

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Evaluación de prefactibilidad de los georecursos para el desarrollo sostenible en Manglaralto, Santa Elena–Ecuador

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero en Geología**

Presentador por:

Juan Francisco Cumbe Vásquez

Miguel Ángel Gurumendi Noriega

**GUAYAQUIL–ECUADOR**

Año: 2021

## DEDICATORIA

Yo, Juan Cumbe, dedico este trabajo a mi padre Richard Cumbe, mi madre Dolores Vásquez, mis tías Teresa, Ana, Ángela C., Ángela V., mis primos Mercedes, Alejandro, Cristóbal, Cristina, Javier que me apoyaron y brindaron su amor, de alguna manera, para cumplir esta etapa.

Yo, Miguel Gurumendi, dedico esta investigación a mis padres, Miguel Gurumendi y Carmen Noriega, mi hermana Belén, mi abuelita Luisa Flores; mi tía María Reinoso, su esposo e hijos; a toda mi familia, amigos y maestros, quienes me inspiraron y brindaron su apoyo para lograr este objetivo.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, al Dios Todopoderoso por su inspiración y sabiduría en hacer una obra en servicio de las comunidades de la zona de estudio. A nuestro tutor Fernando Morante, cotutor Paúl Carrión y al tutor del Centro de Escritura Académica de ESPOL, Juan Corral por sus consejos, asesorías y revisiones, dadas con respeto y jovialidad. A cada miembro del equipo CIPAT-ESPOL, Gabriela, Don Carlos, Ximena, María Fernanda, Maribel y Josué que prestaron de su tiempo y experiencias para culminar este trabajo. Al señor Sandro Tigrero por darnos una experiencia inolvidable y gratificante en conocer la historia, cultura y áreas paisajísticas en la comuna de Dos Mangas.

## DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Juan Francisco Cumbe Vásquez* y *Miguel Ángel Gurumendi Noriega* damos nuestro consentimiento para que la ESPOI 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”

---

Juan Francisco Cumbe Vásquez

---

Miguel Ángel Gurumendi Noriega

# EVALUADORES

---

**Ing. David Altamirano, MSc.**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Ing. Fernando Morante, PhD.**

PROFESOR TUTOR

---

**Ing. Paúl Carrión, PhD.**

PROFESOR COTUTOR

## RESUMEN

La actividad económica de las comunidades situadas en la cuenca hidrográfica de Manglaralto está vinculada principalmente al turismo de sol y playa. Sin embargo, a causa de la pandemia de COVID-19, esta actividad se ha visto afectada. Ante esta situación, la identificación de los recursos geológicos de este territorio puede constituirse en una alternativa viable para diversificar las oportunidades de desarrollo de sus habitantes. En este sentido, el objetivo de la presente investigación consistió en valorar los georecursos de Manglaralto, mediante la obtención de información de campo e interpretación de datos geofísicos para estudios de prefactibilidad, fundamentados en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). El método empleado consistió en desarrollar las siguientes fases: i) búsqueda de información; ii) información geológica-geofísica; iii) zonificación de georecursos; iv) evaluación de prefactibilidad según Camacho et al., 2001 y Tapia et al., 2017, y v) planificación de estrategias de desarrollo. El resultado de la investigación permitió elaborar un mapa de los georecursos de la cuenca hidrográfica (playas, acantilados, materiales de construcción, acuíferos costeros, cascadas y piscinas naturales); las zonas de amenazas por movimientos de masa; los espacios idóneos para el establecimiento de un relleno sanitario y las zonas de refugios ante tsunamis. El estudio revela que el empleo de los recursos geológicos constituye un medio favorable para el desarrollo económico, social, ambiental y cultural de las comunidades. Se requieren estrategias integrales, participativas que sean empoderadas por los habitantes para enfocarse en la sostenibilidad.

**Palabras clave:** geodiversidad, desarrollo sostenible, evaluación de prefactibilidad, Manglaralto.

## **ABSTRACT**

*The economic activity of the communities located in the Manglaralto watershed is mainly linked to sun and beach tourism. However, due to the COVID-19 pandemic, this activity has been affected. Faced with this situation, the identification of the geological resources of this territory can become a viable alternative to diversify the development opportunities of its inhabitants. In this sense, the objective of this research consisted of evaluating the Manglaralto georesources, by obtaining field information and interpreting geophysical data for prefeasibility studies, based on the fulfillment of the sustainable development goals (SDG). The method used consisted in developing the following phases: i) search for information; ii) geological-geophysical information; iii) georesources zoning; iv) prefeasibility assessment according to Camacho et al., 2001 and Tapia et al., 2017, and v) planning of development strategies. The result of the investigation allowed to elaborate a map of the georesources of the hydrographic basin (beaches, cliffs, construction materials, coastal aquifers, waterfalls and natural pools); areas threatened by mass movements; the ideal spaces for the establishment of a sanitary landfill and the areas of shelters against tsunamis. The study reveals that the use of geological resources constitutes a favorable way for the economic, social, environmental and cultural development of the communities. Comprehensive, participatory strategies are required that are empowered by the inhabitants to focus on sustainability.*

**Keywords:** *geodiversity, sustainable development, prefeasibility assessment, Manglaralto.*

# ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
DECLARACIÓN EXPRESA.....	III
EVALUADORES .....	IV
RESUMEN .....	V
ABSTRACT.....	VI
ABREVIATURAS .....	X
SIMBOLOGÍA.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
CAPÍTULO 1 .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Preámbulo.....	1
1.2. Descripción del problema.....	2
1.3. Justificación del problema.....	3
1.4. Objetivos .....	5
1.4.1. Objetivo General .....	5
1.4.2. Objetivos Específicos.....	5
1.5. Zona de estudio .....	6
CAPÍTULO 2 .....	7
2. MARCO TEÓRICO .....	7
2.1. El entorno geológico .....	7
2.2. Procesos geológicos .....	8
2.3. Geodiversidad.....	8
2.3.1. Mapeo de la geodiversidad .....	10
2.4. Recursos geológicos.....	11
2.4.1. Materiales de construcción .....	11
2.4.2. Recurso minero.....	14
2.4.3. Recurso paleontológico.....	15
2.4.4. Recursos del patrimonio geológico .....	15
2.4.5. Recurso agua .....	16
2.4.6. Acuíferos.....	17

2.4.7. Acuíferos costeros .....	18
2.5. Riesgos geológicos .....	18
2.5.1. Riesgos costeros .....	18
2.5.2. Movimientos de masa .....	19
2.6. Análisis de prefactibilidad .....	22
2.7. Desarrollo Sostenible .....	24
CAPÍTULO 3 .....	26
3. MARCO GEOLÓGICO .....	26
3.1. Marco tectónico .....	26
3.2. Marco geomorfológico .....	29
3.3. Marco geológico regional .....	31
3.4. Marco geológico local .....	33
3.4.1. Formación Cayo (Cretácico superior) .....	33
3.4.2. Formación San Eduardo (Eoceno Medio) .....	33
3.4.3. Grupo Ancón (Eoceno medio y superior) .....	33
3.4.4. Formación Tosagua (Mioceno inferior – Mioceno medio) .....	34
3.4.5. Formación Tablazo (Pleistoceno – Holoceno) .....	34
3.4.6. Depósitos aluviales (Holoceno) .....	34
CAPÍTULO 4 .....	36
4. DATOS Y MÉTODOS .....	36
4.1. Fase 1: Búsqueda de información .....	37
4.2. Fase 2: Información geológica-geofísica .....	37
4.3. Fase 3: Zonificación de georecursos .....	38
4.4. Fase 4: Evaluación de prefactibilidad del proyecto .....	40
4.5. Fase 5: Estrategias de desarrollo sostenible .....	41
CAPÍTULO 5 .....	42
5. RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	42
5.1. Muestreo de afloramientos .....	42
5.2. Levantamiento de columnas estratigráficas .....	43
5.3. Sitios para relleno sanitario .....	47
5.4. Amenazas geológicas .....	49
5.5. Registro de georecursos .....	50
5.6. Evaluación de potenciales geositios .....	50
5.7. Evaluación de prefactibilidad del proyecto .....	56
5.7.1. Diagnóstico .....	56

5.7.2. Línea base .....	57
5.7.3. Involucrados .....	57
5.7.4. Viabilidad del proyecto .....	59
5.7.9. Árbol de problemas .....	65
5.7.11. Árbol de objetivos .....	65
5.7.12. FODA.....	66
5.7.13. Marco Lógico .....	67
5.8. Estrategias de desarrollo sostenible.....	69
5.9. Análisis de resultados .....	71
CAPÍTULO 6 .....	77
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	77
6.1. Conclusiones .....	77
6.2. Recomendaciones .....	78
REFERENCIAS.....	80
ANEXOS .....	i
ANEXO A: Muestreo de afloramientos .....	i
ANEXO B: Columnas estratigráficas .....	v
ANEXO C: Interpretación de SEVs en la subcuenca Manglaralto .....	viii
ANEXO D: Interpretación de SEVs en la subcuenca Cadeate .....	xxviii
ANEXO E: Interpretación de SEVs en la subcuenca Libertador Bolívar .....	xxxv
ANEXO F: Criterios, indicadores y subindicadores usados en el método Brilha, 2016 .....	xxxix
ANEXO G: Evaluación de los potenciales geositios .....	xlv

## ABREVIATURAS

CELEC	Corporación Eléctrica del Ecuador
CIPAT	Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra
COVID-19	Coronavirus disease 2019 (enfermedad por coronavirus 2019, en español)
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (Compañía de investigación de recursos minerales, en español)
DGGM	Dirección General de Geología y Minas
FODA	Fortaleza-Oportunidades-Debilidades-Amenazas
GIS	Geographic information system (Sistemas de información geográfica, en español)
JAAPMAN	Junta Administradora de Agua y Alcantarillado de la Parroquia Manglaralto
LIG	Lugares de interés geológico
ONU	Organización de Naciones Unidas
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PDYOT	Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial
SARS-CoV-2	Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (Síndrome respiratorio agudo severo causado por coronavirus tipo 2, en español)
SENPLADES	Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo
SGR	Secretaría de Gestión de Riesgos
SNI	Servicio Nacional de Información
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, en español)
USGS	United States Geological Survey (Servicio Geológico de Estados Unidos, en español)

## SIMBOLOGÍA

cm	centímetros
E	este
Fm.	formación
km	kilómetros
km <sup>2</sup>	kilómetros cuadrados
m	metros
msnm	metros sobre el nivel del mar
N-S	norte-sur
N	norte
U	unidad geológica
2D	dos dimensiones
%	porcentaje
°	grados
\$	dólares

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Mapa conceptual de la descripción del problema .....	3
Figura 1.2. Ubicación de la zona de estudio.....	6
Figura 2.1. Arroyo en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador .....	7
Figura 2.2. Servicios de geosistemas. Basado en (Gray, 2019) .....	9
Figura 2.3. Piscinas naturales en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador.....	10
Figura 2.4. Ejemplo de un mapa de la geodiversidad (dos Santos et al., 2019) .....	11
Figura 2.5. Materiales geológicos empleados en la construcción de una casa (Gray, 2019).....	12
Figura 2.6. Roca sedimentaria (arenisca).....	12
Figura 2.7. Agregados en las riberas del río en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador.....	13
Figura 2.8. Coquinas .....	13
Figura 2.9. Ladrillos fabricados con arcilla (Dai et al., 2019) .....	14
Figura 2.10. Muestra de yeso .....	14
Figura 2.11. Diamantes de Capiibary, Departamento de San Pedro, Paraguay (Báez et al., 2014) .....	15
Figura 2.12. Fósil de vértebra del primer dinosaurio descubierto en Ecuador (Apestequía et al., 2020) .....	15
Figura 2.13. Distribución del agua en la superficie terrestre (USGS, 2020a) .....	16
Figura 2.14. El ciclo del agua (USGS, 2020b) .....	17
Figura 2.15. Acuíferos (Reynolds et al., 2019).....	17
Figura 2.16. Acuífero costero (Jiao & Post, 2019) .....	18
Figura 2.17. Amenazas geológicas costeras (Reynolds et al., 2019).....	19
Figura 2.18. Esquema de una caída de rocas (Highland & Bobrowsky, 2008) .....	20
Figura 2.19. Esquema de un vuelco (Highland & Bobrowsky, 2008) .....	21
Figura 2.20. Esquema de un deslizamiento rotacional (Highland & Bobrowsky, 2008).....	21
Figura 2.21. Esquema de un deslizamiento traslacional (Highland & Bobrowsky, 2008) .....	22
Figura 2.22. Esquema de una extensión lateral (Highland & Bobrowsky, 2008) .....	22
Figura 2.23. Diagrama de flujo de un estudio de prefactibilidad. Basado en (Camacho et al., 2001; Tapia et al., 2017) .....	23
Figura 3.1. Situación tectónica del Ecuador y sus alrededores. Basado en (Gutscher et al., 1999) .....	27
Figura 3.2. Fallas mayores en la margen sur-oeste costera. Basado en (Reyes & Michaud, 2012) .....	28
Figura 3.3. Mapa de la Cordillera Chongón Colonche (Benitez, 1995) .....	29
Figura 3.4. Colinas (Castro et al., 2013) .....	30
Figura 3.5. Montañas (Castro et al., 2013) .....	30
Figura 3.6. Mapa geológico de la cuenca hidrográfica Manglaralto. (SNI, 2014) .....	35
Figura 4.1. Esquema metodológico .....	36
Figura 4.2. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales .....	38
Figura 5.1 Columna estratigráfica del afloramiento 5.....	47
Figura 5.2. Sitios para relleno sanitario .....	49

Figura 5.3. a) Talud, b) Deslizamiento traslacional de tipo resbalamiento .....	49
Figura 5.4. Ubicación de los georecursos.....	50
Figura 5.5. Potenciales geositios en la cuenca hidrográfica de Manglaralto: a) pozo en el acuífero Manglaralto, b) cascadas en la comuna Dos Mangas, c) piscinas naturales en Dos Mangas, d) sendero en Dos Mangas, e) y f) diques/tapes en Manglaralto, g) playa Dorada en San Antonio, h) vista desde el mirador de Manglaralto, i) vista desde el mirador de Montañita, j) cauce del río en el acuífero Cadeate, k) pozo en desuso del acuífero Libertador Bolívar, l) playa Hermosa en Libertador Bolívar, m) playa Cadeate, n) playa Manglaralto, o) playa Montañita, p) reserva ecológica Dos Mangas, q) Cabo en Montañita .....	53
Figura 5.6. Distribución de las puntuaciones de los potenciales geositios .....	55
Figura 5.7. Distribución del riesgo de degradación de los 16 potenciales geositios .....	55
Figura 5.8. Diagrama de problemas del proyecto .....	65
Figura 5.9. Diagrama de objetivos del proyecto.....	66

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Beneficiarios del proyecto (Linzán & Holguín, 2019; Muñoz, 2019; Salazar, 2015; Valencia, 2017) .....	5
Tabla 3.1. Geología regional (DGGM, 1974; Núñez del Arco, 2003; Reyes & Michaud, 2012).....	31
Tabla 4.1. Método Brilha .....	39
Tabla 4.2. Clasificación del riesgo de degradación.....	40
Tabla 5.1 Ficha descriptiva.....	42
Tabla 5.2 Ficha descriptiva.....	43
Tabla 5.3 Ubicación de sitios apropiados para el establecimiento de relleno sanitario en base al material geológico.....	48
Tabla 5.4. Potenciales geositios .....	51
Tabla 5.5. Puntuaciones de los potenciales geositios .....	53
Tabla 5.6. Diagnóstico del proyecto .....	56
Tabla 5.7. Matriz de involucrados.....	58
Tabla 5.8. Matriz de viabilidad .....	59
Tabla 5.9. Matriz FODA de los participantes del proyecto .....	66
Tabla 5.10. Matriz de Marco Lógico .....	67
Tabla 5.11. Matriz de análisis FODA de los georecursos .....	70

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Preámbulo

El desarrollo sostenible es un tema que entró en agenda mundial desde la Asamblea General de las Naciones Unidas llevada a cabo en Nairobi, Kenia en el año de 1987 (Brundtland, 1987). El cumplimiento de las metas ha sido evaluado en posteriores reuniones (Naciones Unidas, 2002, 2010, 2015).

Sobre este tema, han sido los países europeos quienes más han mostrado resultados positivos; y en lo referente al aprovechamiento de los recursos geológicos (evaluación para su diversificación en el desarrollo sostenible), se conocen casos como el de España donde demuestran que el manejo sustentable de estos, es posible aplicarlos en el contexto de áreas rurales (e.g. Carcavilla et al., 2014; Ciencia y Tecnología para el Desarrollo e Instituto Geológico y Minero de España, 2010; Consejería de Medio Ambiente, 2010; Villalobos & Pérez, 2006).

El historial investigativo en la Parroquia Manglaralto empieza desde 1993 con problemáticas como abandono de suelos destinados a la agricultura, cambios en la línea de costa, conflictos de tierras, falta de distribución de agua potable, a los cuales, se ha propuesto soluciones vinculados de manera implícita con el desarrollo sostenible (Programa de Manejo de Recursos Costeros, 1993).

En lo concerniente al recurso agua, se han presentado soluciones como caracterización geoelectrónica para la ubicación de pozos, estimación de reservas del acuífero (e.g. Montalván et al., 2008), proyectos de sostenibilidad ambiental (e.g. Herrera et al., 2010) y propuestas de negocios (e.g. Alvarado & Herrera, 2015).

A pesar de estos avances, la ausencia de la caracterización geológica local incide en una inadecuada gestión de los recursos naturales. Es por ello que, los geo-recursos del sitio en estudio son potenciales objetos de actividades para su protección, permitiendo su interpretación y valoración para que sean parte de los programas y mecanismos hacia el cumplimiento del plan de desarrollo sostenible

de acuerdo global. Tales elementos generarán empleo y reforzarán la actividad turística como otras fuentes de ingreso (Consejería de Medio Ambiente, 2010).

Además del aspecto económico, los georecursos otorgan importancia para el desarrollo científico, didáctico, convivencia armónica de los diferentes hábitats y ecosistemas presentes en la cuenca hidrográfica Manglaralto (UNESCO, 2015).

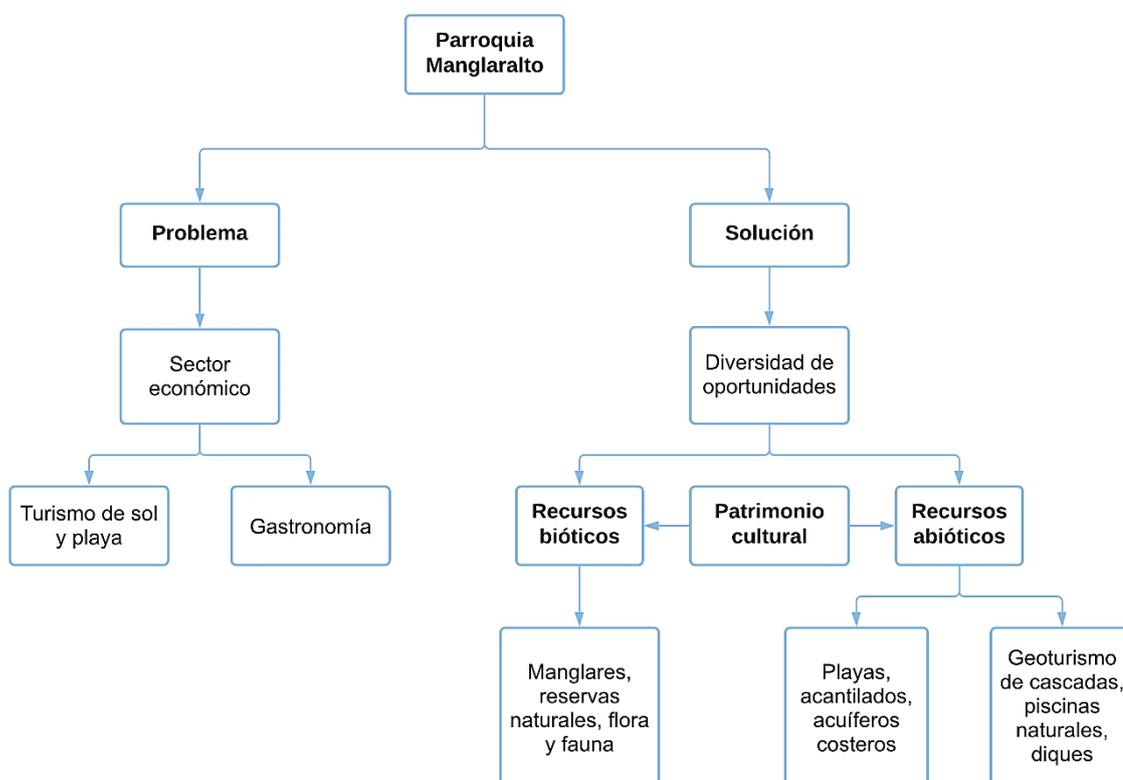
## **1.2. Descripción del problema**

La cuenca hidrográfica Manglaralto está dividida en tres subcuencas: Manglaralto, Cadeate y Simón Bolívar. En esta cuenca se asientan las comunidades Pajiza, Dos Mangas, Montañita, Manglaralto, Simón Bolívar, Sitio Nuevo, San Antonio, Río Chico y Cadeate (Valencia, 2017). La economía de estas comunidades depende principalmente de su trabajo vinculado al turismo de sol y playa o turismo litoral, la elaboración de artesanías y preparación de platos gastronómicos típicos (Herrera, 2015).

La actividad turística ha decaído significativamente debido a las restricciones impuestas (movilidad y libre asociación) por el estado de emergencia sanitaria declarado por el gobierno ecuatoriano el 16 de marzo del año 2020, con el propósito de detener la propagación del coronavirus tipo 2 que provoca el síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2 por sus siglas en inglés, severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) que causa la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19 por sus siglas en inglés, coronavirus disease 2019) (Secretaría General de Comunicación de la Presidencia, 2020).

Además de esta circunstancia, los pobladores del sector de estudio no tienen el conocimiento suficiente sobre los recursos geológicos que presenta su territorio y la posible influencia para su desarrollo sostenible. Dada esta crítica situación, las comunidades mencionadas buscan diversificar sus oportunidades, y no depender absolutamente de la actividad turística. Siendo el medio natural, la fuente de recursos naturales comprendidos en la biodiversidad y la geodiversidad. Por tanto, se plantea encontrar alternativas de fuentes que ayuden a afrontar las contingencias que se pueden presentar.

De acuerdo con esta problemática, se plantean estos cuestionamientos: ¿Qué oportunidades ofrecen los recursos geológicos en el desarrollo social, económico y sostenible de una comunidad? ¿Puede una evaluación de prefactibilidad de los recursos geológicos influir en nuevas oportunidades de desarrollo de proyectos sostenibles? En la Figura 1.1 se muestra un mapa conceptual del problema.



**Figura 1.1. Mapa conceptual de la descripción del problema**

### 1.3. Justificación del problema

La presente investigación tiene como base 4 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) (PNUD Ecuador, 2020), de los 17 a los que está suscrito el estado ecuatoriano, con los que se describe la realidad de los beneficiarios del proyecto.

En el ODS 1, Fin de la pobreza, la meta 1.4 señala: "...garantizar que todos los hombres y mujeres, en particular los pobres y los vulnerables, tengan los mismos derechos a los recursos económicos..." (Naciones Unidas Ecuador, 2020a). Este trabajo pretende incrementar los recursos económicos de las comunidades. Por

ejemplo, ciertos pobladores de la comuna Dos Mangas no tienen un contrato laboral que les otorgue por lo menos un salario básico (Linzán & Holguín, 2019).

