	<input checked="" type="checkbox"/> >5 ejemplos				
Integridad	<input checked="" type="checkbox"/> Bien preservado		<input type="checkbox"/> Parcialmente afectado	<input type="checkbox"/> Deterioración severa				
Otros procesos de interés asociados	<input type="checkbox"/> Ningún proceso		<input type="checkbox"/> 1 proceso	<input checked="" type="checkbox"/> >1 proceso				
C. Valor Cultural								
GEOMITOLOGÍA								
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos	<input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales	<input checked="" type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana					
Espiritual/Religioso	<input type="checkbox"/> Actos rituales	<input type="checkbox"/> Sitio sagrado	<input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto	<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio				
Sentido del lugar	<input type="checkbox"/> Topofilia	<input type="checkbox"/> Apego	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción	<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación	<input type="checkbox"/> Topónimo			
Usos tradicionales	<input type="checkbox"/> Artesanías	<input type="checkbox"/> Construcción	Otros: Turismo					

**Tabla 5.2 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio
Cascada La Florida en Piñas.**

Tabla 2. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque			
A. Datos Generales			
IDENTIFICACIÓN			
No.	G37	Nombre:	Cascada La Florida
Coordenadas (UTM WGS 84)	X: 618096	Y: 9593003	Z: 343 m.s.n.m.
Ubicación/dirección:	Parroquia La Bocana (sitio el Carmen) dentro de la Finca de Conservación "Riviera de los Vencejos"		
Geosendero:	Ruta Saracay-Piedras-El Carmen con recorrido aproximado de 5km. Desde El Carmen se continúa por la ruta El Carmen-Cañas hasta la finca.		
Código de Fotografía:	G37_001	G37_002	G37_003
DATOS DESCRIPTIVOS			
Tipo de interés / Fenómeno	<input checked="" type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input checked="" type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) P P	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico
			Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico
			Interés científico: P (principal); S (Secundario) S
			Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input checked="" type="checkbox"/> Paisaiístico S
Tipo de sitio	<input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área	<input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja	
Accesibilidad	Tipo de camino	<input checked="" type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Malo	<input type="checkbox"/> Pavimentado <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno
	Estado		
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio	Parroquia Rural La Bocana	
	Distancia (Km):	9.7 Km	
	<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input type="checkbox"/> Bicicleta	<input type="checkbox"/> Automóvil <input checked="" type="checkbox"/> Todo terreno	<input checked="" type="checkbox"/> Caballo/Mula
Otros:			
B. Valor Científico			
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> < 2 características <input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características <input type="checkbox"/> > 5 características		
Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Deficiente		
Rareza	<input checked="" type="checkbox"/> Único ejemplo en el <input type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área <input type="checkbox"/> > 5 ejemplos		
Integridad	<input checked="" type="checkbox"/> Bien preservado <input type="checkbox"/> Parcialmente afectado <input type="checkbox"/> Deterioración severa		
Otros procesos de interés asociados	<input checked="" type="checkbox"/> Ningún proceso <input type="checkbox"/> 1 proceso <input type="checkbox"/> > 1 proceso		
C. Valor Cultural			
GEOMITOLOGÍA			
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Actos rituales	<input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado	<input checked="" type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana <input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto
Espiritual/Religioso	<input type="checkbox"/> Topofilia	<input type="checkbox"/> Apego	<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio
Sentido del lugar		<input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción	<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación <input type="checkbox"/> Topónimo
Usos tradicionales	<input type="checkbox"/> Artesanías <input type="checkbox"/> Construcción	Otros:	Turismo ecológico

Tabla 5.3 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio Laguna Chillacocho en Chilla.