En el ODS 6, Agua limpia y saneamiento, la meta 6.4 establece "...aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce..." (Naciones Unidas Ecuador, 2020d) ya que se evidencia un acceso limitado al agua potable en las comunas por no haber las herramientas y materiales necesarios para extraer el líquido vital (financiamiento, pozos, diques).

En el ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles, las metas 11.3 y 11.5 postulan "...aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países" (Naciones Unidas Ecuador, 2020b) y "...reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres,... y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial..." (Naciones Unidas Ecuador, 2020b), respectivamente. Es así que, la zonificación de sitios de evacuación ante tsunamis que se hará en este proyecto es un aporte para futuros planes de preparación de los pobladores ante estos desastres.

En el ODS 15, Vida de ecosistemas terrestres, la meta 15.9 expresa "...integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad" (Naciones Unidas Ecuador, 2020c). Esto conlleva a mantener una gestión integral de los recursos geológicos en los ecosistemas.

De igual manera, como lo detallan los expertos, la pandemia sufrida en los actuales momentos no es la última en ocurrir. Por lo que no se descarta la posibilidad de que en un futuro vuelvan a suceder circunstancias similares de déficit económico a causa del cumplimiento de reglamentos de higiene sanitaria (Gill, 2020). Finalmente, la población beneficiada con este trabajo se contempla en la Tabla 1.1

**Tabla 1.1. Beneficiarios del proyecto (Linzán & Holguín, 2019; Muñoz, 2019; Salazar, 2015; Valencia, 2017)**

<b>Comunas</b>	<b>Población</b>
Pajiza	241
Dos Mangas	1152
Montañita	6554
Manglaralto	7225
Simón Bolívar	3852
Sitio Nuevo	600
San Antonio	2596
Río Chico	492
Cadeate	2367
<b>Total</b>	<b>25079</b>

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar un proyecto de prefactibilidad sostenible en la zona costera de Manglaralto a partir de la evaluación de sus georecursos, interpretación de datos geofísicos y su correlación para que la región cuente con una alternativa de desarrollo.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

1. Realizar recorridos de campo y revisión de información geofísica para la identificación de los georecursos y el análisis de sus aplicaciones (agua, saneamiento, relleno sanitario).
2. Zonificar los georecursos mediante una aplicación GIS para su ubicación y aprovechamiento.
3. Elaborar una evaluación de prefactibilidad de los georecursos para la determinación de la viabilidad de su aplicación en las comunidades de estudio.
4. Implementar estrategias de desarrollo sostenible mediante un análisis de matriz FODA de los georecursos para la diversificación de oportunidades de crecimiento económico.

## 1.5. Zona de estudio

El área de estudio (Figura 1.2) corresponde al perfil costero de la parroquia Manglaralto, en lo que concierne a la cuenca del río Manglaralto, con un área de 132.38 km<sup>2</sup> (Herrera, 2015). Además, se encuentra comprendida por las subcuencas de Manglaralto, Cadeate y Simón Bolívar; localizada en la región norte de la provincia de Santa Elena, Ecuador. Este lugar abarca uno de los sitios turísticos del país, por sus playas y gastronomía, que son visitadas por turistas nacionales y extranjeros.

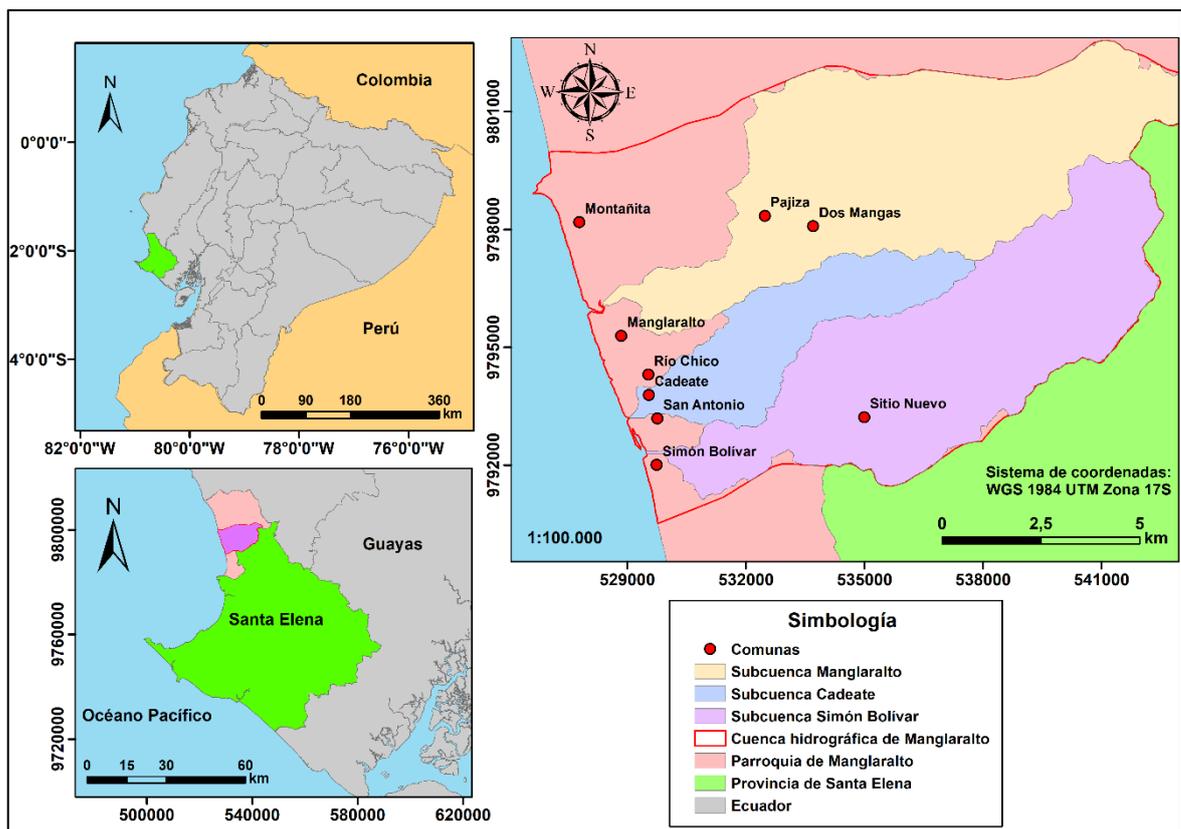


Figura 1.2. Ubicación de la zona de estudio

# CAPÍTULO 2

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1. El entorno geológico

La geología se muestra desde muchas perspectivas en el cosmos; abarcando procesos que moldean tanto el interior como la superficie de la Tierra. La geología ilustra la distribución de características de un área geográfica, controlando los principales tipos de materiales geológicos, tales como: el carbón, petróleo, minerales, rocas, suelos y agua. Así mismo, los procesos geológicos limitan el asentamiento de la población ya que indican que no todo lugar es seguro debido a potenciales amenazas naturales que pueden afectar severamente a los habitantes de una localidad. Por ejemplo, movimientos de masa, inundaciones, maremotos, terremotos, volcanismo (Reynolds et al., 2010).

Cabe resaltar que la belleza escénica del entorno natural (Figura 2.1) es el resultado de los procesos geológicos que han acontecido a través del tiempo, evidenciando que la Tierra es un planeta dinámico, en cuya corteza se edifican cadenas montañosas; fluyen ríos de lava provenientes de su interior; donde el hielo, el agua y la gravedad actúan modelando la superficie (Montgomery, 2019).



**Figura 2.1. Arroyo en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador**

## **2.2. Procesos geológicos**

Aguiló et al. (2014) define a los procesos geológicos como “el sistema de relaciones que se establece entre las acciones generadas por los agentes de la dinámica terrestre y los productos o resultados que dichas acciones originan sobre el medio geológico” (p.108). Es decir, los agentes comprenden los medios por los cuales se transmite la energía, tales como: ríos, vientos, glaciares y magmas; las acciones presentan aspectos físico-químicos, entre ellos, la fragmentación, erosión, denudación, sedimentación; los productos corresponden a los elementos expuestos en la geósfera, como las rocas, estratos, geoformas y estructuras tectónicas (Pedraza, 1996).

Los procesos geológicos endógenos son el producto de fuerzas del interior terrestre, dadas principalmente por la tectónica de placas. Por otra parte, los procesos geológicos exógenos son el efecto de fuerzas externas que ocurren en la superficie terrestre (Edward & Blodgett Robert, 2007).

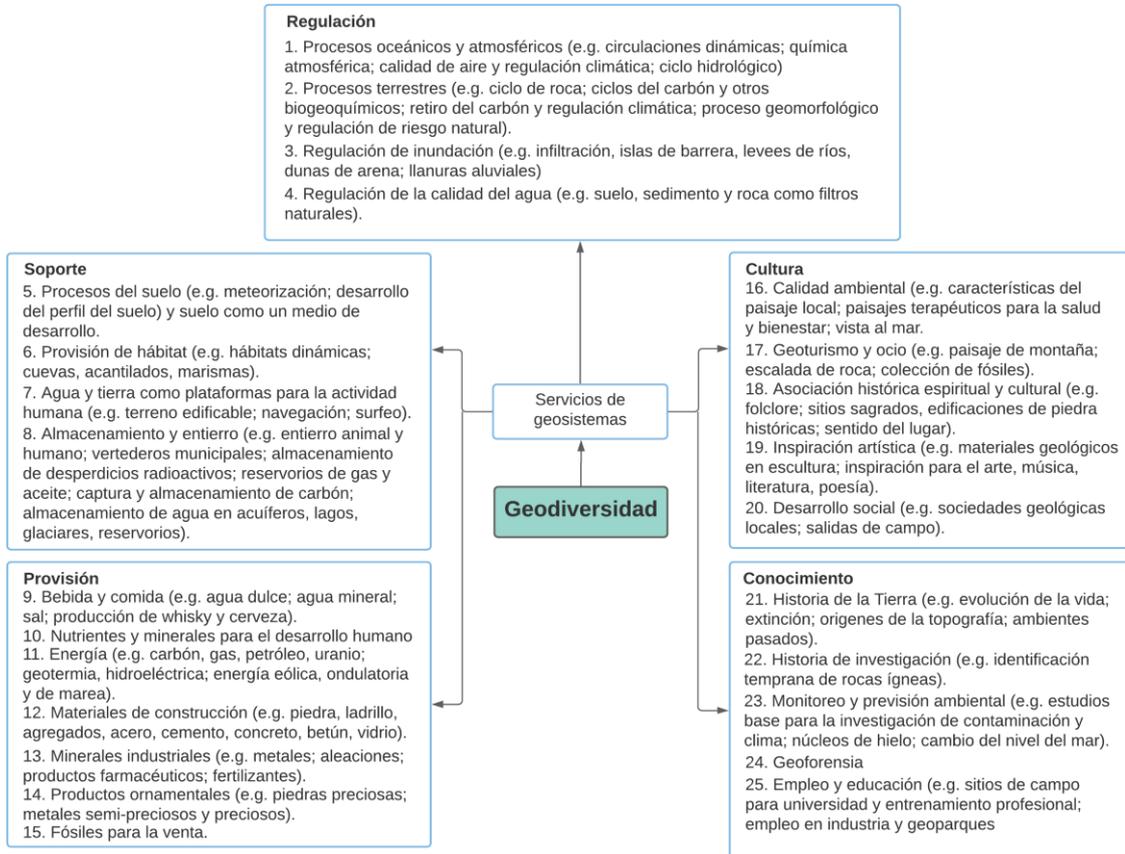
## **2.3. Geodiversidad**

El planeta Tierra presenta una historia de 4.6 billones de años en el cual se han desarrollado movimientos de las placas tectónicas, variaciones climáticas, catástrofes, la cual ha dado lugar al entorno geológico y geomorfológico que nos rodea; suministrando una geodiversidad en la que se incluyen aspectos topográficos, recursos geológicos que han beneficiado a la sociedad (Gray, 2019).

Gray (2013) define a la geodiversidad como “el rango natural (diversidad) geológico (rocas, minerales, fósiles), geomorfológico (geoformas, topografía, procesos físicos), suelos y características hidrológicas. Esto incluye sus ensamblajes, estructuras, sistemas y contribuciones a los paisajes” (p.12). En otras palabras, la geodiversidad comprende los elementos que han sido el producto de los procesos geológicos (Figura 2.3); abarcando una diversidad de componentes geológicos que presenta una región (Carcavilla et al., 2014).

Un aspecto importante son los servicios de ecosistemas (Figura 2.2), basados en que las reservas naturales conformadas por el ambiente geológico, suelos, aire, agua y el factor biótico, brindan aprovechamiento para la comunidad. Haciendo

énfasis en el factor abiótico se tienen a los servicios de geosistemas debido a la geodiversidad de nuestro planeta (Gray, 2019).



**Figura 2.2. Servicios de geosistemas. Basado en (Gray, 2019)**

Algunos elementos de la geodiversidad presentan un valor singular (científico, didáctico, turístico), designado como lugares de interés geológico (LIG) o geositios (Carcavilla et al., 2014). Entre los tipos de geositios se tienen a los geomorfositos (Reynard, 2009) de los cuales se han realizado evaluaciones o estudios en Ecuador (Ayala et al., 2020; Carrión et al., 2020).

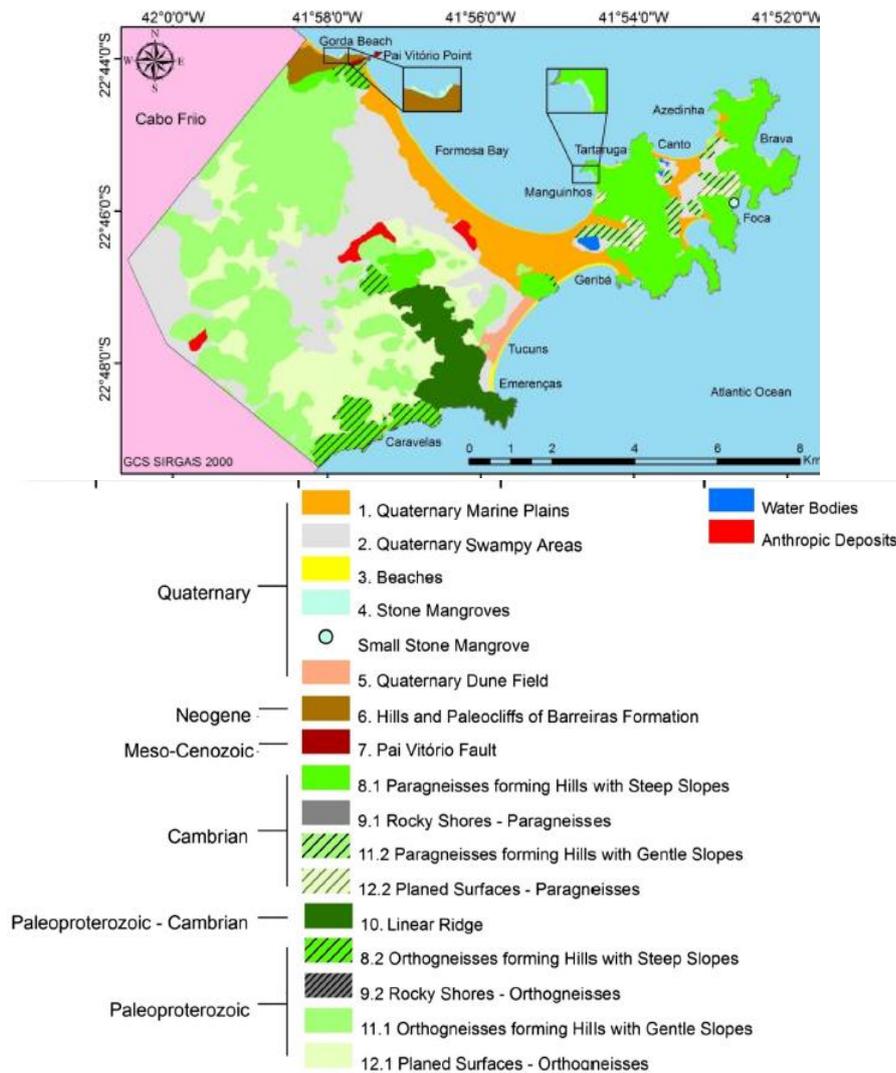


**Figura 2.3. Piscinas naturales en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador**

### **2.3.1. Mapeo de la geodiversidad**

El Servicio geológico de Brasil – Compañía de investigación de recursos minerales (CPRM) ha publicado mapas de la geodiversidad en el cual se detalla la parte geológica y el ambiente físico (geoformas, suelos, cuerpos de agua) permitiendo definir los posibles usos de suelo. Este tipo de mapas (Figura 2.4) proveen un entendimiento geológico de una región a la comunidad, siendo útil para el sector académico, minero y ambiental (CPRM, 2020; dos Santos et al., 2019).

## Geodiversity Map Armação dos Búzios, RJ, Brazil

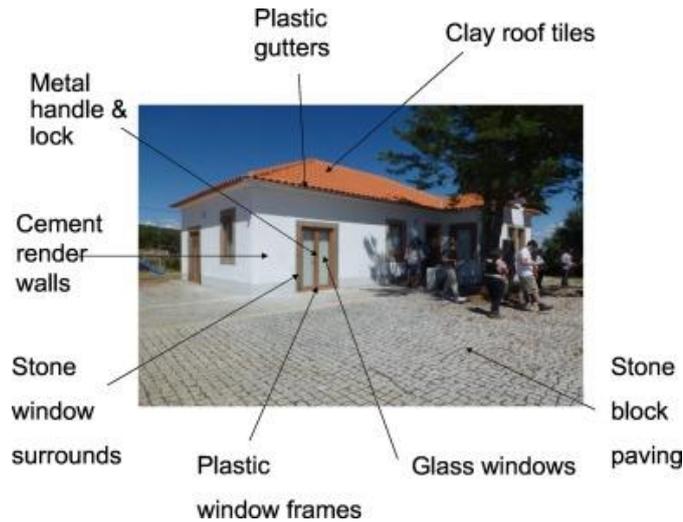


**Figura 2.4. Ejemplo de un mapa de la geodiversidad (dos Santos et al., 2019)**

### 2.4. Recursos geológicos

#### 2.4.1. Materiales de construcción

El medio natural comprende la fuente de los materiales que son utilizados en la industria de la construcción abarcada desde grandes obras de ingeniería como puentes, túneles, edificios, aeropuertos hasta pequeñas obras como una casa (Figura 2.5).



**Figura 2.5. Materiales geológicos empleados en la construcción de una casa (Gray, 2019)**

#### **2.4.1.1. Rocas**

Los bloques de rocas son utilizados para la construcción de muros, losas, pisos, techados. Sin embargo, este tipo de material geológico tiene múltiples aplicaciones, siendo una de ellas como parte decorativa. Para techos, la pizarra es un material frecuente; rocas ígneas como el granito y rocas sedimentarias como la arenisca (Figura 2.6) se emplean para la construcción de muros (Gray, 2019).



**Figura 2.6. Roca sedimentaria (arenisca)**

#### **2.4.1.2. Agregados**

Comprenden una serie de fragmentos de rocas que han sido depositadas. Entre los agregados se tiene a la arena, la cual es utilizada para el cemento, carreteras, relleno, ampliación de islas y playas. Otro tipo de agregado lo conforman las gravas (Figura 2.7), las cuales son empleadas como material para la elaboración del hormigón (Gray, 2019).



**Figura 2.7. Agregados en las riberas del río en la comuna Dos Mangas, Santa Elena-Ecuador**

#### **2.4.1.3. Piedra caliza**

Su principal uso es en la elaboración del cemento, para su posterior empleo como hormigón o material para recubrir el suelo (Gray, 2019). Así, por ejemplo se tiene a las coquinas (Figura 2.8).



**Figura 2.8. Coquinas**

#### **2.4.1.4. Arcillas**

Las arcillas son empleadas en la elaboración de ladrillos (Figura 2.9) o para el tejado (Gray, 2019).



**Figura 2.9. Ladrillos fabricados con arcilla (Dai et al., 2019)**

#### **2.4.1.5. Yeso**

El yeso (Figura 2.10) es empleado como material para el enlucido de paredes (Gray, 2019).



**Figura 2.10. Muestra de yeso**

#### **2.4.2. Recurso minero**

El CIM Standing Committee on Reserve Definitions (2014) lo describe como “una concentración o presencia de material sólido de interés económico en o sobre la corteza terrestre en tal forma, grado o calidad y cantidad que existan perspectivas razonables de una eventual extracción económica” (traducido del inglés, p. 4). Este concepto incluye como material de interés económico a los minerales industriales, carbón, metales preciosos, material orgánico fosilizado o inorgánico sólido natural y diamantes (Figura 2.11).



**Figura 2.11. Diamantes de Capiibary, Departamento de San Pedro, Paraguay (Báez et al., 2014)**

### **2.4.3. Recurso paleontológico**

Refiere estos términos a los restos, huellas o rastros de organismos que se preservaron dentro de rocas y sedimentos; esto incluye huesos (Figura 2.12), dientes ya sea que estén mineralizados, en parte o para nada mineralizados, tejidos suaves, impresiones de hoja y remanentes de tamaño microscópico en la matriz sedimentaria asociado a fósiles. Este recurso pertenece a los no renovables pues al ser destruido algún fósil, nunca será reemplazado (Murphy et al., 2015).



**Figura 2.12. Fósil de vértebra del primer dinosaurio descubierto en Ecuador (Apesteguía et al., 2020)**

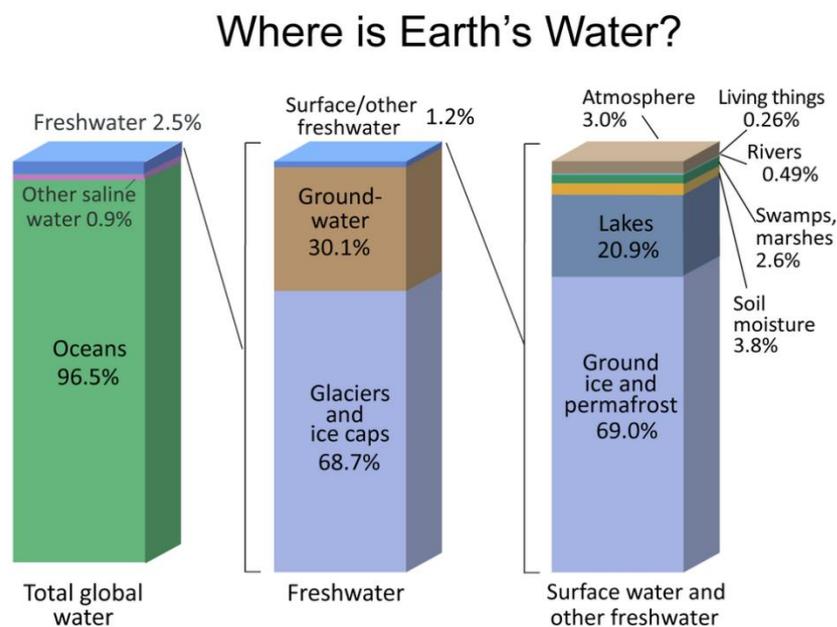
### **2.4.4. Recursos del patrimonio geológico**

El patrimonio geológico concierne a elementos de la geodiversidad que presentan un destacado valor científico, pudiendo ser elementos in situ y ex situ, y que además, poseen valores adicionales como el educativo, cultural y artístico. El patrimonio geológico está integrado por el contexto geomorfológico, petrológico,

mineralógico, paleontológico, estratigráfico, estructural, hidrogeológico y pedológico (Brilha, 2016).

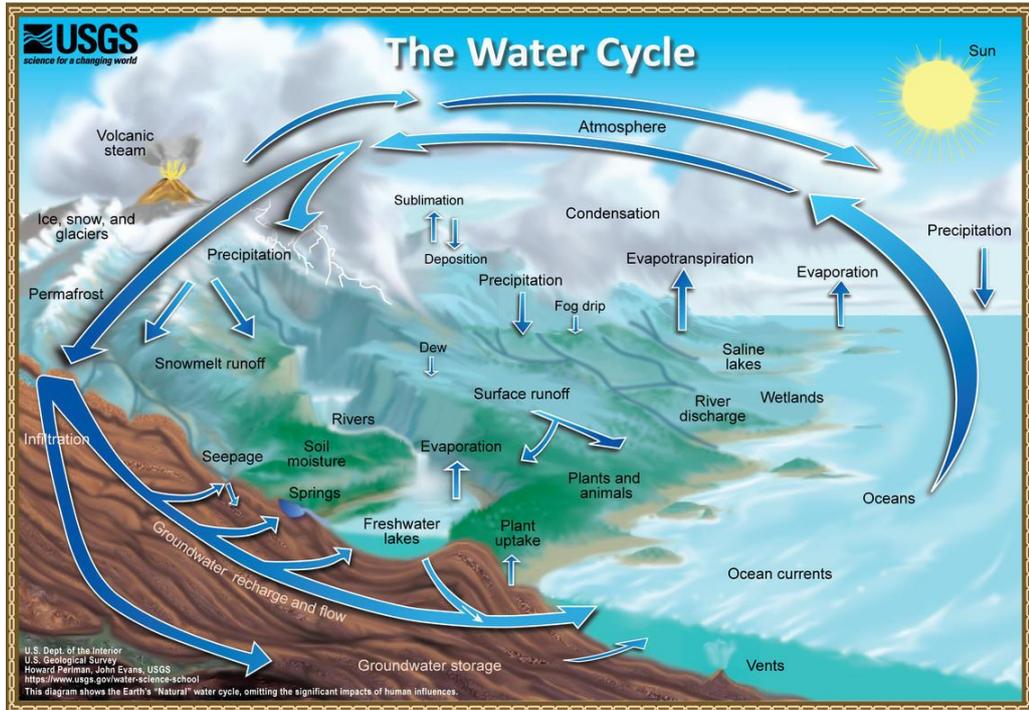
### 2.4.5. Recurso agua

El agua comprende el recurso de mayor importancia en la Tierra, ya que todo organismo vivo requiere del agua para su existencia. El agua puede presentarse en la superficie terrestre como ríos, lagos, lagunas, océanos y también en el subsuelo como agua subterránea. El agua es un recurso exuberante en la Tierra, con una mayor concentración de agua salada en los océanos y en menor proporción como agua dulce (Figura 2.13) (Reynolds et al., 2010).



**Figura 2.13. Distribución del agua en la superficie terrestre (USGS, 2020a)**

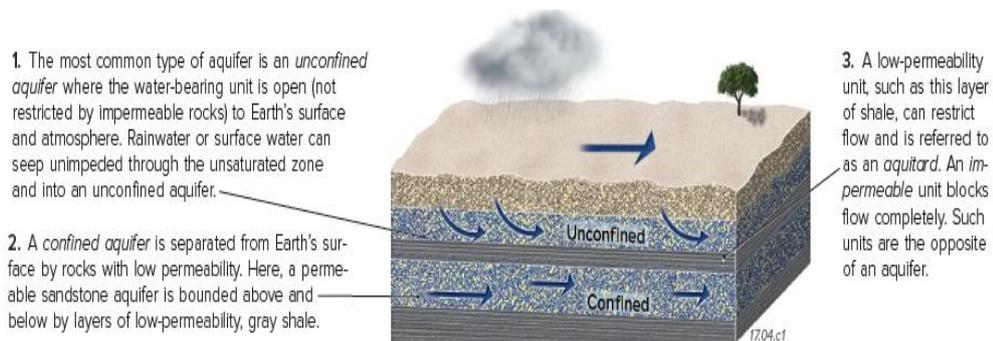
El ciclo hidrológico (Figura 2.14) comprende la circulación del agua en la superficie terrestre, dirigida por la energía solar, y abarca procesos de evaporación, condensación, precipitación, sublimación, infiltración, flujos de agua subterránea, transpiración y escorrentía superficial (Reynolds et al., 2010). Entre las principales utilidades de este valioso recurso se puede mencionar a la irrigación, uso doméstico, público e industrial, acuicultura, minería, entre otros. (Reynolds et al., 2010).



**Figura 2.14. El ciclo del agua (USGS, 2020b)**

### 2.4.6. Acuíferos

Earle (2019) define a los acuíferos (Figura 2.15) como “un cuerpo de roca o sedimento no consolidado que tiene suficiente permeabilidad para permitir que el agua fluya a través de él” (p. 458). Entre los materiales geológicos que pueden conformar un acuífero se tienen a las gravas, arenas, limos; incluso rocas sedimentarias como las areniscas, calizas o rocas ígneas y metamórficas fracturadas (Earle, 2019).



**Figura 2.15. Acuíferos (Reynolds et al., 2019)**

### 2.4.7. Acuíferos costeros

Los acuíferos costeros (Figura 2.16) presentan flujos de diferentes densidades (agua de mar y agua dulce), oscilaciones del nivel de agua subterránea, zonación química a causa del agua marina, salida de agua subterránea al mar e intercambios químicos por la interacción entre el suelo y el mar. Sin embargo, se debe señalar que cada sistema de agua subterránea costera presenta sus propias características. Algunas cualidades comunes incluyen que el agua subterránea se encuentra con la intrusión salina en la zona subsuperficial; agua marina de mayor densidad con respecto al agua dulce en un 2.5%, dando origen a la formación de una cuña formada por el agua de mar (Jiao & Post, 2019).

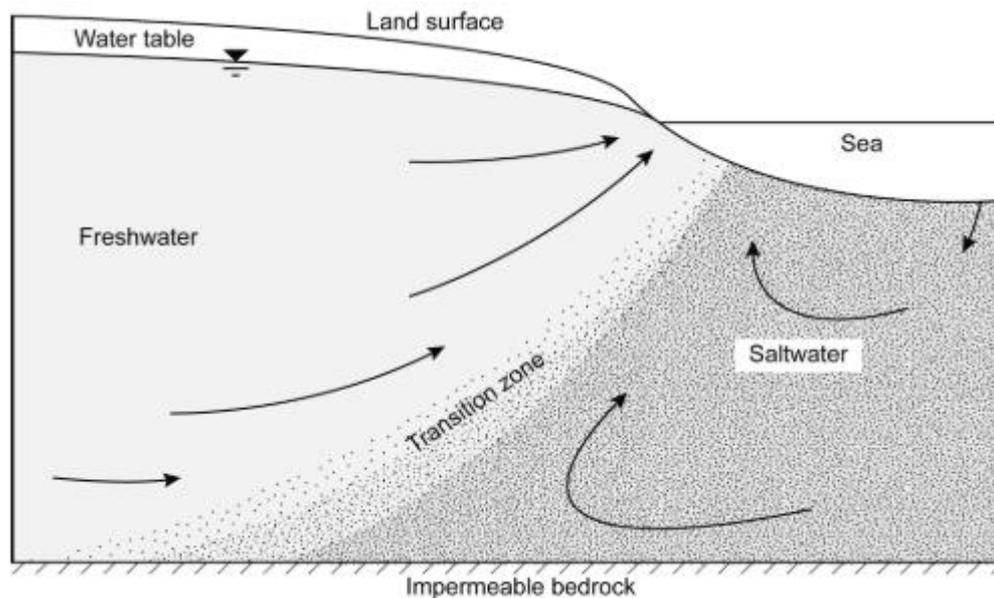


Figura 2.16. Acuífero costero (Jiao & Post, 2019)

## 2.5. Riesgos geológicos

### 2.5.1. Riesgos costeros

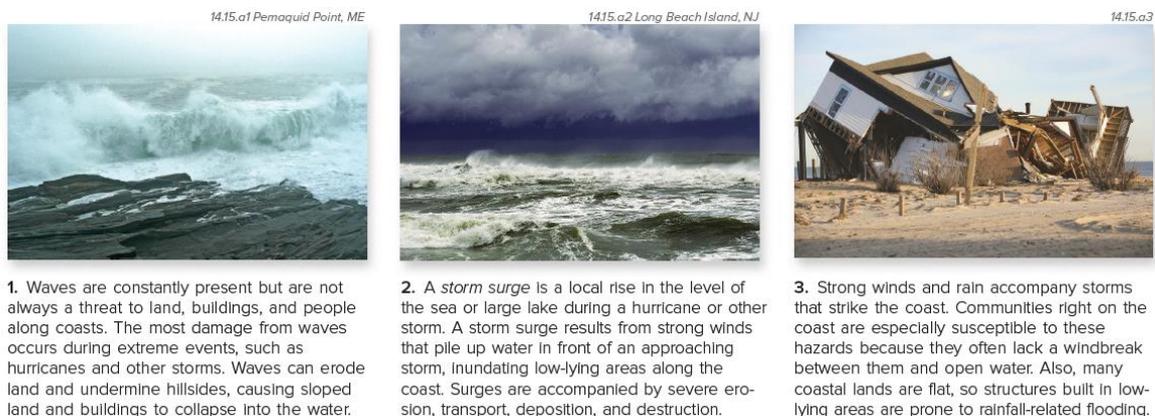
Las zonas costeras se han convertido en uno de los grandes atractivos para la sociedad humana. Tales zonas están habitadas por el 10% de la población mundial (600 millones), de manera que la vulnerabilidad es alta (Lario & Bardají, 2016).

El riesgo costero se basa en lo que se denomina nivel de tolerancia, esto es "rango de variabilidad de la línea de costa, determinado por las mareas o por las

tormentas ordinarias” (Figura 2.17) (Lario & Bardají, 2016, p. 177), siendo los cambios de la línea de costa por erosión o inundación.

La erosión tiene que ver con el desbalance de la tasa sedimentaria, en donde ciertas partes de la playa tienen una gran acumulación de sedimentos y en otras un déficit, llevando al crecimiento desmedido de las playas o el retroceso de la línea de costa, respectivamente (Lario & Bardají, 2016).

Para el riesgo por inundación, hay que tener en claro que el nivel del mar no es un valor global absoluto. Así mismo los cambios que suceden en la superficie marina son relativos (subidas-bajadas), por lo que el estudio de este riesgo se lo hace en una zona concreta a lo largo del tiempo y espacio (Lario & Bardají, 2016).



**Figura 2.17. Amenazas geológicas costeras (Reynolds et al., 2019)**

### 2.5.2. Movimientos de masa

De acuerdo a Highland & Bobrowsky (2008), un movimiento en masa es “el movimiento pendiente abajo del suelo, las rocas y los materiales orgánicos por efectos de la gravedad y también la forma de relieve que resulta de dicho movimiento” (p. 4).

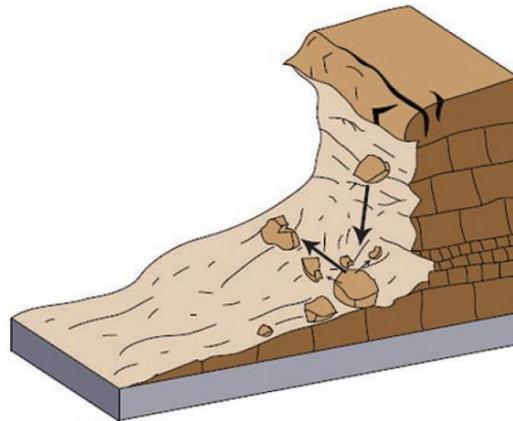
Las causas para que ocurran tales movimientos se deben a los factores condicionantes o pasivos y los desencadenantes o activos. Los primeros se refieren a los esfuerzos y resistencia inherente al terreno para que pueda existir o no los diferentes tipos de movimientos. Por otro lado, los activos cambian la disposición de los factores condicionantes dando como resultado el movimiento en masa. Los orígenes de tales modificaciones son la actividad sísmica,

meteorológica, volcánica, meteorización, sedimentación, erosión y antrópica (Lario & Bardají, 2016).

Hay una variedad de tipos de movimientos, y su clasificación se lo describe en las siguientes líneas acorde a lo expuesto por Highland & Bobrowsky (2008):

#### **2.5.2.1. Caídas de rocas**

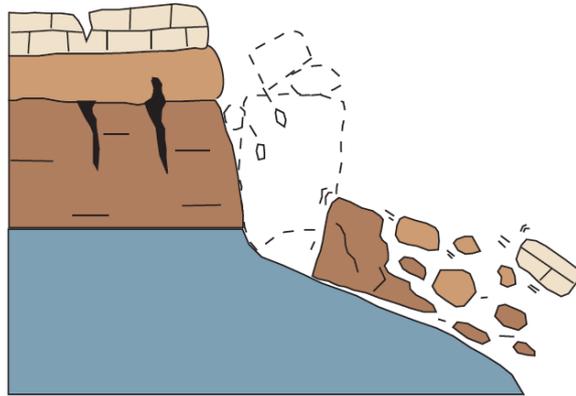
Es el desprendimiento ya sea de tierra o rocas en pendientes fuertes o acantilados (Figura 2.18), donde su trayecto puede continuar hasta que se encuentre con terreno plano o terminar en el rompimiento del material al impactarse.



**Figura 2.18. Esquema de una caída de rocas (Highland & Bobrowsky, 2008)**

#### **2.5.2.2. Vuelcos**

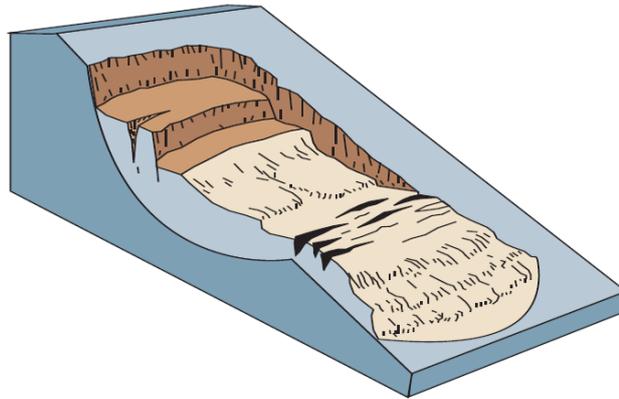
Es el movimiento de rotación hacia fuera de la pendiente ya sea material grueso o fino (Figura 2.19), impulsado por la fuerza gravitatoria en la parte superior del escarpe. En cierta medida es generada por los procesos de congelamiento y deshielo en las fisuras del material.



**Figura 2.19. Esquema de un vuelco (Highland & Bobrowsky, 2008)**

### **2.5.2.3. Deslizamiento rotacional**

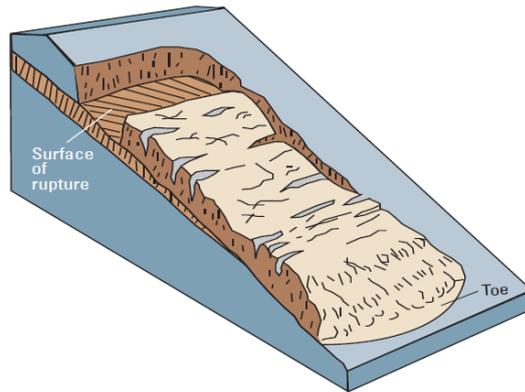
Es el desplazamiento dado sobre una superficie de falla de geometría curva y delgada (Figura 2.20). La masa removida generalmente lo hace con un comportamiento muy cohesivo entre las partículas del material.



**Figura 2.20. Esquema de un deslizamiento rotacional (Highland & Bobrowsky, 2008)**

### **2.5.2.4. Deslizamiento traslacional**

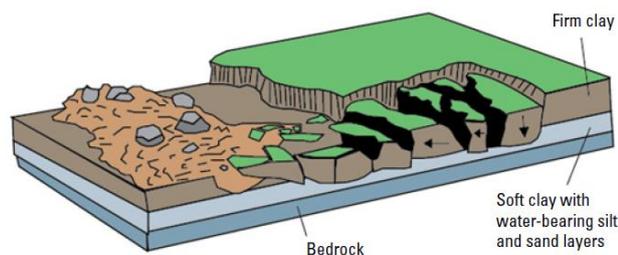
La masa se traslada sobre una superficie casi plana, donde generalmente han sido afectados por fallas, juntas o el contacto suelo-roca (Figura 2.21). Tienen un aparente movimiento en bloque con o sin fracturas pudiendo alcanzar grandes distancias si la pendiente es pronunciada. Además, es observable cierta área de la superficie de ruptura.



**Figura 2.21. Esquema de un deslizamiento traslacional (Highland & Bobrowsky, 2008)**

### 2.5.2.5. Extensiones laterales

A diferencia de los anteriores tipos de movimientos, estos se producen en pendientes muy suaves, en el que la capa más compactada se traslada por encima de una capa de material más débil que permanece relativamente estático, aunque a veces puede llegar a hundirse o incrustarse ciertas partes de esta en la capa superior extendida (Figura 2.22).



**Figura 2.22. Esquema de una extensión lateral (Highland & Bobrowsky, 2008)**

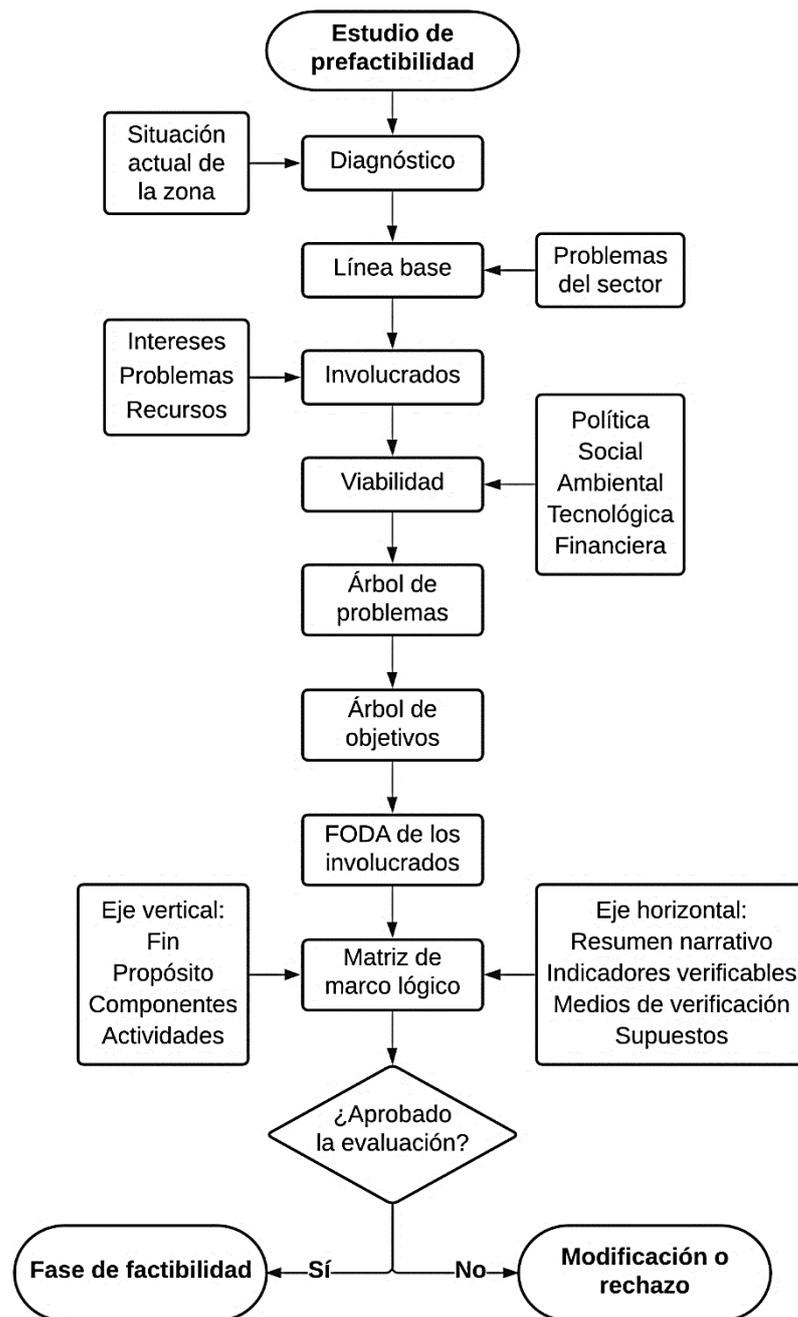
## 2.6. Análisis de prefactibilidad

El estudio de prefactibilidad constituye la parte elemental en la mejora de la posición o situación económica de una comunidad. Este estudio abarca datos de diagnóstico, explicación de línea base, estudio de mercado, extensión, ubicación, recursos, tecnología, personal, contexto físico y comunitario (Tapia et al., 2017).

Durante el estudio de prefactibilidad se establece el problema y se plantean los objetivos con el fin de sostener la viabilidad técnica, financiera, ambiental, política y social, basándose en el análisis de información. Es decir, está integrado por la investigación del mercado, componente técnico, organizacional y económico;

consistiendo principalmente en el compendio de información e implicando la viabilidad de ser asignada como proyecto (Guerrero, 2018; Tapia et al., 2017).

Un estudio de prefactibilidad (Figura 2.23) es empleado para verificar la posibilidad de estudios de factibilidad; y aborda opciones que conlleven al alcance de los objetivos. Es decir, un estudio de prefactibilidad garantiza que la ejecución de un proyecto es la mejor opción de ser llevada a cabo; probando la viabilidad económica y asentando las bases para estudios de factibilidad (Hickson & Owen, 2015).



**Figura 2.23. Diagrama de flujo de un estudio de prefactibilidad. Basado en (Camacho et al., 2001; Tapia et al., 2017)**

## 2.7. Desarrollo Sostenible

La ONU, en su Asamblea General de 1983, estableció la comisión denominada *Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* para que evaluaran la problemática ambiental y presentaran estrategias de desarrollo perdurable para el año 2000 (Brundtland, 1987).

Tal informe de evaluación se dio en 1987, donde el concepto de *desarrollo duradero* (como se lo nombró en un inicio al desarrollo sostenible) engloba tres ámbitos: económico, social y ambiental, que, de manera específica, pertenecen los tópicos de economía internacional, recursos humanos, seguridad alimentaria, ecosistemas, especies, energía, industrialización, crecimiento urbano, seguridad e institucionalidad jurídica (Brundtland, 1987).

La definición en sí del desarrollo sostenible es satisfacer “las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias” (Brundtland, 1987, p. 23). Esto conlleva a que se aplican limitaciones relativas dentro de la sociedad para tener un orden en la tecnología usada y las consecuencias de las actividades humanas que la tierra puede soportar, haciendo hincapié en los pobres para que tengan las oportunidades de una vida digna y crecimiento sostenible.