Tabla 3. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque						
A. Datos Generales						
IDENTIFICACIÓN						
No.	G40		Nombre:		Laguna de Chillacocho	
Coordenadas (UTM WGS 84)	X:	652811	Y:	9612872	Z:	
Ubicación/dirección:	Sur occidente en la parte alta de Chilla					
Geosendero:						
Código de Fotografía:	G40_001	G40_002	G40_003			
DATOS DESCRIPTIVOS						
Tipo de interés / Fenómeno	<input checked="" type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) P	<input type="checkbox"/> Edafológico <input checked="" type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico	Interés científico: P (principal); S (Secundario) P	<input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico	
		Interés científico: P (principal); S (Secundario)	<input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input checked="" type="checkbox"/> Paisaiístico S			
Tipo de sitio	<input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área <input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja					
Accesibilidad	Tipo de camino	<input checked="" type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Pavimentado				
	Estado	<input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno				
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio					
	Lugar de referencia:	Cabecera cantonal de Chilla				
Distancia (Km):	7 Km					
	<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input type="checkbox"/> Automóvil <input checked="" type="checkbox"/> Caballo/Mula <input checked="" type="checkbox"/> Bicicleta <input checked="" type="checkbox"/> Todo terreno Otros:					
B. Valor Científico						
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> < 2 características		<input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características		<input type="checkbox"/> >5 características	
Representatividad	<input type="checkbox"/> Excelente		<input checked="" type="checkbox"/> Buena		<input type="checkbox"/> Deficiente	
Rareza	<input type="checkbox"/> Único ejemplo en el		<input checked="" type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área		<input type="checkbox"/> >5 ejemplos	
Integridad	<input type="checkbox"/> Bien preservado		<input checked="" type="checkbox"/> Parcialmente afectado		<input type="checkbox"/> Deterioración severa	
Otros procesos de interés asociados	<input checked="" type="checkbox"/> Ningún proceso		<input type="checkbox"/> 1 proceso		<input type="checkbox"/> >1 proceso	
C. Valor Cultural						
GEOMITOLOGÍA						
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales		<input type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana			
Espiritual/Religioso	<input type="checkbox"/> Actos rituales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado		<input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto		<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio	
Sentido del lugar	<input type="checkbox"/> Topofilia <input type="checkbox"/> Apego		<input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción		<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación <input type="checkbox"/> Topónimo	
Usos tradicionales	<input type="checkbox"/> Artesanías <input type="checkbox"/> Construcción		Otros: Turismo			

**Tabla 5.4 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio
Agua termales de Ashigsho en Chilla.**

Tabla 4. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque			
A. Datos Generales			
IDENTIFICACIÓN			
No.:	G42	Nombre:	Agua termales de Ashigsho
Coordenadas (UTM WGS 84)	X: 651529	Y: 9618492	Z: 1522 m.s.n.m.
Ubicación/dirección:	Parte occidental de Chilla, a orillas del río Casacay en el sector denominado Ashigsho, comunidad de Gallo Cantana		
Geosendero:			
Código de Fotografía:	G42_001	G42_002	G42_003
DATOS DESCRIPTIVOS			
Tipo de interés / Fenómeno	<input type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Edafológico <input checked="" type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Tectónico <input checked="" type="checkbox"/> Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico
			Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input type="checkbox"/> Paisaiístico
Tipo de sitio	<input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área	<input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja	
Accesibilidad	Tipo de camino	<input checked="" type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Pavimentado	
	Estado	<input checked="" type="checkbox"/> Malo <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno	
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio		
	Lugar de referencia:	Cabecera cantonal de Chilla	
	Distancia (Km):	7 Km	
	<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input checked="" type="checkbox"/> Bicicleta Otros:	<input type="checkbox"/> Automóvil <input checked="" type="checkbox"/> Todo terreno	<input checked="" type="checkbox"/> Caballo/Mula
B. Valor Científico			
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> < 2 características <input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características <input type="checkbox"/> > 5 características		
Representatividad	<input checked="" type="checkbox"/> Excelente <input type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Deficiente		
Rareza	<input type="checkbox"/> Único ejemplo en el <input checked="" type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área <input type="checkbox"/> > 5 ejemplos		
Integridad	<input checked="" type="checkbox"/> Bien preservado <input type="checkbox"/> Parcialmente afectado <input type="checkbox"/> Degradación severa		
Otros procesos de interés asociados	<input type="checkbox"/> Ningún proceso <input checked="" type="checkbox"/> 1 proceso <input type="checkbox"/> > 1 proceso		
C. Valor Cultural			
GEOMITOLOGÍA			
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Actos rituales <input type="checkbox"/> Topofilia <input type="checkbox"/> Artesanías	<input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado <input type="checkbox"/> Apego <input type="checkbox"/> Construcción	<input checked="" type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana <input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto <input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción Otros:
Espiritual/Religioso		<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio	
Sentido del lugar		<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación <input type="checkbox"/> Topónimo	
Usos tradicionales			Turismo

**Tabla 5.5 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio
Cascada Daucay en Atahualpa.**

Tabla 5. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque			
A. Datos Generales			
IDENTIFICACIÓN			
No.:	G47	Nombre:	Cascada Daucay
Coordenadas (UTM WGS 84)	X: 648580.51	Y: 9605447.07	Z: 1457 m.s.n.m.
Ubicación/dirección:	Via Paccha -Zaruma, entrada por el puente del río El Palto, próximo a la Finca agroturística PomaYaku		
Geosendero:			
Código de Fotografía:	G47_001	G47_002	G47_003
DATOS DESCRIPTIVOS			
Tipo de interés / Fenómeno	<input checked="" type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) P <input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico	Interés científico: P (principal); S (Secundario) <input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico
			Interés científico: P (principal); S (Secundario) S <input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input type="checkbox"/> Paisaístico
Tipo de sitio	<input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área	<input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja	
Accesibilidad	Tipo de camino	<input checked="" type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Pavimentado	
	Estado	<input type="checkbox"/> Malo <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno	
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio	Cabeecera cantonal de Atahualpa	
	Distancia (Km):	3.6 Km	
	<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input checked="" type="checkbox"/> Bicicleta Otros:	<input checked="" type="checkbox"/> Automóvil <input checked="" type="checkbox"/> Todo terreno	<input checked="" type="checkbox"/> Caballo/Mula
B. Valor Científico			
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> < 2 características <input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características <input type="checkbox"/> > 5 características		
Representatividad	<input type="checkbox"/> Excelente <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Deficiente		
Rareza	<input type="checkbox"/> Único ejemplo en el <input type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área <input checked="" type="checkbox"/> > 5 ejemplos		
Integridad	<input checked="" type="checkbox"/> Bien preservado <input type="checkbox"/> Parcialmente afectado <input type="checkbox"/> Degradación severa		
Otros procesos de interés asociados	<input type="checkbox"/> Ningún proceso <input checked="" type="checkbox"/> 1 proceso <input type="checkbox"/> > 1 proceso		
C. Valor Cultural			
GEOMITOLOGÍA			
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Actos rituales <input type="checkbox"/> Topofilia <input type="checkbox"/> Artesanías	<input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado <input type="checkbox"/> Apego <input type="checkbox"/> Construcción	<input type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana <input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto <input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción Otros:
Espiritual/Religioso		<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio	
Sentido del lugar		<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación <input type="checkbox"/> Topónimo	
Usos tradicionales			Turismo

**Tabla 5.6 Fichas de identificación y caracterización del interés geológico del geositio
Cascada San Juan de Cerro Azul en Atahualpa.**