Hay que acotar que previamente los términos de *desarrollo sostenible* ya se los había utilizado respecto a la forestación para que exista una renovación acorde a la biología de los bosques (Klarin, 2018). Considerando la aplicación de tal concepto, este debe lograr el no desbalance entre los pilares mencionados, donde el aprovechamiento de los recursos se distribuya equitativamente entre la sociedad actual y que a su vez el medio ambiente no se degrade, para que no afecte la subsistencia de la descendencia humana (Barrow, 2018).

La ONU ha mantenido reuniones donde se evalúa y se refuerza el avance de tal desarrollo. En el 2002 en Johannesburgo, Sudáfrica, se reafirmó el compromiso de generar políticas e instituciones que velen por el accionar de las decisiones acordadas en la Cumbre de tal ciudad (Naciones Unidas, 2002). En el 2010 se da el primer periodo de reuniones donde se valoriza los trabajos ejecutados en favor

del desarrollo sostenible en sus diferentes contextos, y en los que aún presentan falencias, bajo los criterios de *separados* (se examina los progresos de cada ámbito del desarrollo sostenible), *conjuntos* (observación de la convergencia de los tres pilares), *compromisos* (el cumplimiento de los acuerdos) y *contextuales* (ver si repercute en la presente y futura generación) (Naciones Unidas, 2010).

Finalmente, en el 2015 se entabló el compromiso de mayor magnitud hasta el momento: cumplir un total de 17 objetivos de desarrollo sostenible junto a 169 metas para que la prosperidad, paz y unidad de la sociedad humana se mantengan en armonía con el planeta para el 2030 (Naciones Unidas, 2015). De manera externa a esta organización, se han mantenido investigaciones y discusiones sobre el proceso práctico del discurso de desarrollo sostenible (Shi et al., 2019).

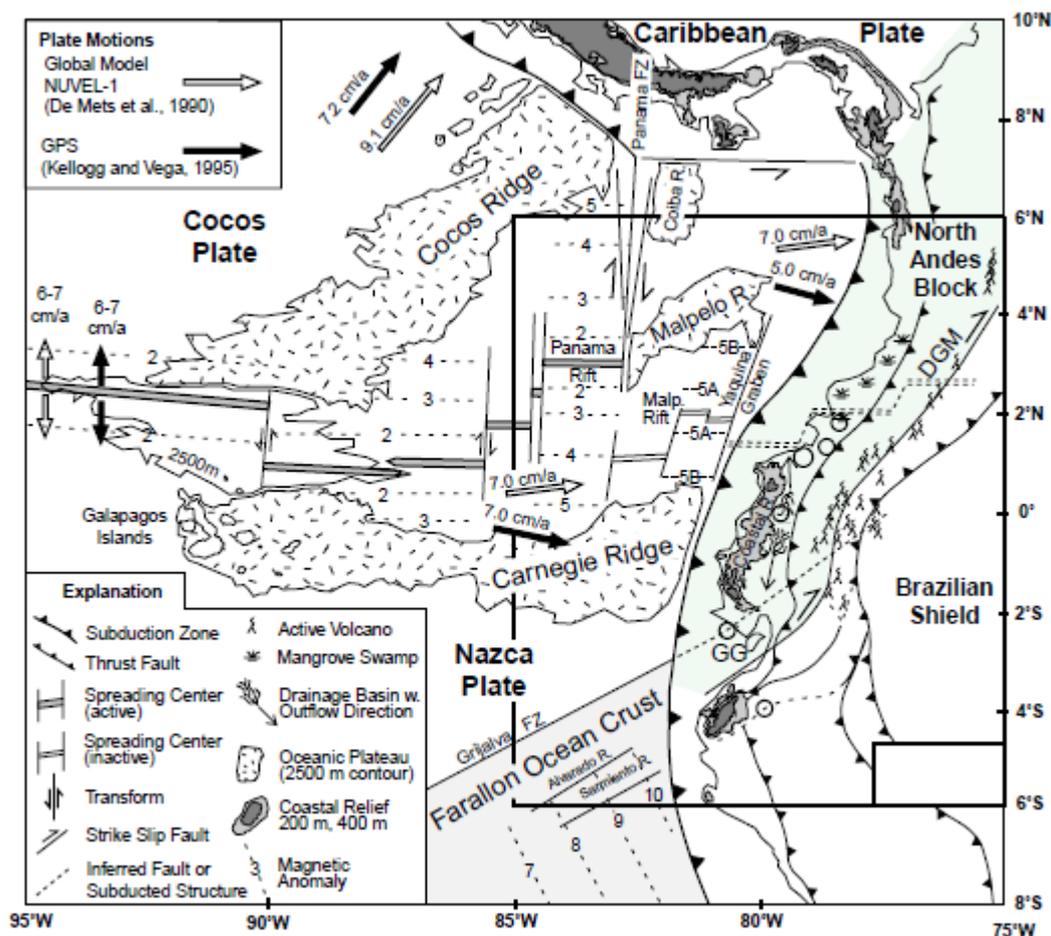
# CAPÍTULO 3

## 3. MARCO GEOLÓGICO

### 3.1. Marco tectónico

La República del Ecuador se encuentra localizada en una zona de subducción (Figura 3.1), caracterizada principalmente por esfuerzos compresivos, resultado de las colisiones entre las placas tectónicas. Estas placas tectónicas las conforman la placa de Nazca, de naturaleza oceánica, con movimiento hacia el Este, en dirección oblicua en el rango N50E-N80E, buzamiento entre 5 y 10° con una velocidad entre 54 y 58 mm por año y la placa Sudamericana de naturaleza continental (Chunga et al., 2016; Marcaillou et al., 2009). A esto se debe añadir que 400 km de ancho y 2 km de altura de la cordillera Carnegie se encuentra debajo del continente ecuatoriano (Gutscher et al., 1999).

La placa Sudamericana es tratada por algunos autores como una división de dos partes: la norte, denominada Bloque Norandino, compuesta por “ante-arco submarino, la cordillera de la costa, la planicie ante-arco, las cordilleras andinas” (Collot et al., 2009, p. 50) y la sur como placa Sudamericana; comenzando en el Golfo de Guayaquil y extendiéndose por las depresiones interandinas. El límite no definido de estos segmentos conciernen a la franja de colisión de intraplaca denominada “Sistema Mayor Dextral”, “Megafalla Guayaquil-Caracas” o “Sistema de fallas Guayaquil-Pallatanga” (Chunga et al., 2016).

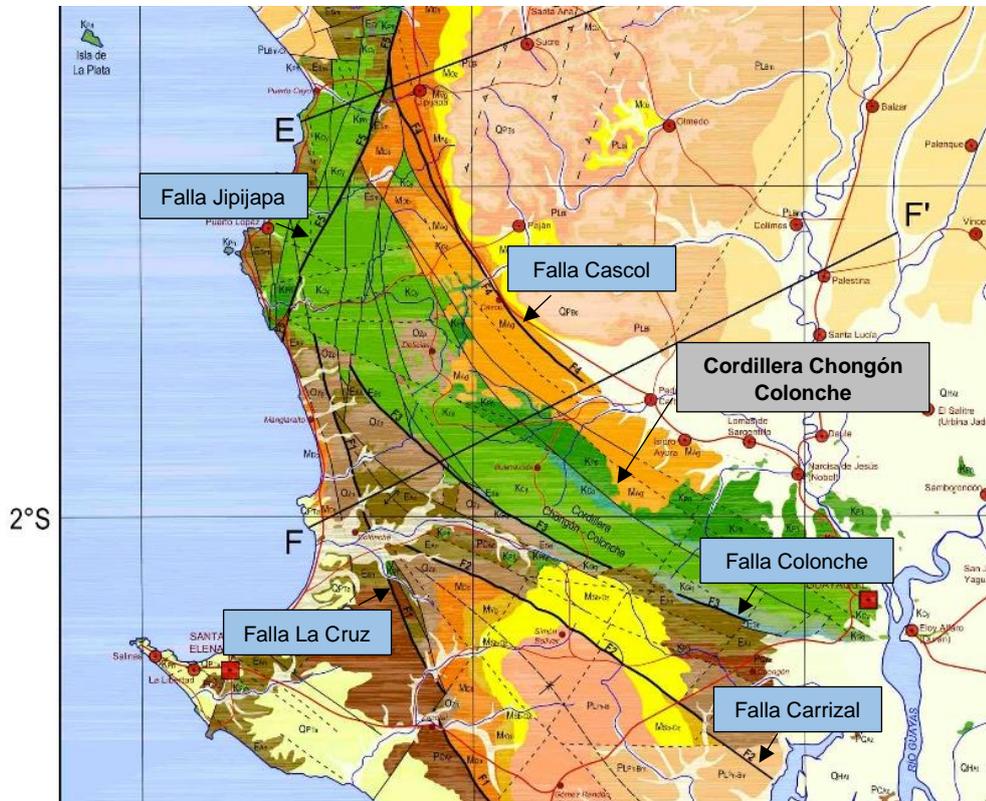


**Figura 3.1. Situación tectónica del Ecuador y sus alrededores. Basado en (Gutscher et al., 1999)**

Otros rasgos relevantes de la tectónica por la convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana es la aparición de sistemas horst y grabens, terrenos alóctonos, pendientes de talud en sentido este-oeste. Además, se unen los movimientos de masa a favor de la pendiente producidos por la acción de la gravedad (Núñez del Arco, 2003).

Durante el Oligoceno Superior se dio el levantamiento de la cordillera Chongón Colonche (Figura 3.2), cuya edificación dio lugar a depresiones que en la actualidad están conformadas por las cuencas de Manabí, Guayas, el golfo de Guayaquil y al sistema de fallas Guayaquil-Pallatanga que se emplazó perpendicularmente al eje de la cuenca Progreso. En el Cuaternario emergieron las formaciones Tablazo (que incluyen grandes fallas) en Santa Elena y Pichilingue en el Guayas (DGGM, 1974; Núñez del Arco, 2003).

Las fallas de gran extensión longitudinal en el margen sur-oeste costero están conformadas por la falla La Cruz, Carrizal, Colonche, Cascol con dirección noroeste-sureste y la falla Jipijapa con dirección nor-noreste al sur-suroeste (Figura 3.2) (Reyes & Michaud, 2012).



**Figura 3.2. Fallas mayores en la margen sur-oeste costera. Basado en (Reyes & Michaud, 2012)**

En el área sudoeste de la región costera, el movimiento vertical es el que prevalece dando origen a fallas de orientación noroeste-sudeste o nor-noroeste al sur-sudeste. Sin embargo, también se presentan fallas de cizallamiento como La Rinconada, Punta de Montañita, La Entrada y río Manglaralto. Otro dato tectónico es el sinclinal del río Piñas con eje N-S que evidencia proceso de plegamiento (DGGM, 1974).

### 3.2. Marco geomorfológico

La geofoma más notable la conforma la cordillera Chongón Colonche cuyo rumbo es N110° con un buzamiento de 17° hacia el sur (Benitez, 1995). La cordillera presenta estratos monoclinales, estructuras anticlinales sub-horizontales a horizontales erosionados cuyas altitudes están por debajo de los 150 a 200 metros con grandes valles aluviales en su centro. Además, abarca una extensión de 10 km con picos máximos de 600 a 800 m (Núñez del Arco, 2003; Winckell, 1982).

Justamente, la cordillera es el límite norte de la cuenca Progreso (Figura 3.3) con un área aproximada de 80 km de longitud este-oeste, por 40 km de ancho norte-sur. El horst Azúcar-Playas está en su margen oeste-sur. Además, la depresión y el horst Chongón están ubicados de forma paralela al flanco sur y oeste de la cordillera. La cuenca de Manabí tiene como límite sur a la cordillera y al norte el Río Esmeraldas, presentando relieves paralelos con orientación nor-nordeste hacia el sur-sudoeste (Núñez del Arco, 2003; Winckell, 1982).

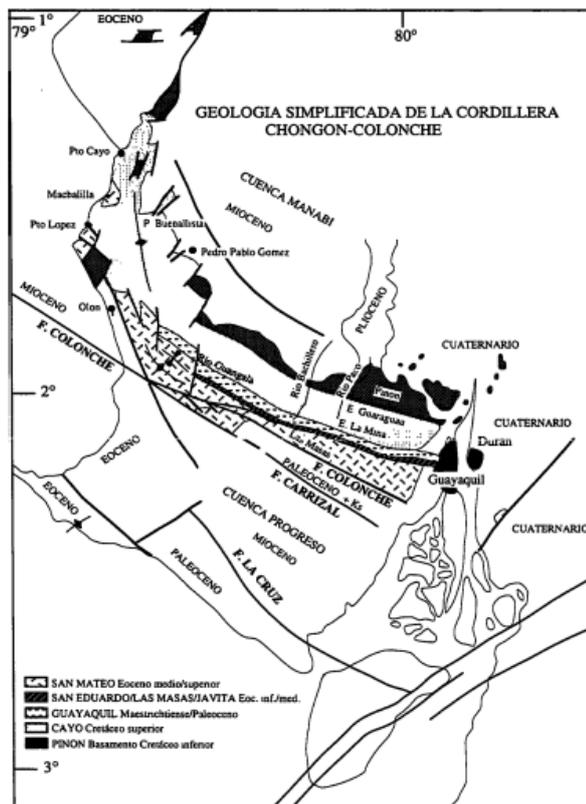
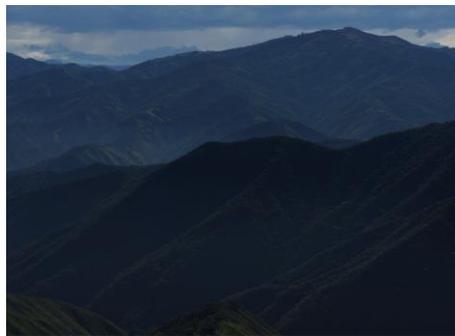


Figura 3.3. Mapa de la Cordillera Chongón Colonche (Benitez, 1995)

Además de estos principales aspectos geomorfológicos, existen relieves altos monoclinales, cuevas como los de Pedro Pablo Gómez en Jipijapa, horst monoclinales en Chone, mesetas al sur y norte de Bahía de Caráquez, acantilados de 100 a 200 metros en las cabeceras de aquellas mesetas y largas playas rectilíneas (Winckell, 1982).

Respecto a la zona de estudio, en el macro-relieve se tiene que la cordillera es “un sistema dual de alineaciones montañosas y colinosas, enlazadas entre sí... constituyendo zonas plegadas o en fase de plegamiento” (Figura 3.4) (Castro et al., 2013, p. 25); el piedemonte es “la parte baja de la montaña y serranía hasta el punto de inflexión con el valle o la llanura” (Castro et al., 2013, p. 25).



**Figura 3.4. Colinas (Castro et al., 2013)**

Por otro lado, en el meso-relieve se tiene que las colinas medianas son “unidades morfológicas con una topografía ondulada con una diferencia de altura relativa de 25-75 m con una pendiente de 8-13%” (Castro et al., 2013, p. 26); las montañas bajas son “elevaciones debido a procesos orogénicos que van desde 0 a 1000 msnm” (Figura 3.5) (Castro et al., 2013, p. 32).



**Figura 3.5. Montañas (Castro et al., 2013)**

Los relieves mencionados en Castro et al. (2013) se debe significativamente en parte por la subducción asísmica de la Cordillera de Carnegie desde el Plioceno superior al Pleistoceno inferior. Por ejemplo, la Cordillera Chongón Colonche alcanza alturas de 837 msnm debido al movimiento de la estructura mencionada (Chunga et al., 2016).

### 3.3. Marco geológico regional

La geología de la Península de Santa Elena y la cuenca Progreso se presenta en la Tabla 3.1

**Tabla 3.1. Geología regional (DGGM, 1974; Núñez del Arco, 2003; Reyes & Michaud, 2012)**

Período	Nombre	Descripción
Cretácico	Formación Piñón	Conformada por rocas básicas y volcánicas andesíticas, almohadillas de lava, diabasas, doleritas, gabros, limolitas con sílice, basaltos, areniscas y arcillas
	Formación Calentura	Conformada por lutitas calcáreas, calizas con contenido de sílice, tobas, cherts, brechas de basalto.
	Formación Cayo	Compuesta de arcillas silicificadas o de chert, areniscas grauvacas de cuarzo, magnetita, anfíbol, feldespato o calcita, limolitas y lutitas, argilitas y tobas silicificadas. Incluye conglomerados, fragmentos de rocas ígneas, brechas, turbiditas masivas y lapilli. Los tamaños de grano van de decimétricos a métricos y las potencias de los afloramientos es de alrededor de los 3 km.
	Formación Guayaquil	Conformada por cherts, limolitas, calizas silíceas y lutitas.
Paleoceno	Grupo Azúcar	Conformado de conglomerados cuarzosos y cherts, areniscas compuestas de cuarzo, lutitas y arcillas. El espesor del grupo es de 2300 m.

<b>Período</b>	<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
Eoceno	Formación San Eduardo – Javita	Constituida de algas, calizas, areniscas calcáreas, flysch calcáreo y limos, con espesores de alrededor de 30 y 100 m. Referente al miembro Javita, la litología consiste de arenas grano grueso, conglomerados o brechas y un contenido mínimo de nódulos de chert, con una potencia de 60 metros.
	Grupo Ancón	Conformada por areniscas carbonatadas, lutitas, turbiditas, limolitas y arcillas de grano medio a grueso. La potencia máxima que lleva este grupo es de 1900 m.
Oligoceno	Miembro Zapotal	Incluye areniscas de grano grueso intercaladas con conglomerados turbidíticos, lutitas y limolitas, con una potencia de 1000 m.
Mioceno	Formación Dos Bocas	Compuesta de lutitas lodolitas, limolitas y areniscas de grano fino, concreciones calcáreas y vetillas de yeso.
	Formación Villingota	Conformada por areniscas de grano fino, lutitas con diatomeas y concreciones calcáreas intercaladas. La potencia de la formación alcanza los 600 metros.
	Formación Subibaja	Presencia de microconglomerados, arcillas y limos finos, argilitas y arcillas con contenido de vetillas de carbón y pirita.
Plioceno	Formación Progreso	Areniscas de grano fino y grueso, limolitas con arcillas y arena, argilitas, coquinas y cantos rodados.
	Formación Puná	Arcillas, limolitas, areniscas con coquinas, fragmentos de chert y cuarzo, guijarros y conglomerados.
Pleistoceno	Terrazas antiguas	Referidas a la formación Tablazo, la cual reúne como material litológico a conglomerados, lumaquelas, depósitos de arena calcárea de grano fino a medio, gravas y coquina.
Holoceno	Aluviales y terrazas recientes	Arenisca, arcillitas, gravas y conglomerados brechosos con matriz de arena y limo.

### **3.4. Marco geológico local**

La descripción geológica local (Figura 3.6) se detalla a continuación:

#### **3.4.1. Formación Cayo (Cretácico superior)**

Está conformada por sucesiones de areniscas grauwacas de grano medio a grueso, rocas volcánicas de composición básica con una matriz de arcilla, argilitas silicificadas de color gris y verde. También se exponen brechas con potencias que alcanzan los 20 m, conformados por fragmentos de argilitas angulares o redondeados en una matriz de grano fino (DGGM, 1974).

#### **3.4.2. Formación San Eduardo (Eoceno Medio)**

Constituida por calcarenitas y calcilutitas en un ambiente marino de aguas profundas. La formación San Eduardo está conformada por el miembro San Eduardo y el miembro Javita (Núñez del Arco, 2003).

##### **3.4.2.1. Miembro Javita (Eoceno medio)**

Sobreyace a la Formación Cayo con una potencia que alcanza los 90 m. Se encuentra conformada por calizas de arrecife, areniscas carbonatadas de grano medio y grueso con presencia de foraminíferos (DGGM, 1974), conglomerados, brechas, lutitas calcáreas y nódulos de chert (Núñez del Arco, 2003).

#### **3.4.3. Grupo Ancón (Eoceno medio y superior)**

El Grupo Ancón se conforma de la formación Socorro y la formación Seca.

##### **3.4.3.1. Formación Socorro (Eoceno medio y superior)**

Está conformado por el miembro Clay Pebble Beds y el miembro Socorro. El miembro Clay Pebble Beds consiste de brechas sedimentarias, constituidas por guijarros de arcillas, conglomerados, chert, calizas dentro de una matriz arcillosa verde gris. El miembro Socorro está conformado por un flysch de areniscas de grano fino, series turbidíticas y lutitas alcanzando una potencia de 700 m (Núñez del Arco, 2003).

#### **3.4.3.2. Formación Seca (Eoceno superior)**

Está conformado por el miembro Lutitas Seca y el miembro Arenisca Punta Ancón. El miembro Lutitas Seca comprende lutitas turbidíticas, areniscas y tres biofacies, siendo nerítica, arrecife y radiolarios. El miembro Arenisca Punta Ancón consiste de areniscas grauwacas, estratos de arcilla, conglomerados, lutitas (Núñez del Arco, 2003).

#### **3.4.4. Formación Tosagua (Mioceno inferior – Mioceno medio)**

Está conformado por los miembros Zapotal, Dos Bocas y Villingota.

##### **3.4.4.1. Miembro Dos Bocas (Mioceno inferior)**

Comprende lutitas de color gris, limolitas, areniscas de grano fino con color amarillo. Presenta concreciones o nódulos calcáreos, vetillas de yeso; con una potencia que alcanza los 2400 m (Núñez del Arco, 2003).

##### **3.4.4.2. Miembro Zapotal (Mioceno inferior)**

Está conformado por areniscas de grano medio, limolitas, conglomerados con una potencia que alcanza los 600 m (Núñez del Arco, 2003).

#### **3.4.5. Formación Tablazo (Pleistoceno – Holoceno)**

Está comprendida por coquinas, areniscas conchíferas, areniscas y conglomerados. Presenta estratificación cruzada en capas de areniscas grises oscuras. Las limolitas finas y arcillolitas grises se emplazan en estratos subhorizontales de espesor milimétrico a centimétrico (Ordóñez et al., 2006).

#### **3.4.6. Depósitos aluviales (Holoceno)**

Comprendido por arcillas, limos, arenas y conglomerados presentes en terrazas en los cauces de los ríos (Núñez del Arco, 2003).