Tabla 7. Ficha general para identificación y caracterización de sitios de interés geológico del proyecto Geoparque			
A. Datos Generales			
IDENTIFICACIÓN			
No.	G48		Nombre: Cascada San Juan de Cerro Azul
Coordenadas (UTM WGS 84)	X: 641532.77	Y: 9614467.91	Z: 711 m.s.n.m.
Ubicación/dirección:	Via Buena vista-Vega Rivera-Paccha, en el kilómetro 24. Parroquia San Juan de Cerro Azul, Atahualpa		
Geosendero:			
Código de Fotografía:	G48_001	G48_002	G48_003
DATOS DESCRIPTIVOS			
Tipo de interés / Fenómeno	<input checked="" type="checkbox"/> Geomorfológico <input type="checkbox"/> Intrusivo <input type="checkbox"/> Ecológico <input type="checkbox"/> Paleontológico <input type="checkbox"/> Volcánico Otros:	Interés científico: P (principal); S (Secundario) P	Interés científico: P (principal); S (Secundario)
		<input type="checkbox"/> Edafológico <input type="checkbox"/> Hidrológico <input type="checkbox"/> Erosivo <input type="checkbox"/> Acumulativo <input type="checkbox"/> Petrológico	<input type="checkbox"/> Tectónico <input type="checkbox"/> Mineralógico <input checked="" type="checkbox"/> Fluvial <input type="checkbox"/> Cárstico <input type="checkbox"/> Arqueológico
		Interés científico: P (principal); S (Secundario)	Interés científico: P (principal); S (Secundario)
		<input type="checkbox"/> Paleogeográfico <input checked="" type="checkbox"/> Paisaiístico	S
Tipo de sitio	<input type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Sección <input checked="" type="checkbox"/> Área	<input checked="" type="checkbox"/> Punto <input type="checkbox"/> Área compleja	
Accesibilidad	Tipo de camino	<input checked="" type="checkbox"/> Terracería <input type="checkbox"/> Malo	<input type="checkbox"/> Pavimentado <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bueno
	Estado		
	Medio de transporte y distancia desde el punto de acceso principal hasta el sitio	Cabeceza parroquial de San Juan de Cerro Azul	
	Distancia (Km):	5.6 Km	
	<input checked="" type="checkbox"/> A pie <input checked="" type="checkbox"/> Bicicleta	<input checked="" type="checkbox"/> Automóvil <input type="checkbox"/> Todo terreno	<input type="checkbox"/> Caballo/Mul
	Otros:		
B. Valor Científico			
Diversidad de elementos (geodiversidad)	<input type="checkbox"/> < 2 características <input checked="" type="checkbox"/> 2-5 características <input type="checkbox"/> > 5 características		
Representatividad	<input type="checkbox"/> Excelente <input checked="" type="checkbox"/> Buena <input type="checkbox"/> Deficiente		
Rareza	<input type="checkbox"/> Único ejemplo en el <input type="checkbox"/> 1-5 ejemplos en el área <input checked="" type="checkbox"/> > 5 ejemplos		
Integridad	<input checked="" type="checkbox"/> Bien preservado <input type="checkbox"/> Parcialmente afectado <input type="checkbox"/> Deterioración severa		
Otros procesos de interés asociados	<input type="checkbox"/> Ningún proceso <input checked="" type="checkbox"/> 1 proceso <input type="checkbox"/> > 1 proceso		
C. Valor Cultural			
GEOMITOLOGÍA			
Histórico/Arqueológico	<input type="checkbox"/> Vestigios arqueológicos <input type="checkbox"/> Actos rituales	<input type="checkbox"/> Uso/recolección/extracción de materiales <input type="checkbox"/> Sitio sagrado	<input type="checkbox"/> Condicionante físico de actividad humana <input type="checkbox"/> Sitio prohibido/de respeto
Espiritual/Religioso	<input type="checkbox"/> Topofilia	<input checked="" type="checkbox"/> Satisfacción	<input type="checkbox"/> Ubicación de santuario/templo/adoratorio
Sentido del lugar	<input type="checkbox"/> Apego	<input type="checkbox"/> Punto de referencia/orientación	<input type="checkbox"/> Topónimo
Usos tradicionales	<input type="checkbox"/> Artesanías <input type="checkbox"/> Construcción	Otros:	Turismo

APÉNDICE 6.

Tabla 5.7 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada Arcoíris en Portovelo.

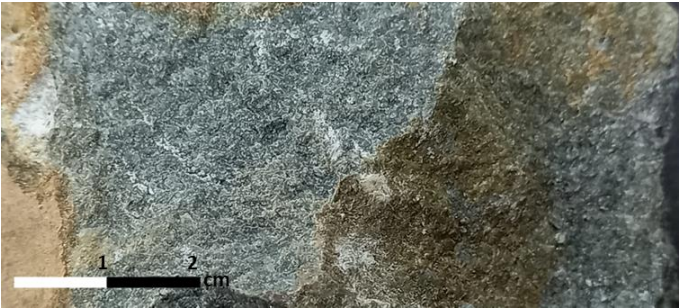
Código de la muestra	GE_PO1	Fecha	6/10/2021	
Lugar/Ubicación	Cascada Arcoíris, Portovelo-El Oro	Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez	
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
Tipo de roca	Ígnea extrusiva o volcánica			
Color	Gris verdoso			
Textura	Afanítica			
Estructura	Maciza			
Matriz	Hipocristalina			
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Minerales Secundarios	Tamaño
	Plagioclasas	100 μm	Clorita	1 mm
			Pirita (accesorio)	500 μm
MUESTRA DE MANO				
				
Nombre de la roca: Andesita cloritizada				

Tabla 5.8 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosítio Cascada La Florida en Piñas.

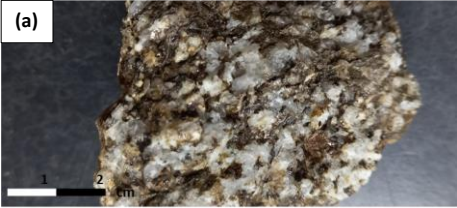

Código de la muestra (a, b)	GE_PI1, GE_PI2	Fecha	6/10/2021	
Lugar/Ubicación	Cascada La Florida, Piñas-El Oro	Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez	
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
	(a)		(b)	
Tipo de roca	Ígnea intrusiva o plutónica		Tipo de mineral	Filosilicato
Color	Blanco		Color	Verde grisáceo
Textura	Fanerítica		Sistema cristalino	Monoclínico
Estructura	Granular		Hábito cristalino	Masa foliada
Matriz	Hipocristalina		Fractura	Irregular
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Color de la raya	Gris verdosa
	Feldespato potásico	5 mm	Dureza	3
	Plagioclasa sódica	5 mm	Brillo	Vítreo
	Cuarzo	5 mm	Tamaño de cristal	1 mm
	Minerales Secundarios	Tamaño		
	Moscovita	5 mm		
	Biotita	5 mm		
	Hornblenda	5 mm		
MUESTRA DE MANO				
	(a)		(b)	
				
Nombre de la roca a: Granito		Nombre de la roca b: Monocristal de Clorita		

Tabla 5.9 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosito Laguna de Chillacocho en Chilla.

Código de la muestra	GE_CH1		Fecha	5/10/2021
Lugar/Ubicación	Laguna de Chillacocho, Chilla-El Oro		Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
Tipo de roca	Ígnea intrusiva o plutónica			
Color	Blanco a crema			
Textura	Fanerítica			
Estructura	Maciza			
Matriz	No tiene			
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Minerales Secundarios	Tamaño
	Feldespato alcalino	1-3 mm	Hornblenda	1-2 mm
	Plagioclasa	<500 µm		
MUESTRA DE MANO				
				
Nombre de la roca: Monzonita con alteración a illita				

Tabla 5.10 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosito Aguas termales de Ashigsho en Chilla.


Código de la muestra	GE_CH2		Fecha	5/10/2021
Lugar/Ubicación	Aguas termales de Ashigsho, Chilla-El Oro		Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
Tipo de roca	Metamórfica			
Color	Gris oscuro			
Textura	Fanerítica de grano fino			
Estructura	Bandeada			
Matriz	No tiene			
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Minerales Secundarios	Tamaño
	Cuarzo	500 µm	Moscovita	500 µm
	Feldespato potásico	500 µm	Biotita	500 µm
	Plagioclasa sódica	500 µm	Anfíboles	500 µm
MUESTRA DE MANO				
				
Nombre de la roca: Metagranito con bandeamiento de cuarzo				

Tabla 5.11 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosito Cascada Daucaay en Atahualpa.