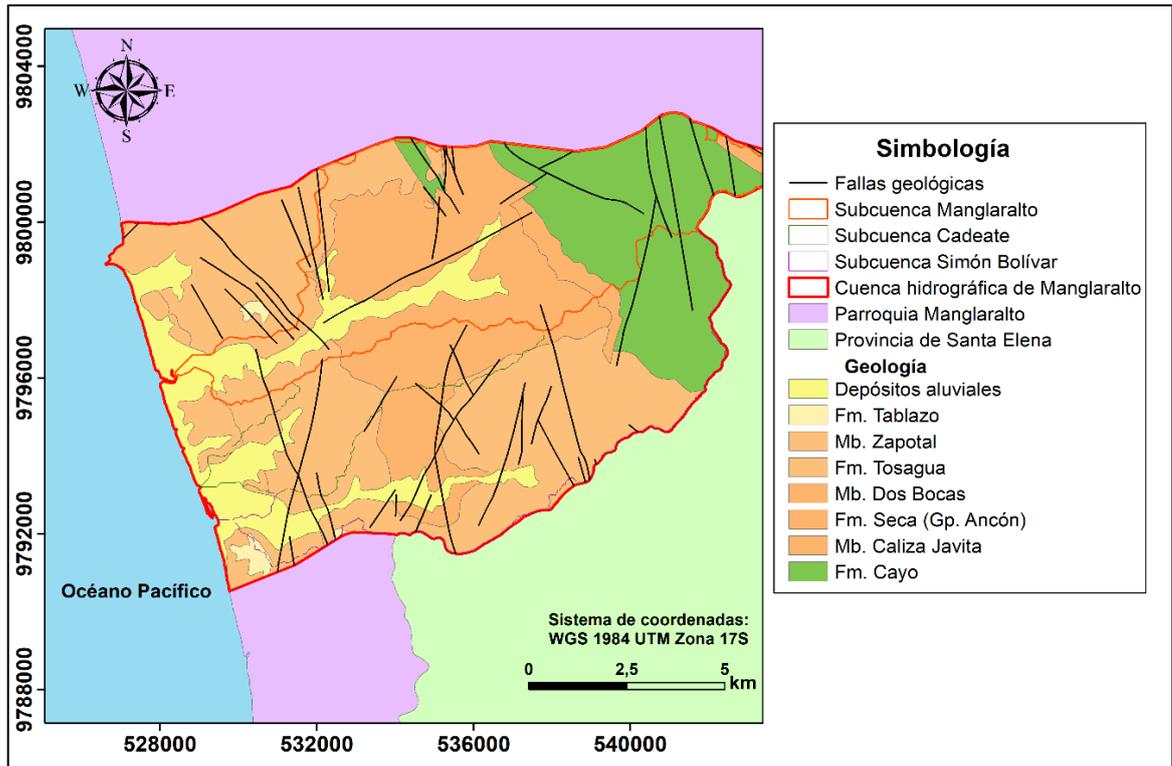


Figura 3.6. Mapa geológico de la cuenca hidrográfica Manglaralto. (SNI, 2014)

# CAPÍTULO 4

## 4. DATOS Y MÉTODOS

La actividad económica de las comunidades asociada primordialmente a la actividad turística y gastronómica ha decaído significativamente. Ante esto, el presente estudio busca alternativas de desarrollo sostenible basadas en los recursos geológicos que ofrece su territorio. Los métodos aplicados en la investigación abarcaron cinco fases, detalladas en la Figura 4.1.

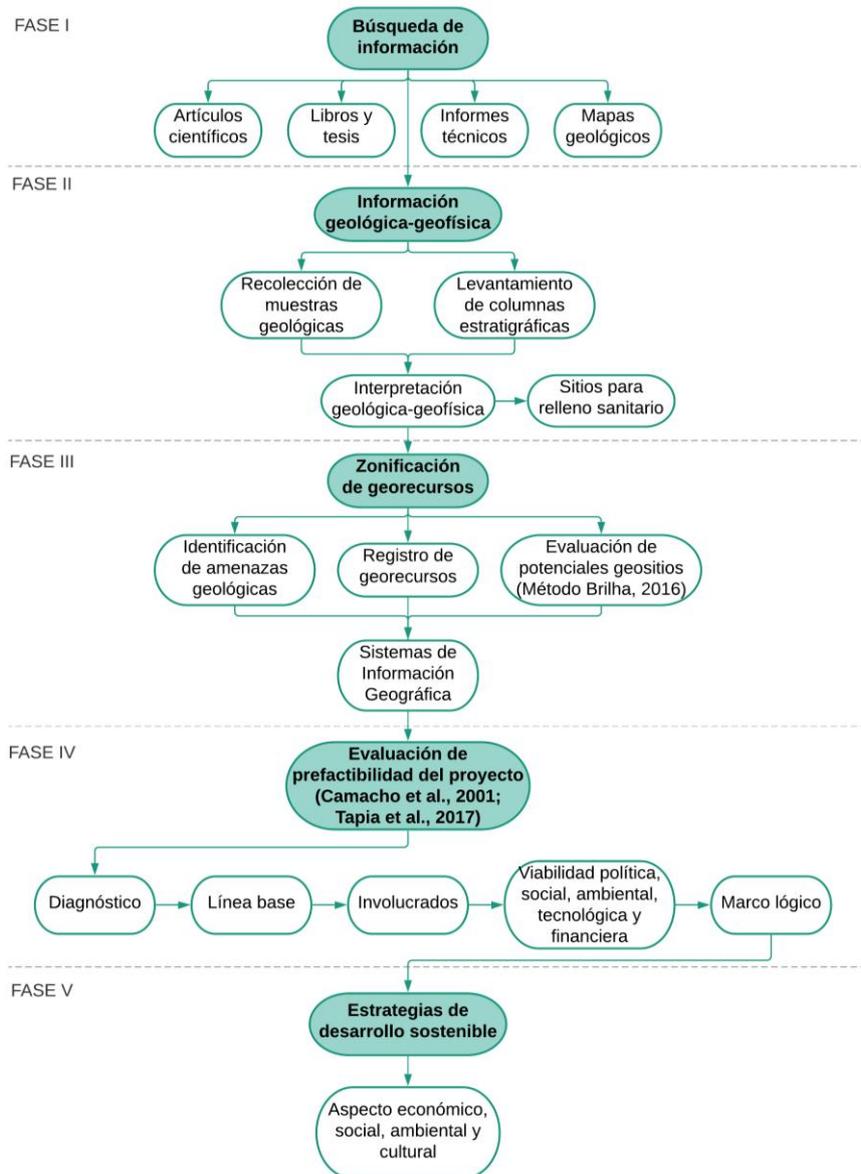


Figura 4.1. Esquema metodológico

#### **4.1. Fase 1: Búsqueda de información**

La primera fase comprendió la recopilación de información bibliográfica; principalmente en fuentes como artículos científicos, libros, tesis, informes técnicos y mapas geológicos relacionados a la temática de estudio para indagar en el alcance y las oportunidades que puede brindar la presente investigación.

La adquisición de archivos en formato shapefile fue realizada a través del geoportal del Instituto Geográfico Militar (IGM), Servicio Nacional de Información (SNI) y del Centro de Investigación y Proyectos Aplicados a las Ciencias de la Tierra de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (CIPAT-ESPOL).

#### **4.2. Fase 2: Información geológica-geofísica**

La segunda fase comprendió un trabajo de campo geológico, caracterizado por la recolección de muestras de rocas, elaboración de columnas estratigráficas, que incluía la descripción de rocas sedimentarias indicando su composición, textura, estructuras sedimentarias y los fósiles que puedan contener.

Para el registro de la composición y textura, se consideraron los clastos o granos, matriz, tamaño de grano, selección, morfología (forma, redondez, esfericidad), textura superficial y estructura. Las estructuras sedimentarias muestran la forma de deposición y los procesos posteriores a la deposición, por lo cual fue llevado a cabo mediante la observación e identificación de las estructuras en las distintas unidades que conforman los afloramientos (Boggs, 2006; Coe et al., 2010; Nichols, 2009).

Las columnas estratigráficas fueron levantadas con el objeto de obtener una sección 2D de los materiales terrestres presentes en los afloramientos. Se siguió un procedimiento de descripción sistemática que abarcaba el espesor y color de las capas, tipo de roca, estructuras sedimentarias, tamaño de grano, selección y estructura (Coe et al., 2010; Compton, 2016).

Esta fase también comprendió la identificación de sitios adecuados para el establecimiento de rellenos sanitarios, en el que se consideró las características geológicas del terreno (nivel freático, permeabilidad del material litológico) y la

interpretación de información de campañas geofísicas previas (Figura 4.2 y Anexos C, D, E).

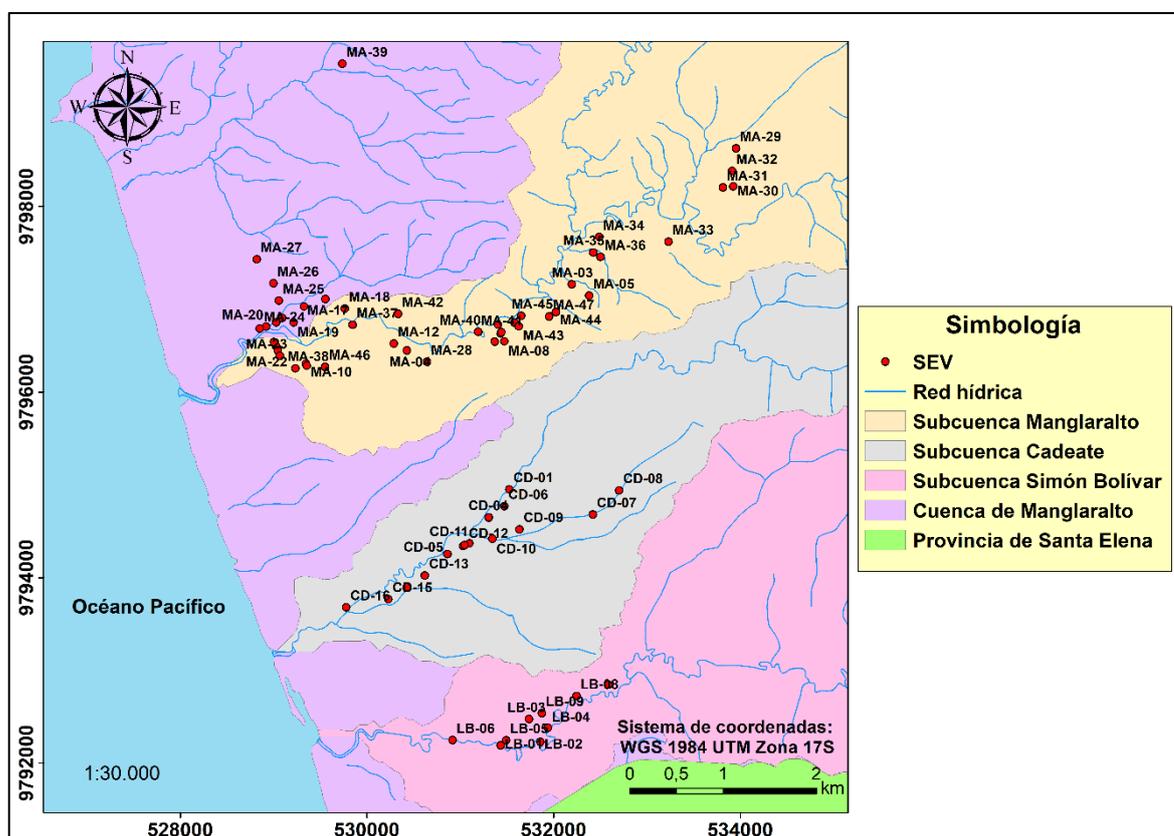


Figura 4.2. Ubicación de los sondeos eléctricos verticales

### 4.3. Fase 3: Zonificación de georecursos

La tercera fase se caracterizó por realizar recorridos de campo para observar el entorno natural. Se obtuvieron imágenes fotográficas de los elementos de la geodiversidad y se describieron sus principales cualidades.

Para la evaluación de los potenciales geositos, se consideró el método propuesto por Brilha (2016), que consiste en una evaluación cuantitativa, en base al criterio científico, educativo, turístico y del riesgo de degradación (Tabla 4.1), con sus respectivos indicadores y subindicadores. Estos cuatro criterios están divididos por indicadores cuya valoración se encuentra en el rango de 1 a 4 (ver Anexo F). El valor atribuido dependió de la situación o estado que caracterice al potencial geosito, siendo el puntaje final, la suma ponderada de los valores asignados.

Además, el riesgo de degradación de los geositos se clasifica en tres categorías (Tabla 4.2).

**Tabla 4.1. Método Brilha**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Peso	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		1-4	30	
B. Localidad clave			20	
C. Conocimiento científico			5	
D. Integridad			15	
E. Diversidad geológica			5	
F. Rareza			15	
G. Limitaciones de uso			10	
<b>Total</b>			<b>100</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Peso	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		1-4	10	10
B. Accesibilidad			10	10
C. Limitaciones de uso			5	5
D. Seguridad			10	10
E. Logística			5	5
F. Densidad poblacional			5	5
G. Asociación con otros valores			5	5
H. Paisaje			5	15
I. Singularidad			5	10
J. Condiciones de observación			10	5
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo		20	10
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico		10	5
	M. Proximidad de áreas recreativas			5
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Peso	
A. Deterioro de elementos geológicos		1-4	35	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial para causar degradación			20	
C. Protección legal			20	
D. Accesibilidad			15	
E. Densidad poblacional			10	
<b>Total</b>			<b>100</b>	

**Tabla 4.2. Clasificación del riesgo de degradación**

<b>Peso total</b>	<b>Riesgo de degradación</b>
<200	Bajo
201-300	Moderado
301-400	Alto

Posteriormente, la representación geográfica fue realizada mediante una aplicación de Sistemas de información geográfica (GIS), para conocer la distribución espacial de los diversos georecursos y potenciales geositios que integran la cuenca hidrográfica de Manglaralto.

#### **4.4. Fase 4: Evaluación de prefactibilidad del proyecto**

La cuarta fase abarcó un estudio de prefactibilidad que se basó en el diagnóstico, línea base, involucrados, viabilidad (política, social, ambiental, tecnológica, financiera) y el marco lógico.

El diagnóstico comprendió la recopilación de datos acerca de la situación demográfica (educación, salud, infraestructura, usos de suelos, clima). En cambio, la línea base se refirió a la descripción del problema que el proyecto plantea resolver. Por otra parte, los involucrados concernieron a los beneficiarios del proyecto, las instituciones gubernamentales y no gubernamentales que aportan de manera financiera la ejecución del proyecto (Tapia et al., 2017).

El análisis de la viabilidad se basó en el criterio político, considerando las leyes y reglamentos de los organismos nacionales y locales donde se incorpora el proyecto; criterio social, basado en los cambios que implica su desarrollo en los beneficiarios; criterio ambiental, basado en la valoración de los efectos en el entorno natural, sean positivos o degradantes por la ejecución del proyecto; criterio tecnológico, considerando la adaptación al medio físico de las tecnologías a ser implementadas, su mantenimiento y reparación; criterio económico-financiero, basado en los costos de operación, ayuda presupuestaria de entidades públicas o privadas (Camacho et al., 2001).

Posteriormente, el marco lógico fue representado por el componente participativo del estudio de prefactibilidad, sintetizando en una matriz los componentes

anteriormente mencionados, los cuales son elementos fundamentales de un proyecto basado en el análisis de involucrados, matriz de Fortalezas-Oportunidades-Debilidades-Amenazas (FODA), árbol de problemas y objetivos (Tapia et al., 2017).

#### **4.5. Fase 5: Estrategias de desarrollo sostenible**

La última fase abarcó el planteamiento de mecanismos basados en los pilares fundamentales del desarrollo sostenible (económico, social, ambiental y cultural) mediante una matriz FODA.

El aspecto económico concierne a la erradicación de la pobreza. En cambio, el aspecto social promueve la reducción del margen que separa a las clases sociales altas y bajas. Por otra parte, el aspecto ambiental consiste en el impedimento del deterioro de los ecosistemas, preservando los elementos de la geodiversidad y la biodiversidad. No obstante, el aspecto cultural fomenta la convivencia y tolerancia entre las diversas civilizaciones con sus costumbres como parte de su identidad (Naciones Unidas, 2002, 2015).

# CAPÍTULO 5

## 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 5.1. Muestreo de afloramientos

Las muestras geológicas recolectadas fueron descritas mediante fichas técnicas (Tabla 5.1; para las demás fichas, ver Anexo A) en las que se consideró su ubicación geográfica y descriptores de acuerdo con el tipo de depósito, en este caso, abarcadas por rocas sedimentarias.

**Tabla 5.1 Ficha descriptiva**

<b>Estación 2-A</b>	
<b>Localización geográfica</b>	Talud entre Playa Bruja y Libertador Bolívar
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S
<b>X</b>	530000
<b>Y</b>	9790060
	
Afloramiento de arcillolita	
<b>Tipo de roca</b>	Sedimentaria silico-clástica
<b>Color</b>	Naranja amarillento pálido
<b>Tamaño de grano</b>	Arcilla
<b>Selección de grano</b>	Bien seleccionado
<b>Morfología de grano</b>	Subangulares, subredondeados, esfericidad media
<b>Textura de superficie</b>	Suave
<b>Estructura</b>	Grano soportado

## 5.2. Levantamiento de columnas estratigráficas

Las columnas estratigráficas fueron levantadas mediante fichas (Tabla 5.2; para las demás, ver Anexo B) para representar el tipo de material geológico que se ha depositado; también se describen las unidades geológicas con el espesor respectivo de sus capas, características litológicas y estructuras sedimentarias (Figura 5.1; para las demás, ver Anexo B).

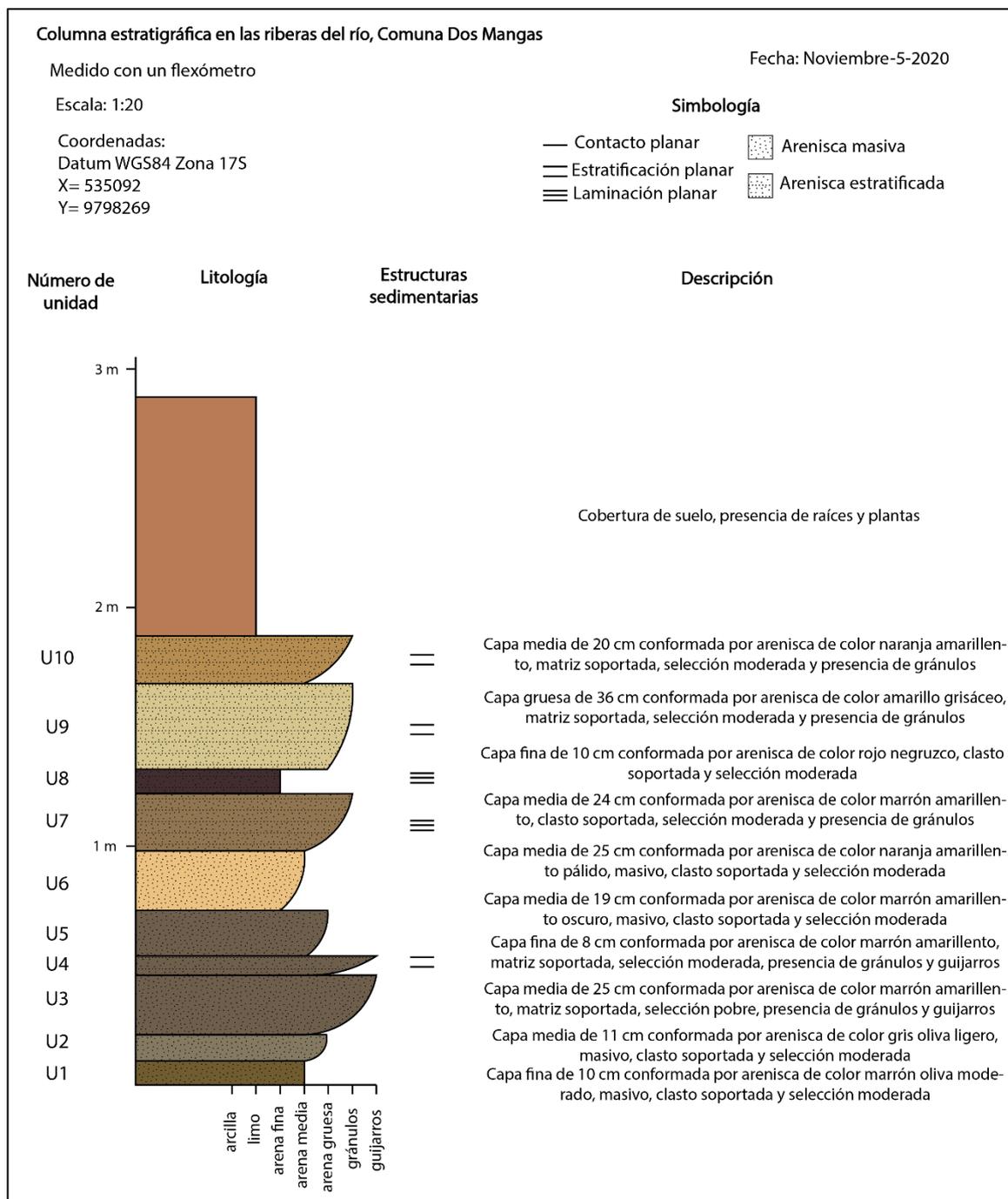
**Tabla 5.2 Ficha descriptiva**

Estación 5		
<b>Localización geográfica</b>	Riberas del río en la comuna Dos Mangas	
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S	
<b>X</b>	535092	
<b>Y</b>	9798269	
 <p>Vista frontal del afloramiento</p>		
<b>Unidad geológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción litológica</b>
<b>U1</b>		<p>Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón oliva moderado según Munsell Color Chart (2009). Tamaño de grano denominado arena media, moderadamente seleccionada, granos subangulares de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Efervescencia con ácido clorhídrico al 10%, minerales de calcita.</p>

<b>Estación 5</b>		
<b>Unidad geológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción litológica</b>
<b>U2</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color gris oliva ligero según Munsell Color Chart (2009). Tamaño de grano denominado arena media a gruesa, moderadamente seleccionada, granos subangulares, subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Efervescencia con ácido clorhídrico al 10%, presencia de restos de organismos marinos.
<b>U3</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón amarillento oscuro según Munsell Color Chart (2009). Matriz de arena media y clastos del tamaño de gránulos, pobremente seleccionada, granos subredondeados a redondeados de esfericidad baja a media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a matriz soportada. Efervescencia con ácido clorhídrico al 10%, presencia de minerales carbonatos.
<b>U4</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón amarillento oscuro según Munsell Color Chart (2009). Matriz de arena media y clastos del tamaño de gránulos y guijarros, moderadamente seleccionada, granos subredondeados a redondeados de esfericidad baja a media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a matriz soportada.
<b>U5</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón amarillento oscuro según Munsell Color Chart (2009). Tamaño de grano denominado arena media a gruesa, moderadamente seleccionada, granos subangulares de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Efervescencia con ácido clorhídrico al 10%, presencia de minerales carbonatos.

<b>Estación 5</b>		
<b>Unidad geológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción litológica</b>
<b>U6</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color naranja amarillento pálido según Munsell Color Chart (2009). Tamaño de grano denominado arena fina a media, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Efervescencia con ácido clorhídrico al 10%, presencia de minerales carbonatos.
<b>U7</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón amarillento moderado según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena fina a media con presencia de gránulos, moderadamente seleccionada, granos subangulares de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada.
<b>U8</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color rojo negruzco según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena fina, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada.
<b>U9</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color amarillo grisáceo según Munsell Color Chart (2009). Matriz de arena gruesa con clastos del tamaño de gránulos, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a matriz soportada.

<b>Estación 5</b>		
<b>Unidad geológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción litológica</b>
<b>U10</b>		<p>Roca sedimentaria silico-clástica de color naranja amarillento oscuro según Munsell Color Chart (2009). Matriz de arena media a gruesa con clastos del tamaño de gránulos, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media a alta, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a matriz soportada.</p>



**Figura 5.1 Columna estratigráfica del afloramiento 5**

### 5.3. Sitios para relleno sanitario

El análisis de este apartado se basó en la información aportada por Jaramillo (2002) y Arévalo (2017), específicamente sobre las características del terreno y del nivel freático de la cuenca.

De acuerdo con las características geológicas que comprende el sector de estudio, dos sitios mostraron cualidades adecuadas para el establecimiento de relleno sanitario (Figura 5.2). Fueron aquellos que cumplían con el criterio en el tipo de suelo, conformados por material limo-arcilloso (Tabla 5.3), con una baja permeabilidad y teniendo en cuenta una profundidad del nivel freático en un valor de 10 metros en la cuenca del río Manglaralto. Estas consideraciones permitieron establecer sitios con la probabilidad de que no se presente alguna contaminación en las fuentes de agua, comprendidas por los ríos y el acuífero costero.

**Tabla 5.3 Ubicación de sitios apropiados para el establecimiento de relleno sanitario en base al material geológico**

CÓDIGO DE SEV	X	Y	Z	Resistividad ( $\Omega$ m)	Intervalo de Profundidad (m)	Descripción	Distancia a ríos (m)
MA-26	528999	9797172	21	3.82	1.41-36.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	283
MA-27	528820	9797431	39	5.95	1.32-11.8	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	598

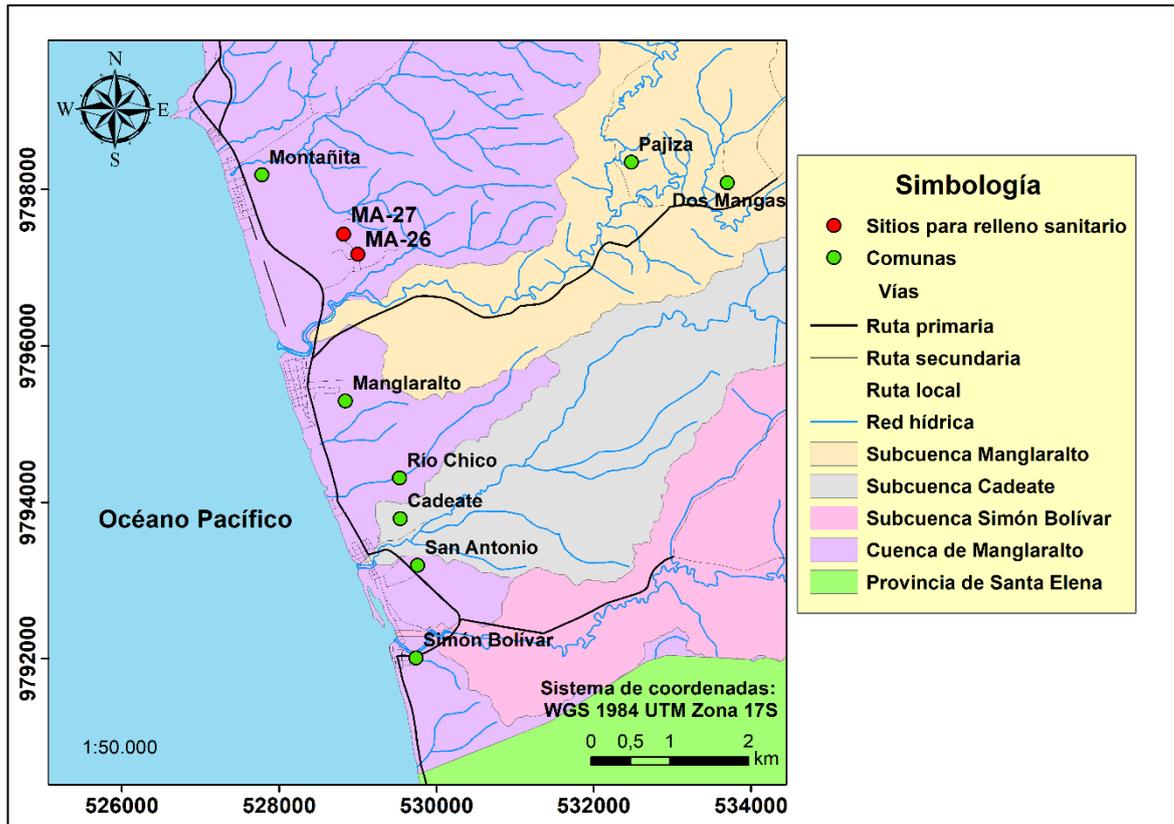


Figura 5.2. Sitios para relleno sanitario

#### 5.4. Amenazas geológicas

Entre las amenazas geológicas, se identificó una zona caracterizada por movimientos en masa o movimiento de ladera (Figura 5.3), reconocido como deslizamiento traslacional, del tipo resbalamiento. Esta caracterización se debe a que el material movilizado se encuentra cohesionado y la superficie de rotura se presenta de forma planar.

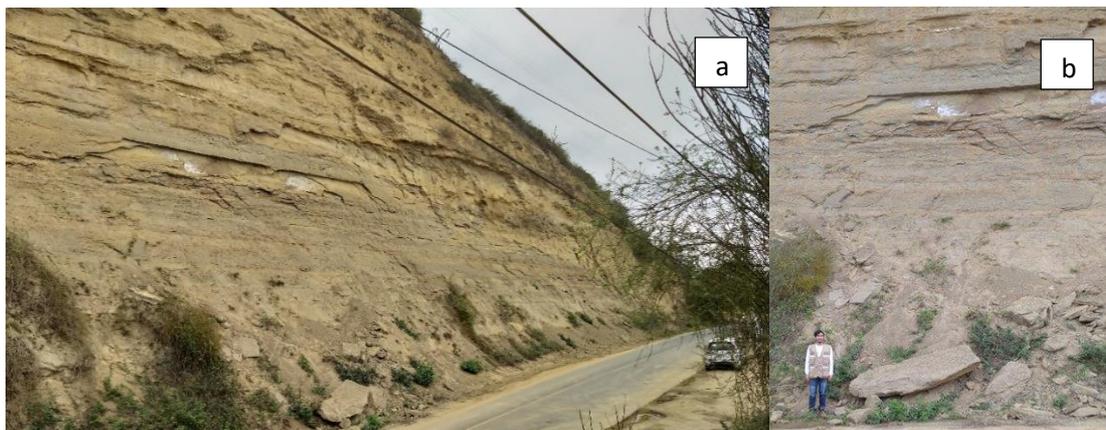


Figura 5.3. a) Talud, b) Deslizamiento traslacional de tipo resbalamiento

## 5.5. Registro de georecursos

Los georecursos (Figura 5.4) estuvieron comprendidos por acantilados, afloramientos caracterizados por rocas sedimentarias como conglomerados, areniscas, arcillolitas, los cuales pueden ser empleados como componentes en la elaboración de artesanías y en materiales de construcción. De la misma forma se identificaron cascadas, senderos, piscinas naturales, taludes, acuíferos costeros y playas. También se consideraron zonas de amenazas geológicas representadas por movimientos en masa y los refugios ante la ocurrencia de tsunamis propuestos por la Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR).

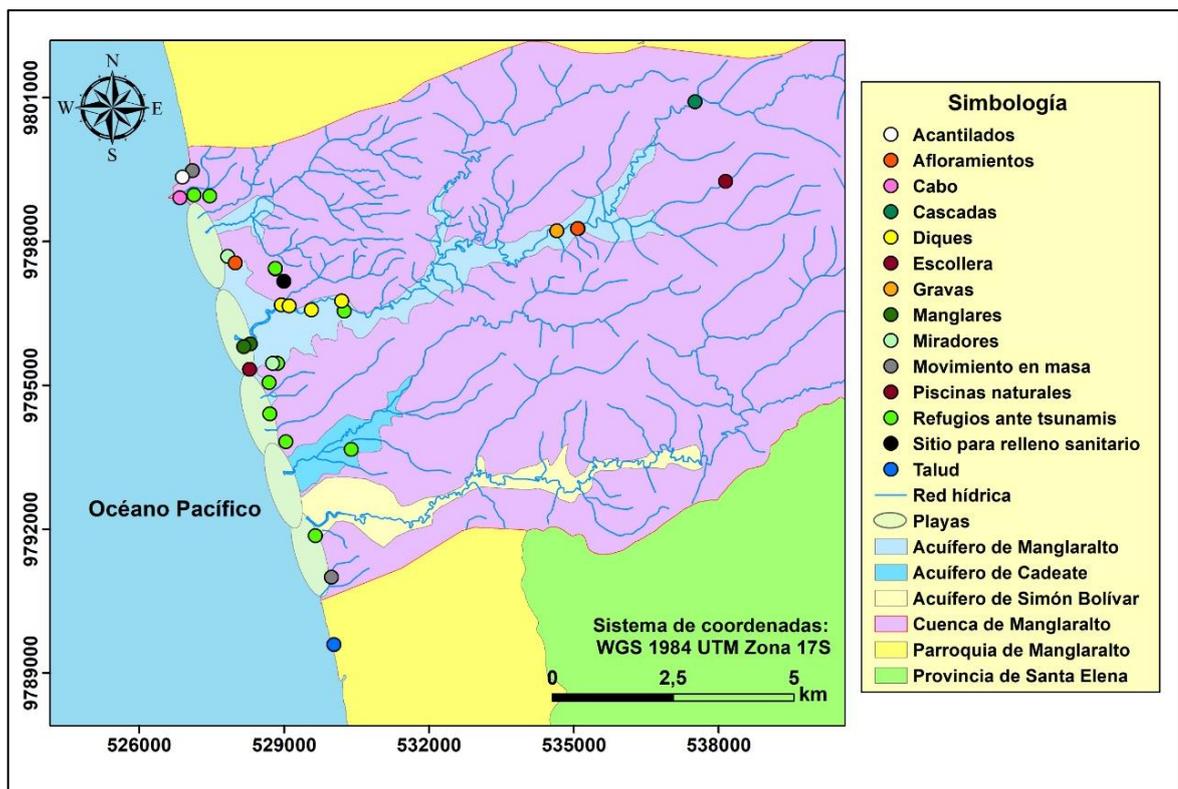


Figura 5.4. Ubicación de los georecursos

## 5.6. Evaluación de potenciales geositios

La Tabla 5.4 y la Figura 5.5 muestran los potenciales geositios que fueron considerados en el presente estudio. Las respectivas valoraciones se detallan en la Tabla 5.5 y el Anexo G de acuerdo a los indicadores científico, educativo, turístico y riesgo de degradación.

**Tabla 5.4. Potenciales geositios**

<b>N</b>	<b>Potenciales Geositios</b>	<b>Principales características</b>	<b>Características secundarias</b>
1	Acuífero costero de Manglaralto	Hidrológico	Ecológico, fluvial y paisajístico
2	Cascadas	Paisajístico	Ecológico, hidrológico y fluvial
3	Piscinas naturales	Fluvial	Ecológico e hidrológico
4	Sendero	Ecológico	Edafológico y paisajístico
5	Diques/Tapes	Hidrológico	Fluvial
6	Playa San Antonio	Erosivo y acumulativo	Geomorfológico
7	Mirador de Manglaralto	Paisajístico	-
8	Mirador de Montañita	Paisajístico	-
9	Acuífero Cadeate	Hidrológico	Ecológico, fluvial y paisajístico
10	Acuífero Libertador Bolívar	Hidrológico	Ecológico, fluvial y paisajístico
11	Playa Hermosa	Erosivo y acumulativo	Geomorfológico
12	Playa Cadeate	Erosivo y acumulativo	Geomorfológico
13	Playa Manglaralto	Erosivo y acumulativo	Geomorfológico
14	Playa Montañita	Erosivo y acumulativo	Geomorfológico
15	Reserva ecológica Dos Mangas	Ecológico	Edafológico, fluvial y paisajístico
16	Cabo en Montañita	Geomorfológico	Erosivo y paisajístico







Figura 5.5. Potenciales geositios en la cuenca hidrográfica de Manglaralto: a) pozo en el acuífero Manglaralto, b) cascadas en la comuna Dos Mangas, c) piscinas naturales en Dos Mangas, d) sendero en Dos Mangas, e) y f) diques/tapes en Manglaralto, g) playa Dorada en San Antonio, h) vista desde el mirador de Manglaralto, i) vista desde el mirador de Montañita, j) cauce del río en el acuífero Cadeate, k) pozo en desuso del acuífero Libertador Bolívar, l) playa Hermosa en Libertador Bolívar, m) playa Cadeate, n) playa Manglaralto, o) playa Montañita, p) reserva ecológica Dos Mangas, q) Cabo en Montañita

Tabla 5.5. Puntuaciones de los potenciales geositios

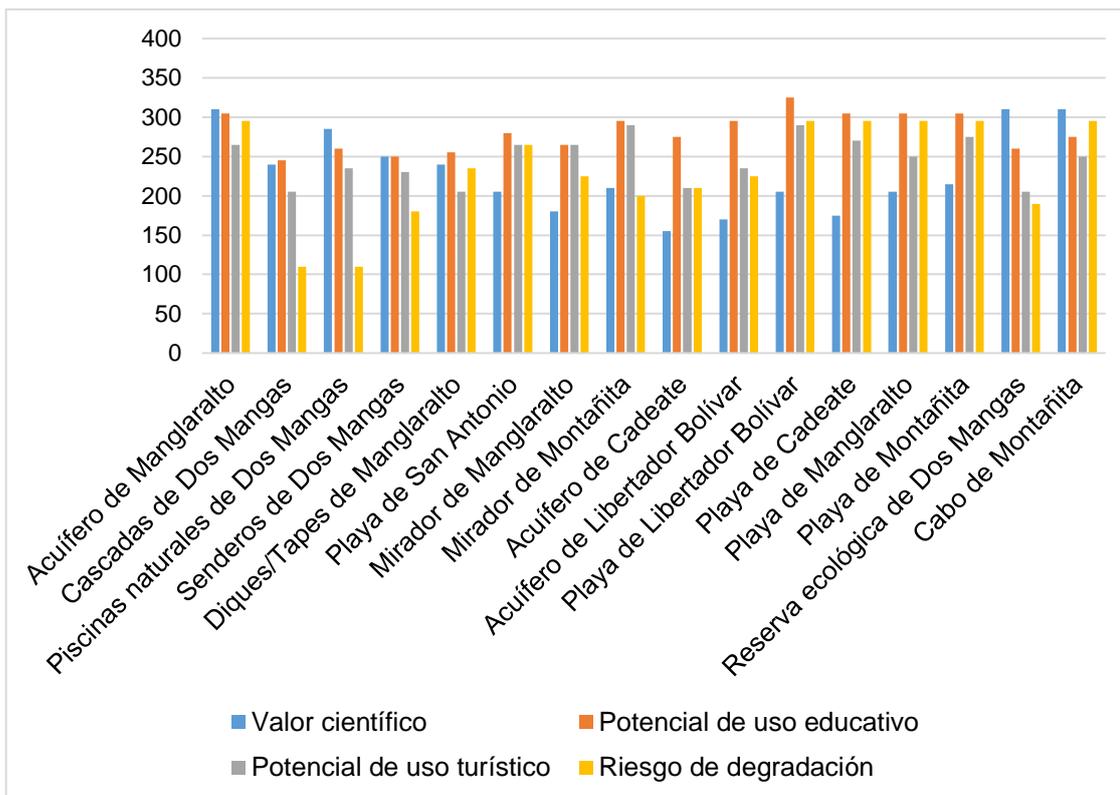
N	Geositios	Valor científico	Potencial de uso educativo	Potencial de uso turístico	Riesgo de degradación
1	Acuífero de Manglaralto	310	305	265	295
2	Cascadas	240	245	205	110
3	Piscinas naturales	285	260	235	110
4	Senderos	250	250	230	180
5	Diques/Tapes	240	255	205	235
6	Playa San Antonio	205	280	265	265

<b>N</b>	<b>Geositios</b>	<b>Valor científico</b>	<b>Potencial de uso educativo</b>	<b>Potencial de uso turístico</b>	<b>Riesgo de degradación</b>
7	Mirador de Manglaralto	180	265	265	225
8	Mirador de Montañita	210	295	290	200
9	Acuífero de Cadeate	155	275	210	210
10	Acuífero de Libertador Bolívar	170	295	235	225
11	Playa de Libertador Bolívar	205	325	290	295
12	Playa de Cadeate	175	305	270	295
13	Playa de Manglaralto	205	305	250	295
14	Playa de Montañita	215	305	275	295
15	Reserva ecológica en Dos Mangas	310	260	205	190
16	Cabo en Montañita	310	275	250	295

Para una mayor comprensión, en la Figura 5.6 se muestra la distribución de los datos obtenidos en la evaluación de los potenciales geositios. De acuerdo al indicador científico, el acuífero costero de Manglaralto, la reserva ecológica en Dos Mangas y el cabo en Montañita presentan la mayor valoración, seguido de las piscinas naturales, senderos, cascadas, diques/tapes, playas y miradores.

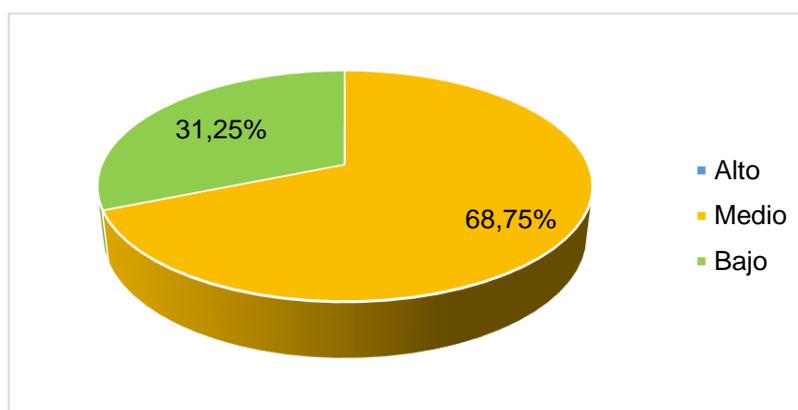
En base al indicador educativo, los geositios de mayor relevancia corresponden a la playa de Libertador Bolívar, acuífero costero de Manglaralto, playas de Cadeate y Manglaralto, playa-mirador de Montañita, acuífero de Libertador Bolívar, playa de San Antonio, acuífero de Cadeate y cabo de Montañita.

Con respecto al indicador turístico, los geositios más destacados incluyen al mirador de Montañita, playas de Libertador Bolívar, Montañita y Cadeate, acuífero de Manglaralto, playa de San Antonio y mirador de Manglaralto.



**Figura 5.6. Distribución de las puntuaciones de los potenciales geositos**

En cuanto al riesgo de degradación (Figura 5.7), once de los potenciales geositos presentan un riesgo de degradación moderado, comprendidos principalmente por los acuíferos, playas, cabo, diques/tapes, mirador de Manglaralto. Cinco poseen un riesgo de degradación bajo, abarcados por el mirador de Montañita, la reserva ecológica, senderos, cascadas y piscinas naturales de Dos Mangas.



**Figura 5.7. Distribución del riesgo de degradación de los 16 potenciales geositos**

## 5.7. Evaluación de prefactibilidad del proyecto

### 5.7.1. Diagnóstico

El diagnóstico explica las características que repercuten en el panorama actual donde se plantea ejecutar el proyecto. Tales características están detalladas, de manera organizada, en la Tabla 5.6.

**Tabla 5.6. Diagnóstico del proyecto**

<b>Ubicación</b>	Cuenca hidrográfica Manglaralto	
<b>Límites geográficos</b>	Norte: Comuna Olón Sur: Comuna Valdivia y Parroquia Colonche Este: Parroquia Colonche Oeste: Océano Pacífico (Zulaica & Álvarez Litben, 2017)	
<b>Síntesis histórica del lugar</b>	Las comunidades asentadas en el sitio de estudio forman parte de la Parroquia Manglaralto. Tal distinción política fue obtenida el 29 de mayo de 1861 (GAD Parroquial Manglaralto, 2019).	
<b>Capacidad de gestión</b>	Cada comuna está liderada por una junta en representación de sus pobladores (Linzán & Holguín, 2019; Muñoz, 2019; Salazar, 2015; Valencia, 2017).	
<b>Actores socio territoriales</b>	Conformado por los pobladores de las comunidades.	
<b>Relaciones interinstitucionales</b>	FICT-ESPOL-CIPAT, JAAPMAN	
<b>Educación</b>	No se tiene información específica de las comunidades de la zona de estudio, pero sí de la parroquia en general a la que pertenecen. De acuerdo al Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT (2015):	
	<b>Nivel de educación</b>	<b>Tasa de asistencia</b>
	Básica	91.95%
	Primaria	93.77%
	Secundaria	56.96%
	Bachillerato	38.53%
Superior	9.23%	
<b>Salud</b>	Solo información de la parroquia: enfermedades gastrointestinales, respiratorias, hepáticas, dengue, diabetes, hipertensión (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).	
<b>Infraestructura de servicios básicos</b>	El abastecimiento de agua a las 9 comunidades lo realiza la JAAPMAN. La cobertura de alcantarillado es 1.1%, servicio eléctrico y recolección de basura es 100% y la mitad de la población usa pozo séptico para la descarga de aguas servidas. (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).	

<b>Cultura, costumbre y valores</b>	Importante exportación de sombreros elaborados con paja toquilla. Celebración religiosa de San Ignacio de Loyola cada 31 de julio y de parroquialización cada 29 de mayo. La cultura que se destaca de la parroquia es la Valdivia (GAD Parroquial Manglaralto, 2019).
<b>Religión</b>	Mayoritariamente católico.
<b>Ecosistema</b>	Manglares, ambiente marino-costero, bosque húmedo y seco (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).
<b>Clima</b>	Tropical húmedo y seco (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).
<b>Suelo</b>	Inceptisoles, entisoles y alfisoles (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).
<b>Actividades productivas</b>	Turismo, agricultura, pesca, ganadería, manufacturas, comercio (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).
<b>Geología</b>	Arenas, arcillas, depósitos aluviales y calcáreos (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).

### 5.7.2. Línea base

La línea base corresponde a la presentada en el apartado “1.2 Descripción del problema”, en el que se detalló la situación decreciente de la economía del sector al no contar con otras fuentes de ingresos más allá del turismo de sol y playa y la gastronomía local.

### 5.7.3. Involucrados

Aquí se señala a cada uno de los participantes del proyecto planteado donde se explican los intereses por alcanzar, los problemas por resolver y los recursos directos o indirectos. La Tabla 5.7 muestra la matriz de los integrantes o involucrados.

**Tabla 5.7. Matriz de involucrados**

<b>Involucrados</b>	<b>Intereses</b>	<b>Problemas</b>	<b>Recursos</b>
<b>Pobladores</b>	Incrementar sus ingresos económicos	Actividad principal económica basada en turismo de sol y playa	Conocimiento ancestral del sector y voluntad de trabajo
<b>FICT-CIPAT-ESPOL</b>	Valorar los recursos geológicos existentes en la zona	Bajo presupuesto y personal limitado para realizar las investigaciones de campo	Conocimiento científico para brindar capacitaciones a las comunidades

#### 5.7.4. Viabilidad del proyecto

La viabilidad presenta la posibilidad del desarrollo del proyecto, considerando prestaciones de servicios y apoyo institucional. La Tabla 5.8 representa la matriz de viabilidad.