Código de la muestra	GE_AT1		Fecha	6/10/2021
Lugar/Ubicación	Cascada Daucaay, Atahualpa-El Oro		Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
Tipo de roca	Ígnea intrusiva o plutónica			
Color	Blanco			
Textura	Fanerítica			
Estructura	Maciza			
Matriz	No tiene			
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Minerales Secundarios	Tamaño
	Feldespato potásico	1-4 mm		
	Plagioclasa	1-4 mm		
	Anfíboles (Hornblenda)	1-5 mm		
	Cuarzo	3 mm		
	Biotita	3 mm		
MUESTRA DE MANO				
				
Nombre de la roca: Granodiorita				

Tabla 5.12 Fichas de análisis macroscópico de roca en el geosito Cascada San Juan de Cerro Azul en Atahualpa.

Código de la muestra	GE_AT2		Fecha	5/10/2021
Lugar/Ubicación	Cascada San Juan de Cerro Azul, Atahualpa-El Oro		Análisis realizado por	Geanella Mishel Herrera Narváez
ANÁLISIS MACROSCÓPICO				
Tipo de roca	Metamórfica			
Color	Gris verdoso			
Textura	Lepidoplástica			
Estructura	Bandeada			
Matriz	No tiene			
Composición Mineralógica	Minerales Principales	Tamaño	Minerales Secundarios	Tamaño
	Moscovita	1-2 mm		
	Cuarzo	2 mm		
	Biotita	1-2 mm		
	Clorita	1-2 mm		
	Feldespato	1 mm		
MUESTRA DE MANO				
				
Nombre de la roca: Equisto de biotitas				

APÉNDICE 7.

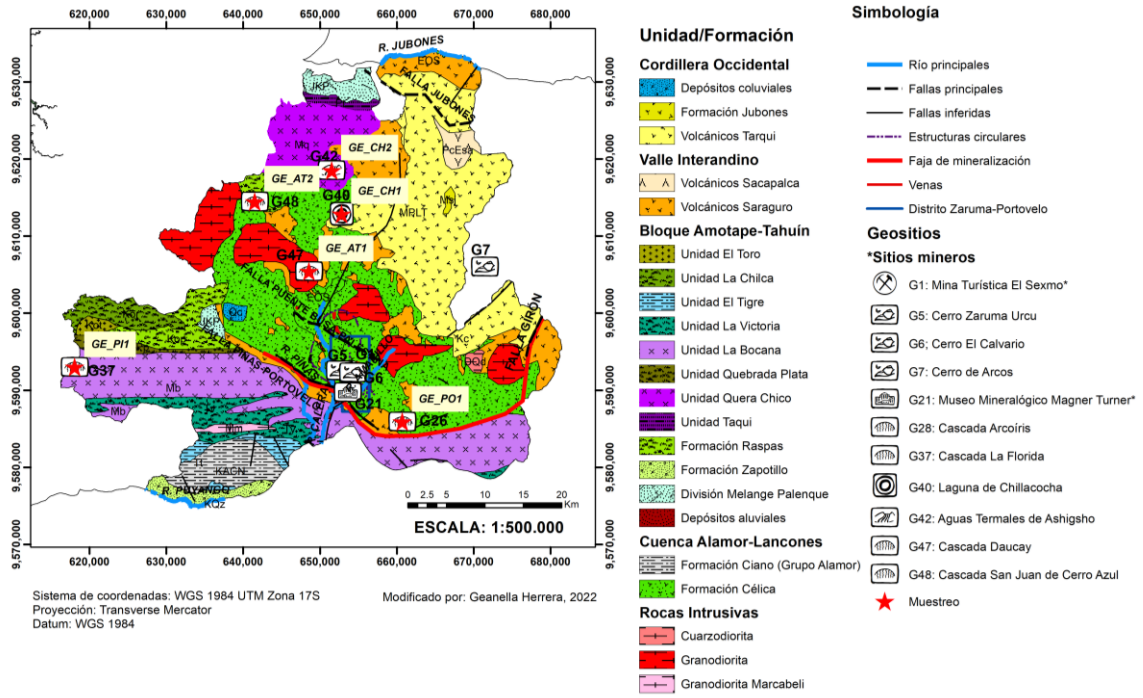


Figura 5.14 Mapa de muestras recolectadas para estudio petrográfico macroscópico en los geositios visitados.

APÉNDICE 8.