**Tabla 5.8. Matriz de viabilidad**

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>Ministerio de Turismo</b>	Dispuso que los gastos por turismo interno sean deducibles del impuesto a la renta (Ministerio de Turismo, 2020b).	Otorga distinciones de pueblos mágicos al tener un turismo sostenible y viajes seguros, cumpliendo los 19 protocolos de bioseguridad en la atención de turistas, según lo dictamina el Consejo Mundial de Viajes y Turismo (Ministerio de Turismo, 2020a).	-	Existen oficinas técnicas en la Provincia de Santa Elena que realizan capacitaciones, distinciones e inventario de atractivos turísticos, incluidos los de interés geológico; estos últimos se los realiza por medio de fichas de levantamiento de información primaria y verificación de información secundaria. Una de las categorías que se les otorga en la evaluación es de recursos (Ministerio de Turismo, 2017b, 2017a)	-

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>Ministerio del Ambiente</b>	Es el órgano institucional de control del ambiente en el territorio ecuatoriano, según lo señala la ley de gestión ambiental (Comisión de Legislación y Codificación del Congreso Nacional, 2004)	-	-	-	-
<b>República del Ecuador</b>	Su legislación política está enmarcada en la Constitución de la República del Ecuador, el Plan de Desarrollo del Buen Vivir y tratados internacionales (Asamblea Nacional, 2008; SENPLADES, 2017; UNESCO, 2018).	Como estado miembro de la UNESCO, está comprometido en dar a las comunidades locales, oportunidades de desarrollo dentro de la administración y promoción de los sitios de interés geológico (UNESCO, 2018). El Plan de Desarrollo del Buen Vivir tiene objetivos en el que se fomenta la mejora de la calidad de vida de las personas, su fortalecimiento y creación de espacios de mutuo encuentro (SENPLADES, 2017).	En el año 2015 se ratificó la creación de geoparques mundiales en la reunión número 38 de la UNESCO. El enfoque de esta iniciativa consiste en lograr la conservación y sostenibilidad de los sitios de interés geológico (UNESCO, 2018). La Constitución de la República del Ecuador, en su artículo 71 señala los derechos que tiene la naturaleza (Asamblea Nacional, 2008). El Plan de Desarrollo del Buen Vivir enfatiza la garantía de la conservación de la naturaleza (SENPLADES, 2017).	-	-

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>Consejo Nacional de Competencias</b>	La resolución CNC 0001-CNC-2016 señala las responsabilidades que tiene el gobierno nacional (Ecuador), provincial (Prefectura de Santa Elena), municipal y parroquial (Gobierno Autónomo Descentralizado de Manglaralto) referente a la rectoría, planificación, regulación, control y gestión del turismo (Consejo Nacional de Competencias, 2016).	-	-	-	-
<b>Instituto Nacional de Patrimonio Cultural</b>	Investiga y controla de manera técnica, según lo estipulado en la ley orgánica de cultura, las áreas arqueológicas y paleontológicas, los riesgos naturales y antrópicos que afectan tales extensiones (Asamblea Nacional, 2016).	Estudia la relevancia histórica, artística, científica, simbólica de estos sitios que despierta la memoria social y otorga identidad a los grupos sociales que habitan en el territorio, logrando el intercambio de conocimiento, saberes, tradiciones y ritos (Asamblea Nacional, 2016).	Tiene como reglamento realizar observaciones sobre los riesgos naturales que pueden afectar los recursos paleontológicos de uso cultural, para su no deterioro (Asamblea Nacional, 2016)	Aplica metodologías para la caracterización de recursos paleontológicos, delimitación de yacimientos paleontológicos y conformación de colecciones paleontológicas (Asamblea Nacional, 2016).	-

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>Comunidades locales</b>	-	Tienen diversas organizaciones sociales en los ámbitos deportivos, ambientales, alcantarillado, gestión de agua, cuidado infantil, religiosos y gremiales, que trabajan mancomunadamente con el gobierno parroquial (Equipo Técnico Consultor de la Actualización del PDYOT, 2015).	-	-	Diferentes actividades productivas y emprendimientos pueden generar la solvencia económica del proyecto, de la misma forma que otros proyectos llevaron a cabo para tal fin (Merizalde, 2017).
<b>Cámaras empresariales</b>	-	-	-	-	Conversatorios y diálogos con los sectores industriales que pueden proveer el financiamiento necesario, así como se ha sido realizado en proyectos de similar temática (Merizalde, 2017).
<b>Corporación Eléctrica del Ecuador</b>	-	-	-	Provisión de energía eléctrica a los sitios de interés geológico que lo requieran (CELEC EP, 2015).	-

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>Organización Panamericana de la Salud</b>	-	-	-	Tiene una guía sobre el manejo de residuos sólidos en zonas rurales, al detallar el diseño, operatividad y mantenimiento de un relleno sanitario (Castro & Pérez, 2009).	-
<b>Gobierno Autónomo Descentralizado de Manglaralto</b>	-	-	-	Trabaja en conjunto con el Ministerio de Turismo para instalar servicios de conectividad para elevar el atractivo turístico de los lugares de interés geológico (GAD Parroquial Manglaralto, 2019).	-
<b>Instituto de Investigación Geológico y Energético</b>	-	-	-	Brinda asesoramiento técnico sobre geología, levantamiento de fichas para geositios y elaboración de mapas. Como ejemplo se tiene a la capacitación dada a los guías de geoparques dentro del proyecto de Geoparque Napo-Sumaco (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2020).	-

	<b>Política</b>	<b>Social</b>	<b>Ambiental</b>	<b>Tecnológica</b>	<b>Financiera</b>
<b>CIPAT-ESPOL</b>	-	-	-	Tiene la capacidad de brindar equipos y laboratorios para diversas ramas de la geología, con gran especialidad en metodologías de estudios hidrogeológicos, sistemas de información geográfica, geofísica y topografía (ESPOL, 2008).	-

### 5.7.9. Árbol de problemas

Es la construcción de un diagrama (Figura 5.8) en el que existe una conexión entre las causas y efectos de los problemas que afectan a la población de estudio, partiendo de un problema central (Camacho et al., 2001).

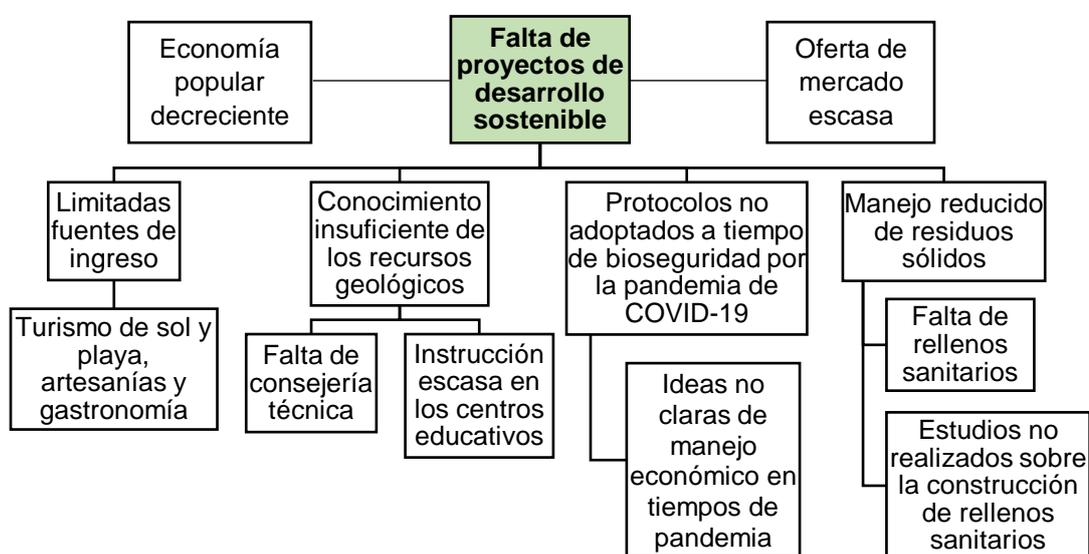
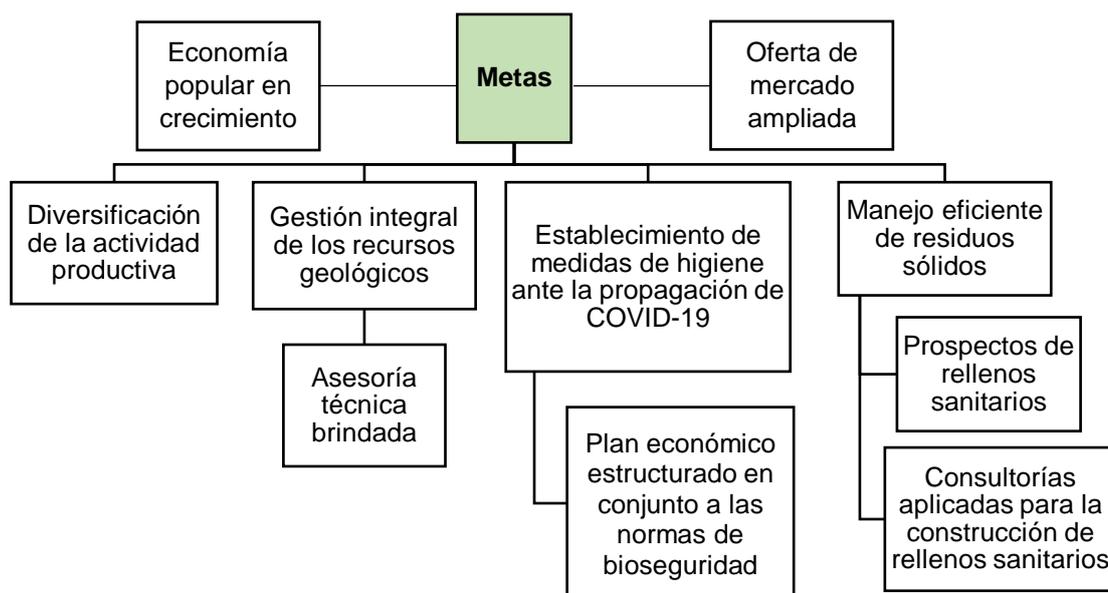


Figura 5.8. Diagrama de problemas del proyecto

### 5.7.11. Árbol de objetivos

Es un diagrama (Figura 5.9) construido en base al diagrama de análisis de problemas, donde los cuadros de texto que aparecen como causantes de tales complicaciones, se transforman en cuadros que presentan las herramientas a utilizar para resolver los problemas del colectivo en estudio (Camacho et al., 2001).



**Figura 5.9. Diagrama de objetivos del proyecto**

### 5.7.12. FODA

Es una matriz (Tabla 5.9) en el que se visualizan los aspectos internos (fortalezas y debilidades) y externos (oportunidades y amenazas) para ver con claridad lo que resulta beneficioso y desfavorable a los grupos involucrados en el proyecto (Tapia et al., 2017).

**Tabla 5.9. Matriz FODA de los participantes del proyecto**

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Pobladores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocimiento ancestral del sector de estudio.</li> <li>- Ganas de diversificar sus fuentes económicas.</li> <li>- Existencia de organizaciones sociales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recursos económicos insuficientes.</li> <li>- Carencia de promoción de sus recursos geológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El manejo de georecursos es una actividad que forma parte de la agenda mundial del desarrollo sostenible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La incomprensión y desinterés de ciertos grupos locales o nacionales por los georecursos.</li> </ul>
<b>FICT-CIPAT-ESPOL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnología.</li> <li>- Conocimiento científico.</li> <li>- Experiencia en proyectos similares.</li> <li>- Personal calificado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presupuesto limitado.</li> <li>- Disponibilidad reducida de personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relaciones estrechas con otras instituciones que presten apoyo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios de autoridades institucionales que dejen de apoyar la gestión del proyecto.</li> </ul>

### 5.7.13. Marco Lógico

El marco lógico (Tabla 5.10) comprendió el compilatorio de las etapas previas dentro del estudio de prefactibilidad, siendo el paso final: aprobar, descartar o modificar el proyecto. Si se aprueba, entrará en el ciclo de factibilidad del proyecto siendo el período de ejecución del proyecto de 5 años.

**Tabla 5.10. Matriz de Marco Lógico**

	<b>Resumen narrativo</b>	<b>Indicadores verificables objetivamente</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Fin</b>	Mejorar la calidad de vida de los moradores de Manglaralto con el uso integral y diverso de los georecursos para una proyección sostenible	Crece en un 40% los ingresos de la población en el quinto año, por el manejo sostenible de su economía.	Encuesta a los pobladores sobre sus ingresos económicos.	La oferta de los geositios es conocida por la población nacional e internacional.
<b>Propósito</b>	Diversificar sus fuentes de ingresos mediante potenciación de los geositios, manejo integral de los acuíferos, reestructuración del turismo de sol y playa, y planes de uso de agua residual en la agricultura, para la búsqueda del desarrollo sostenible	Al menos 6 geositios funcionando en el tercer año.	Hojas de visitas a los geositios.	Se mantiene el respaldo de entidades públicas y privadas, sean nacionales o locales, en el proyecto para la sostenibilidad.
<b>Componentes</b>	Geositios	25 guías preparados para recibir a los turistas y materiales de promoción en el segundo año.	Evaluaciones sobre el conocimiento geológico de los geositios a los guías. Videos y banners de publicidad de los geositios.	Hay la predisposición de los potenciales guías de recibir instrucción.

	<b>Resumen narrativo</b>	<b>Indicadores verificables objetivamente</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Componentes</b>	Materiales de construcción	Las comunidades utilizan como mínimo el 50% del material de construcción local para sus viviendas y sistemas agrícolas (invernaderos, galpones) para el cuarto año.	Listado de los materiales de construcción utilizados por los pobladores.	Los pobladores conocen los beneficios ambientales de usar materiales de construcción de su zona.
	Abastecimiento y tratamiento de agua	Los 12 pozos y los 4 diques están en correcto funcionamiento; y 1 sistema de lagunas de oxidación y filtros verdes en el tercer año.	Planes de gestión y contingencia del recurso agua. Monitoreo de parámetros físicos-químicos del agua in situ. Ensayos de laboratorio.	Se tiene asesoría técnica y respaldo de la población para el manejo de aguas.
	Rellenos sanitarios	1 relleno sanitario en funcionamiento en el tercer año.	Tablas de interpretación geofísica de la litología del terreno.	Los equipos utilizados en las campañas geofísicas estaban calibrados y en correcto funcionamiento.
	Adaptación de las playas a un sistema ecológico	1 Sistema de transporte público, bicicleta o caminata; y respeto del entorno bajo la dinámica de reutilización y reciclaje implementado en el segundo año.	Basura no encontrada en las playas. Señaléticas de áreas sensibles a degradación. Horarios de apertura y cierre.	Las autoridades locales crean un marco legal que estipulen estas medidas.

	<b>Resumen narrativo</b>	<b>Indicadores verificables objetivamente</b>	<b>Medios de verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>Actividades</b>	Capacitaciones a los guías de los geositios, adecuación y medios de publicidad de estos	\$ 8000	Lista de inscritos e instructores. Programas informáticos para la edición de videos de los geositios. Informes técnicos con el diseño de la infraestructura a colocar.	Se realiza el llamado correspondiente a participar de las capacitaciones. Licencias de los programas y profesionales de mercadeo digital. Concurso transparente para escoger la mejor oferta de adecuación de los geositios.
	Ubicación de los materiales de construcción	\$1000	Mapa de ubicación de estos recursos.	Se tiene la programación y personal de apoyo para las salidas de campo.
	Mantenimiento a los pozos, diques y lagunas de oxidación con filtros verdes	\$10000	Visitas periódicas con registro de las condiciones en que se encuentran.	Se cumplen las fases para el mantenimiento efectivo de estos puntos.
	Construcción de rellenos sanitarios	\$20000	Contratación para el estudio y diseño del relleno.	Se realiza concurso transparente para elegir la compañía con la mejor oferta.
	Instalación de elementos ecológicos en las playas	\$20000	Existencia de botes de basura y reciclaje, videos y señalética que enseñen que hacer y no hacer en las playas.	Asesoría técnica en este ámbito y experiencias en temas similares se toman en cuenta para su implementación.

### 5.8. Estrategias de desarrollo sostenible

La matriz de análisis FODA de los georecursos (Tabla 5.11) permitió reconocer las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la región de estudio con la

finalidad de establecer estrategias de desarrollo mediante la correlación de las cualidades internas y externas.

**Tabla 5.11. Matriz de análisis FODA de los georecursos**

<b>Panorama externo</b> / <b>Panorama interno</b>	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presencia de geositios.</li> <li>2. Investigación científica en el área de estudio (hidrogeológica, turística, ecológica, química).</li> <li>3. Cercanía de lugares recreativos (playas).</li> <li>4. Vía de primer orden (Ruta del Spondylus)</li> <li>5. Procesos geomorfológicos de relevancia educativa y científica (Cabo en Montañita).</li> <li>6. Patrimonio cultural.</li> <li>7. Clima tropical.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carencia en la valoración de geositios.</li> <li>2. Algunos sitios están expuestos a la actividad antrópica.</li> <li>3. Desconocimiento de los recursos geológicos del sector.</li> <li>4. Ausencia de promoción geoturística.</li> <li>5. Accesibilidad dificultosa a ciertos geositios.</li> </ol>
<b>Oportunidades</b>	<b>Estrategias: Fortalezas + Oportunidades</b>	<b>Estrategias: Debilidades + Oportunidades</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Alternativas de desarrollo económico.</li> <li>b. Incorporación a proyectos de trascendencia internacional (Proyecto Geoparque Santa Elena).</li> <li>c. Creación de centros de divulgación científica.</li> <li>d. Realce cultural de las comunidades.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-a. Promocionar las características relevantes de los geositios mediante centros turísticos.</li> <li>6-d. Difundir las particularidades culturales mediante documentales en las instituciones de educación.</li> <li>2-b. Cooperación entre organismos científicos para difusión de los geositios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-b. Evaluaciones adicionales de los criterios científicos, educativos y turísticos.</li> <li>3-d. Uso de los recursos geológicos para la preservación de prácticas culturales locales.</li> </ol>
<b>Amenazas</b>	<b>Estrategias: Fortalezas - Amenazas</b>	<b>Estrategias: Debilidades – Amenazas</b>
<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Decrecimiento de la economía nacional por restricciones ante la pandemia</li> <li>b. Reducción del financiamiento para investigaciones científicas.</li> <li>c. Poca cultura de los geositios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1-c. Capacitaciones (talleres) a las comunidades sobre la importancia de los geositios para su gestión sostenible.</li> <li>2-b. Reportes técnicos que muestren la rentabilidad favorable del manejo de los geositios.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4-b. Creación de un sitio web con imágenes, videos y tours virtuales a través de los geositios para incentivar las visitas a tales lugares</li> <li>5-b. Obtención de créditos de inversión con los más bajos intereses y plazos amplios de pago para la infraestructura y señalética de los geositios.</li> </ol>

## **5.9. Análisis de resultados**

Uno de los objetivos primordiales de la presente investigación ha sido plantear alternativas de desarrollo para las comunidades pertenecientes a la parroquia de Manglaralto, Santa Elena-Ecuador, mediante el reconocimiento y la valoración de elementos de su geodiversidad.

Los georecursos, al ser componentes del medio natural, están constituidos por elementos que son indispensables para el desarrollo de la sociedad. Así, por ejemplo, las arenas y gravas, que en la zona de esta investigación se localizan mayoritariamente en el cauce del río Manglaralto, son empleadas para la elaboración del hormigón y asfalto (Earle, 2019). Cabe mencionar que estos agregados presentan diversos usos, no solo en la industria de la construcción, sino también en la enseñanza infantil, manualidades y arte.

Asimismo, las rocas sedimentarias, como la arenisca, son utilizadas como material abrasivo; los conglomerados, en la construcción de edificaciones y carreteras; y el yeso, para la fabricación del cemento, la cerámica y los fertilizantes. En el caso de los materiales arcillosos, caracterizados por poseer clastos muy finos, su aplicación se destina a la fabricación de ladrillos y cerámicas (Durán, 1995); también, en la elaboración de artesanías y hornos para la panificación. El uso de estos hornos ha sido observado en la comunidad de San Antonio.

Otro de los objetivos del presente proyecto consistió en proponer un área que reúna las características geológicas idóneas para la implementación de un relleno sanitario, debido a la ausencia de uno en las comunidades anteriormente citadas. Tal área, está conformada por materiales limo-arcillosos con una baja permeabilidad (Jaramillo, 2002). Esto permite preservar el estado natural de las fuentes de aguas subterráneas y superficiales. El área en mención se encuentra localizada, principalmente, al noroeste de la cuenca hidrográfica Manglaralto, en las cercanías de las comunas de Manglaralto y Montañita.

Dentro del ámbito nacional, en las jurisdicciones de ciertos municipios, el manejo de residuos sólidos ha sido muy eficiente, por lo que han sido reconocidos por esta labor comprometida con la sostenibilidad y el ambiente; entre ellos, se destaca el

de Cuyabeno, pues existe una participación conjunta del GAD y los pobladores de la localidad en la gestión integral de residuos sólidos en sus cuatro fases (generación, recolección, aprovechamiento y disposición final); a su vez, este gobierno local brinda apoyo a una pequeña empresa de recicladores (Ministerio del Ambiente y Agua, 2013).

Asimismo, la gestión de aguas servidas dentro de algunas comunidades rurales de Latinoamérica ha sido una prioridad. Cabe mencionar la experiencia de una planta piloto de tratamiento no convencional para el saneamiento de las aguas en zonas rurales de Hualqui, provincia de Concepción, Chile, que desde su instalación, en 2011, ha dado resultados alentadores, lo que ha motivado que esta iniciativa se replique en otras localidades (Vidal & Hormazábal, 2018). De la misma manera, en zonas no urbanas de Nicaragua (Masaya, Jalapa, San Carlos, Diriomo, Masapete, Chichigalpa), se encuentran sistemas de biofiltros con buen funcionamiento, lo que ha motivado a diversas instituciones seguir apoyando en la ampliación de este tipo de sistemas en otras localidades rurales (Altafin & Wilk, 2020).

Por otro lado, los procesos y características inherentes al medio natural proporcionan información clave sobre la presencia de amenazas geológicas. Tal es el caso de los movimientos en masa o movimientos de ladera, los cuales se producen debido a las características del terreno y de los factores condicionantes y desencadenantes (Lario & Bardají, 2016). El talud que se encuentra entre Montañita y Olón presenta inestabilidad, evidenciado por el material geológico encontrado en la base del talud, muy próximo a la vía; convirtiéndolo en una zona de potencial amenaza.

La cuenca de Manglaralto presenta una riqueza natural, en la que resalta el acuífero costero de Manglaralto, que alberga el recurso de mayor relevancia (agua) para la subsistencia de la sociedad. En este se han realizado trabajos o investigaciones con el fin de proyectar sistemas de abastecimiento de agua para las comunidades del presente estudio (Amado, 1990; Borbor & Vera, 2014; Bravo, 2020; Merino, 2014; Quiñonez, 2019). Pero este recurso geológico no está exento de riesgos de contaminación, lo que se evidencia en el mapa de vulnerabilidad, elaborado por Arévalo (2017).

El mapa de vulnerabilidad fue elaborado bajo el método GOD, que se aplica a las aguas subterráneas. El método utiliza una ecuación en la que los parámetros del acuífero son multiplicados entre sí para obtener el valor de vulnerabilidad. Los parámetros son: grado de confinamiento hidráulico (tipo de acuífero), ocurrencia del sustrato suprayacente (material litológico del acuífero) y distancia al nivel de agua subterránea (nivel freático). El rango en que cayeron los valores van de media a extrema vulnerabilidad (Arévalo, 2017).

Otros georecursos que abarcan la geodiversidad son las cascadas, que por su naturaleza proveen un ambiente recreativo; piscinas naturales, caracterizadas por su singularidad y sosiego; reserva ecológica en la comuna Dos Mangas, donde el sonido de la naturaleza es preponderante; senderos, donde la flora es abundante; playas, que sin duda alguna, representa el lugar de mayor recreación; miradores, que muestran cautivadores paisajes.