Att. Ing. Jhansy López

Presidente del Comité del Proyecto Geoparque Ruta del Oro

Estimado Presidente,

El proyecto Geoparque Ruta del Oro es sin lugar a duda un modelo de desarrollo territorial adaptado a las exigencias del siglo XXI, que podría aspirar a Geoparque Mundial de la UNESCO a fin de mejorar sus cantones desde un punto de vista social y económico. El éxito de la propia Red de Geoparques Mundiales de la UNESCO avala el éxito de los modelos de desarrollo territorial basado en el patrimonio geológico y cultural local, con especial atención al patrimonio minero.

Para aspirar a Geoparque Mundial de la UNESCO, el proyecto Ruta del Oro necesitará, entre otros, de la iniciativa de las administraciones locales, respaldadas por el apoyo e implicación población local, y por el desarrollo de investigaciones científicas como el proyecto titulado Propuesta Geoparque Ruta del Oro basada en especificaciones UNESCO: aspectos geológicos. Provincia de el Oro, Ecuador, desarrollado por la Ingeniera Geóloga Geanella Mishel Herrera Narváez.

Recientemente, la Ingeniera Geóloga Geanella Mishel Herrera Narváez ha visitado nuestro Geoparque Montañas do Courel donde pudo conocer de cerca el funcionamiento de un Geoparque Mundial de la UNESCO, incluyendo aspectos de gestión, desarrollo, turismo, puesta en valor e investigación científica. La ingeniera visitó nuestros centros de visitantes (museos, centros de interpretación, oficinas de turismo) y lugares de interés geológico (geositios) y turístico, así como la red de miradores y rutas relacionadas con el patrimonio geológico y cultural de las Montañas do Courel, con especial atención al patrimonio minero ligado a las explotaciones romanas de oro (siglos I y II d.C.). Además, mantuvo reuniones con Roberto Castro (Presidente del Geoparque), Martín Alemparte (Coordinador del Geoparque), Ramón Vila (Principal Agente Local y Director de Museos), Ana Marta Arza y Alejandro Díaz (agentes de turismo locales) y conmigo mismo.

En Quiroga, 5 de enero 2021

**Daniel
Ballesteros**

Signature numérique de Daniel
Ballesteros
Date : 2022.01.06 12:09:51
+01'00'

Dr. Daniel Ballesteros

Coordinador Científico

Geoparque Mundial UNESCO Montañas do Courel

Figura 5.15 Carta de justificación e importancia del proyecto Geoparque Ruta del Oro avalado por el comité científico del Geoparque Montañas de Courel.

APÉNDICE 9.



Figura 5.16 Visita a un mirador o punto de observación y geosítio Cerro La Cruz o “Pata grande” (Piñas).



Figura 5.17 Visita de campo y toma de datos en las Aguas termales de Ashigsho (Chilla).



Figura 5.18 Recolección de muestras de roca para análisis macroscópico en la cascada Arcoíris (Portovelo)



Figura 5.19 Entrevista al representante del grupo de Conservación “Riviera de los Vencejos” (Piñas).



Figura 5.20 Entrevista a morador cerca del geositio Cascada Daucay (Atahualpa)



Figura 5.21 Visita de campo a la laguna Chillacocha (Chilla) con experto y personal de CIPAT-ESPOL



Figura 5.22 Visita de campo a la Cascada La Florida con el concejal de Piñas y representante de la comunidad.



Figura 5.23 Visita al Mirador Virgen de la Merced con concejal de Piñas.



Figura 5.24 Visita de campo a la Cascada Arcoíris con la vicealcaldesa de Portovelo y turistas.



Figura 5.25 Análisis macroscópico de muestras de roca en el laboratorio FICT-ESPOL.



Figura 5.26 Visita al Geoparque Mundial Montañas do Courel (Galicia, España)



Figura 5.27 Entrevista de asesoramiento al comité del Geoparque Montañas do Courel.



Figura 5.28 Visita a geositos y entrevista técnica al coordinador científico del Geoparque Montañas do Courel.



Figura 5.29 Visita a las instalaciones del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) (Oviedo, España).



**Figura 5.30 Visita y entrevista a experto en patrimonio geológico y minero del IGME
(Madrid, España)**