La cuenca de Manglaralto, situada en las cercanías del Océano Pacífico, engloba potenciales geositios que exhiben diversas características geológicas (geomorfológicas, hidrogeológicas, estratigráficas, mineralógicas). Tales geositios, son el producto de la evaluación mediante el método Brilha (2016), siendo empleado en investigaciones nacionales (Carrión et al., 2020; Herrera et al., 2020) e internacionales (Maghsoudi et al., 2019; Tavares et al., 2020), donde se resalta su uso en estudios concernientes a la identificación y conservación de geositios.

El 25% de los potenciales geositios presenta un alto valor científico, en el que sobresale el acuífero de Manglaralto por su transcendencia al ser la fuente primordial de agua para las comunidades durante la estación seca, y por ser objeto de estudios científicos (Carrión et al., 2018; Herrera-Franco et al., 2020; Morante et al., 2019). Además, la reserva ecológica de Dos Mangas representa un lugar con características geológicas y paisajísticas que han sido moldeadas por la actividad fluvial que nace en la cordillera Chongón Colonche. El próximo sitio que cabe mencionar lo comprende el cabo en la comuna Montañita, destacando su aspecto geomorfológico por la acción erosiva.

Los resultados del riesgo de degradación revelan que el 31.25% de los geositorios presentan una susceptibilidad a la degradación baja mientras que el 68.75% muestran un riesgo moderado. Los geositorios de mayor protección se encuentran en la comuna de Dos Mangas (reserva ecológica, senderos, cascadas, piscinas naturales), en razón de que el ingreso al área es controlado. Además, se la realiza con el acompañamiento de un guía, con el fin de garantizar la protección del sitio y de los visitantes.

La Reserva Ecológica de Dos Mangas alberga una diversidad de flora y fauna (factor biótico) que es sostenida por la geodiversidad (factor abiótico). Además, el componente cultural le da un valor adicional, haciéndolo sobresalir entre los potenciales geositorios, especialmente por sus características edafológicas, fluviales y paisajísticas. Cabe mencionar que en el país, se presentan otras reservas como la Reserva Ecológica Antisana, con una notable biodiversidad y paisajes que son el producto de la acción glaciaria y la actividad volcánica (Ministerio de Turismo, 2016).

Los geositorios comprenden estrategias guiadas hacia la preservación, enseñanza y el progreso sostenible (Palacio Prieto, 2013). Uno de los ejemplos de geoparques, con geositorios representativos, lo constituye el Geoparque mundial de la UNESCO de Hong Kong en la República Popular de China, en el que se promueven actividades en el ámbito educativo, desarrollo social y económico mediante el geoturismo, favoreciendo de esta forma a las comunidades locales (UNESCO, 2021b).

A nivel latinoamericano, se presentan ejemplos en países como Brasil, Uruguay, Chile, Perú, Ecuador y México. Por ejemplo, en Brasil algunos geositorios presentan interés científico (Parque de Pterosaurios), valor cultural e histórico (Puente de Piedra) mientras que otros de interés ecológico (Riacho do Meio). Además, poseen un centro que aporta con actividades didácticas, proporcionando conocimiento de los aspectos que conllevan los geositorios (UNESCO, 2021a).

El estudio de prefactibilidad basado en el diagnóstico, línea base, involucrados, viabilidad (política, social, ambiental, tecnológica, financiera) y marco lógico revela aspectos clave para el desarrollo económico de las comunidades. Así, por ejemplo,

el diagnóstico expone que las comunas se encuentran dirigidas por juntas que son cooperadas por instituciones universitarias (ESPOL) y que su principal actividad productiva proviene del sector turístico.

Considerando ahora, la línea base correspondiente al problema en el que se incorpora el proyecto, manifiesta el decrecimiento de la primordial fuente de ingreso económico por las medidas establecidas a causa de la emergencia sanitaria afectando el desarrollo de las comunidades.

Prosiguiendo con el análisis, los involucrados del proyecto muestran los aspectos y fortalezas que caracterizan a los participantes, siendo un gran aporte las investigaciones científicas que pueden ser llevadas a cabo por los centros universitarios y la colaboración por parte de las comunidades.

La viabilidad del proyecto expone a los organismos que facilitan el desarrollo del proyecto. Tal es el caso, del Ministerio de Turismo por el aprendizaje, registro y promoción de sitios turísticos; siendo uno de los entes principales en el fomento de geositorios. Como punto importante, se debe resaltar a las cámaras empresariales por el respaldo económico que pueden brindar.

En síntesis, el proyecto busca prosperar el estilo de vida de las comunidades mediante una adecuada gestión de los georecursos del sector. Es así, como se opta por nuevas alternativas, haciendo uso de los elementos del medio natural, garantizando el desarrollo sostenible con el establecimiento de geositorios.

Para complementar la información, un análisis FODA de los georecursos fue llevado a cabo en base a las observaciones efectuadas en campo. Este tipo de análisis ha sido utilizado en otras investigaciones vinculadas a los recursos geológicos (Ayala et al., 2020; Carrión, et al., 2020). A partir del análisis FODA, se establecen estrategias que fomentan el desarrollo sostenible:

- Promocionar a los geositorios mediante centros de información turística, resaltando los aspectos geológicos de mayor relevancia y así fomentar el conocimiento de la geología a la sociedad.

- Difundir el vínculo entre el valor cultural que tienen las comunidades y el entorno natural para su conservación.
- Cooperar interinstitucionalmente en la elaboración de artículos científicos acerca de los geositios presentes en el sector para su promoción a nivel internacional.
- Brindar capacitaciones a las comunidades sobre la importancia que poseen los geositios para su desarrollo sostenible.
- Utilizar los recursos geológicos como forma de conservación en las prácticas culturales.
- Diseñar una plataforma virtual que permita la interacción de los aspectos geológicos y culturales a través de tours virtuales para motivar la visita a las comunidades.

Ante esto, la presente investigación contempla aspectos clave para el desarrollo económico y sostenible de las comunidades, por lo que no se descarta la posibilidad de estudios futuros que conlleven a la ejecución del proyecto.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. Conclusiones

- La evaluación de prefactibilidad de los georecursos revela una amplia gama de oportunidades para el desarrollo local, a través de los geositios (acuífero costero de Manglaralto, reserva ecológica y piscinas naturales de Dos Mangas, y el cabo de Montañita) para la conservación de la geodiversidad, recursos hídricos de sus acuíferos para abastecimiento de los pobladores, junto al tratamiento de aguas servidas para uso en actividades agrícolas, sitios para el establecimiento de relleno sanitario que permitan mantener buenas condiciones de higiene, zonas de refugio para tsunamis y de amenazas geológicas.
- Los georecursos de Manglaralto (arenas y gravas, yeso, arcilla y arenisca) tienen aplicaciones en la elaboración de artesanías, hormigón, asfalto, cemento, cerámica, abrasivos, fertilizantes, agricultura, saneamiento rural, construcción de casas y hornos para la panificación. Además, la información de estudios geofísicos previos permitió identificar un área que presentaba propiedades idóneas para el establecimiento de un relleno sanitario. Este lugar cuenta con características impermeables, conformado por materiales limo-arcillosos, que permiten conservar el estado natural de las fuentes de agua (acuíferos costeros y ríos).
- Se obtuvo un mapa de georecursos en el que se ubicaron 16 geositios. La evaluación de los potenciales geositios presentó una valoración científica media y alta, con valores en el rango entre 170 y 310 de 400 puntos. En esta valoración obtuvieron los valores más altos el acuífero costero de Manglaralto, la reserva ecológica en Dos Mangas, el cabo de Montañita, las piscinas naturales en Dos Mangas. Asimismo, los valores del riesgo de degradación presentaron puntuaciones moderadas y bajas (110-295). Esto revela que los potenciales geositios de la región poseen un notable interés científico, educativo y turístico.

- El estudio de prefactibilidad mostró que el proyecto puede pasar a la fase de factibilidad, al existir las condiciones brindadas por sectores clave para su ejecución (instituciones gubernamentales, como el Ministerio del Ambiente; académicas, como CIPAT-ESPOL, sociales, como las propias comunas locales; empresariales, como las cámaras de industrias del Ecuador). Por otro lado, la investigación reveló la posibilidad de complementar con estos recursos el proyecto de geoparque Ancón-Santa Elena.
- El análisis FODA permitió conocer aspectos para la implementación de alternativas de desarrollo sostenible de las comunidades, a través de la promoción del valor geológico y cultural de la región. Por ejemplo, al contar la zona de estudio con geositos de relevancia científica, se hace necesario capacitar a los pobladores locales para que puedan utilizarlo como un valor agregado a su oferta turística.

## **6.2. Recomendaciones**

- Realizar evaluaciones complementarias de los potenciales geositos mediante el uso de otros métodos, como el Modelo de Evaluación de Geositos (GAM, por sus siglas en inglés) y el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG), que valoricen desde otras perspectivas la riqueza geológica del lugar.
- Promover el desarrollo de estudios científicos en el sector mediante la participación de organismos estatales y las comunidades beneficiarias.
- Mejorar las condiciones de acceso a los potenciales geositos e implementar carteles educativos que faciliten el conocimiento geológico y cultural del área.
- Fomentar la creación de un itinerario geoturístico, cuya ruta incluya estos elementos de la geodiversidad, como una alternativa para el desarrollo económico.

- Implementar planes de estudio sobre el conocimiento geológico del sector dentro de los centros de enseñanza primaria y secundaria a nivel local y nacional, como estrategia para la difusión y valoración de la riqueza geológica y cultural de este lugar.
- Una vez terminado el estudio de prefactibilidad, es aconsejable, en el menor tiempo posible, iniciar con la fase de implementación del proyecto.

## REFERENCIAS

- Aguiló, A., Juan, A., Aramburu, M., Carrasco, R., Sánchez, V., Ceñal, M., Cifuentes, M., Cristóbal, M., Martín, J., Escribano, R., Glaría, G., Santiago, G., González, G., Iglesias, J., Iglesias, E., López, L., Martín, F., Martínez-Mena, M., Milara, R., ... Valero, F. (2014). *Guía para la elaboración de estudios del medio físico* (Cuarta edi).
- Altafin, I., & Wilk, D. (2020). *Innovaciones en el desarrollo e implementación de humedales construidos para el tratamiento de aguas residuales domésticas en Latinoamérica y El Caribe*.
- Alvarado, N., & Herrera, G. (2015). *Propuesta de negocios inclusivos en el sector agroalimentario. Caso Manglaralto, Santa Elena-Ecuador*.
- Amado, J. C. (1990). *Estudio Hidrogeológico De La Cuenca Baja Del Río Manglaralto*. 57. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/3419/1/5942.pdf>
- Apesteuguía, S., Soto Luzuriaga, J. E., Gallina, P. A., Tamay-Granda, J., & Guamán Jaramillo, G. A. (2020). The first dinosaur remains from the Cretaceous of Ecuador. *Cretaceous Research*, 108. <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2019.104345>
- Arévalo, M. (2017). *Propuesta de Diseño de construcción, acondicionamiento de un pozo de agua y su incidencia en la vulnerabilidad del acuífero costero en Manglaralto*.
- Ayala, A., Carrión, P., Paz, N., Herrera, G., Morante, F., & Gurumendi, M. (2020). Registro y valoración de geomorfositos de la zona sur de la Ruta Escondida, como alternativa de fomento a la geoconservación del paisaje en la región Caranqui-Ecuador. *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: Engineering, Integration, And Alliances for A Sustainable Development* "Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on A Knowledge-Bas. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.53>
- Báez, J., Bulanova, G., & Christopher, S. (2014). *Diamantes de Capiibary, Dpto. San Pedro, Paraguay*. 18, 5–23.

- Barrow, C. J. (2018). Sustainable Development. *The International Encyclopedia of Anthropology*, 3. <https://doi.org/10.1002/9781118924396.wbiea1463>
- Benitez, S. (1995). Évolution géodynamique de la province côtière sud-équatorienne au Crétacé supérieur-Tertiaire. *Géologie Alpine*, 71, 3–163.
- Boggs, S. (2006). *Principles of sedimentology and stratigraphy*. Pearson Education. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300110702>
- Borbor, A., & Vera, J. (2014). *Estudio para la Optimización de la Distribución de Agua para Consumo Humano, por parte de la Junta Regional de Manglaralto, Santa Elena, Ecuador*.
- Bravo, Lady. (2020). *Gestión integral de cuencas hidrográficas con uso conjunto de aguas, aplicando el sistema de siembra y cosecha de agua. Manglaralto-Santa Elena-Ecuador*. <https://docplayer.es/31686863-Escuela-superior-politecnica-del-litoral-facultad-de-ingenieria-en-ciencias-de-la-tierra-proyecto-integrador-previo-a-la-obtencion-del-titulo-de.html>
- Brilha, J. (2016). Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. *Geoheritage*, 8(2), 119–134. <https://doi.org/10.1007/s12371-014-0139-3>
- Brundtland, G. H. (1987). *Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común*. 416. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>
- Camacho, H., Cámara, L., Cascante, R., & Sáinz, H. (2001). *El Enfoque del marco lógico : 10 casos prácticos*. <http://preval.org/documentos/00480.pdf>
- Carcavilla, L., Delvene, G., Díaz-Martínez, E., García, Á., Lozano, G., Rábano, I., Sánchez, A., & Vegas, J. (2014). Geodiversidad y patrimonio geológico. *Instituto Geológico y Minero de España*, 1–21.

- Carrión-Mero, P., Ayala-Granda, A., Serrano-Ayala, S., Morante-Carballo, F., Aguilar-Aguilar, M., Gurumendi-Noriega, M., Paz-Salas, N., Herrera-Franco, G., & Berrezueta, E. (2020). *Assessment of Geomorphosites for Geotourism in the Northern Part of the “Ruta Escondida” (Quito, Ecuador)*. 12, 8468. <https://doi.org/10.3390/su12208468>
- Carrión-Mero, P., Loor-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, P., Herrera, G., Briones, J., Sánchez, C., & Limón, J. (2018). Practical adaptations of ancestral knowledge for groundwater artificial recharge management of Manglalaralto coastal aquifer, Ecuador. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 217, 375–386. <https://doi.org/10.2495/SDP180341>
- Castro, R., Romero, M., Loarte, G., & Galeas, R. (2013). Modelo de unidades geomorfológicas. *Ministerio del Ambiente*.
- Chunga, K., Quiñonez, M. F., Huaman, F., Besenzon, D., Mulas, M., Garcés, D., Larreta, E., Gorshkov, A., & Michetti, A. M. (2016). *Geología de terremoto y tsunami*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11180.05767>
- Ciencia y Tecnología para el Desarrollo e Instituto Geológico y Minero de España. (2010). *Técnicas aplicadas a la caracterización y aprovechamiento de recursos geológicos-mineros* (E. Berrezueta & M. Domínguez (eds.); Vol. 1).
- CIM Standing Committee on Reserve Definitions. (2014). *CIM Definitions Standards - For Mineral Resources and Mineral Reserves*.
- Coe, A., Argles, T., Rothery, D., & Spicer, R. (2010). *Geological Field Techniques* (First). Blackwell Publishing Ltd.

- Collot, J. Y., Michaud, F., Alvarado, A., Marcaillou, B., Sosson, M., Ratzov, G., Migeon, S., Calahorrano, A., & Pazmino, A. (2009). Visión general de la morfología submarina del margen convergente de Ecuador - Sur de Colombia: implicaciones sobre la transferencia de masa y la edad de la subducción de la Cordillera de Carnegie. *Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador desde la costa continental hasta las Islas Galápagos, January*, 47–74.
- Comisión de Legislación y Codificación del Congreso Nacional. (2004). *Ley de gestión ambiental*.
- Compton, R. (2016). Geology in the field. En *Earthspun Books*.
- Consejería de Medio Ambiente. (2010). *Estrategia andaluza de gestión integrada de la geodiversidad* (p. 193).
- CPRM. (2020). *Servicio Geológico de Brasil*. <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Gestao-Territorial/Levantamento-da-Geodiversidade-5407.html>
- Dai, Z., Wu, Y., Hu, L., Zhang, W., & Mao, L. (2019). Evaluating physical-mechanical properties and long periods environmental risk of fired clay bricks incorporated with electroplating sludge. *Construction and Building Materials*, 227, 116716. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.116716>
- DGGM. (1974). Hoja Geológica de Manglaralto-Ecuador Escala 1:100.000. En *Instituto Geográfico Militar*.
- dos Santos, D. S., Mansur, K. L., de Arruda, E. R., Dantas, M. E., & Shinzato, E. (2019). Geodiversity Mapping and Relationship with Vegetation: A Regional-Scale Application in SE Brazil. *Geoheritage*, 11(2), 399–415. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0295-y>
- Earle, S. (2019). *Physical Geology - 2nd Edition* (Second edi). <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/>
- Edward, K., & Blodgett Robert. (2007). *Riesgos naturales: Procesos de la Tierra como riesgos, desastres y catástrofes*. Pearson Education.
- Gill, V. (2020). *Coronavirus |"Esta no es la última pandemia": la advertencia de los científicos ante la "tormenta perfecta" para nuevas enfermedades*.

- Gray, M. (2019). Geodiversity, geoheritage and geoconservation for society. *International Journal of Geoheritage and Parks*, 7(4), 226–236.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2019.11.001>
- Guerrero, D. (2018). *Prefactibilidad de un proyecto*.
- Gutscher, M. A., Malavieille, J., Lallemand, S., & Collot, J. Y. (1999). Tectonic segmentation of the North Andean margin: Impact of the Carnegie Ridge collision. *Earth and Planetary Science Letters*, 168(3–4), 255–270.  
[https://doi.org/10.1016/S0012-821X\(99\)00060-6](https://doi.org/10.1016/S0012-821X(99)00060-6)
- Herrera-Franco, G., Carrión-Mero, P., Aguilar-Aguilar, M., Morante-Carballo, F., Jayamontalvo, M., & Morillo-Balsera, M. C. (2020). Groundwater resilience assessment in a communal coastal aquifer system. The case of manglaralto in Santa Elena, Ecuador. *Sustainability (Switzerland)*, 12(19). <https://doi.org/10.3390/su12198290>
- Herrera, G. (2015). *Estudio para un Modelo de Gestión de un Acuífero Costero, mediante Metodologías Participativas y Análisis Geoestadístico en el marco del Desarrollo Local. Manglaralto, Ecuador*.
- Herrera, G., Carrión, P., Berrezueta, E., & Flores, D. (2010). *Valoración de Impactos Ambientales relacionados con las aguas subterráneas y turismo en las Comunas de Manglaralto y Olón , Ecuador. Aplicación de la Huella Ecológica. 1*, 116–126.
- Hickson, R., & Owen, T. (2015). *Project Management for Mining: Handbook for Delivering Project Success*.  
[https://books.google.com.ec/books?id=3UzyBQAAQBAJ&pg=PA631&lpg=PA631&dq=Noort,+D+J+and+Adams,+C,+2006.+Effective+mining+project+management+systems&source=bl&ots=4bk4jPjO\\_P&sig=ACfU3U0rgoJvugg0ytp50fsaQdsoMscOIw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjY8uidy9DsAhXwpVkkKHWhi](https://books.google.com.ec/books?id=3UzyBQAAQBAJ&pg=PA631&lpg=PA631&dq=Noort,+D+J+and+Adams,+C,+2006.+Effective+mining+project+management+systems&source=bl&ots=4bk4jPjO_P&sig=ACfU3U0rgoJvugg0ytp50fsaQdsoMscOIw&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjY8uidy9DsAhXwpVkkKHWhi)
- Highland, L. M., & Bobrowsky, P. (2008). The landslide Handbook - A guide to understanding landslides. En *US Geological Survey Circular* (Número 1325).  
<https://doi.org/10.3133/cir1325>

- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales: Una solución para la disposición final de residuos sólidos municipales en pequeñas poblaciones*.  
<http://cdam.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/294>
- Jiao, J., & Post, V. (2019). *Coastal Hydrogeology* (1st ed.). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/9781139344142>
- Klarin, T. (2018). The Concept of Sustainable Development: From its Beginning to the Contemporary Issues. *Zagreb International Review of Economics and Business*, 21(1), 67–94. <https://doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>
- Lario, J., & Bardají, T. (2016). *Introducción a los riesgos geológicos*.  
[https://play.google.com/books/reader?id=\\_WgYDgAAQBAJ&pg=GBS.PT199](https://play.google.com/books/reader?id=_WgYDgAAQBAJ&pg=GBS.PT199)
- Linzán, J., & Holguín, K. (2019). *Componentes de la sostenibilidad turística en la comuna Dos Mangas, parroquia Manglaralto, año 2019*.
- Maghsoudi, M., Moradi, A., Moradipour, F., & Nezammahalleh, M. A. (2019). Geotourism Development in World Heritage of the Lut Desert. *Geoheritage*, 11(2), 501–516. <https://doi.org/10.1007/s12371-018-0303-2>
- Marcaillou, B., Spence, G. D., Collot, J. Y., Wang, K., & Ribodetti, a. (2009). Segmentación térmica del margen del Norte del Ecuador y del Sur de Colombia (1-4°N): relación con la ubicación de la zona sismogénica. *Geología y geofísica marina y terrestre del Ecuador desde la costa continental hasta las Islas Galápagos*, 181–202.
- Merino, E. (2014). *Evaluación de la intrusión salina en un acuífero costero y el impacto al suministro de agua potable en Manglaralto, provincia de Santa Elena*.
- Ministerio de Turismo. (2016). *Reserva Ecológica Antisana: sitio para la recreación familiar y desafío mayor para montañistas*. <https://www.turismo.gob.ec/reserva-ecologica-antisana-sitio-para-la-recreacion-familiar-y-desafio-mayor-para-montanistas/>
- Ministerio de Turismo. (2017a). *Dirección zonal N° 8*.  
<https://www.turismo.gob.ec/coordinacion-zonal-5/>

- Ministerio de Turismo. (2017b). *Guía metodológica para jerarquización de atractivos y generación de espacios turísticos del Ecuador (1ra Parte)*.  
<http://dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7351/1/63T0016.pdf>
- Ministerio del Ambiente y Agua. (2013). *Ministra, Lorena Tapia, entregó reconocimiento a los GADS con mejores prácticas de gestión de residuos sólidos*.  
<https://www.ambiente.gob.ec/ministra-lorena-tapia-entrego-reconocimiento-a-los-gads-con-mejores-practicas-de-gestion-de-residuos-solidos/>
- Montalván, F., Carrión, P., Fun-Sang, B., Romero, S., & Jiménez, S. (2008). Caracterización Geoeléctrica del Acuífero de la Cuenca del Río Olón para Propuesta de Plan de Explotación. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 21(1), 31–38.  
<http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/135>
- Montgomery, C. (2019). Environmental Geology. En *Encyclopedia of Geology*.  
<https://doi.org/10.1016/B0-12-369396-9/00204-5>
- Morante, F., Montalván, F. J., Carrión, P., Herrera, G., Heredia, J., Elorza, F. J., Pilco, D., & Solórzano, J. (2019). Hydrochemical and geological correlation to establish the groundwater salinity of the coastal aquifer of the Manglaralto River basin, Ecuador. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 229, 139–149.  
<https://doi.org/10.2495/WRM190141>
- Muñoz, M. (2019). *Potencialidades del agroturismo en la comuna Sitio Nuevo*.
- Murphy, P. C., Zubin-Stathopoulos, K., Richards, C. D., & Fontana, M. A. (2015). *Paleontological Overview of the Royal Gorge Field Office Planning Area, Colorado*.  
<https://www.researchgate.net/publication/297944941>
- Naciones Unidas. (2002). Informe de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. En *Naciones Unidas: Vol. A/CONF.199* (Número ISBN 92-1-304231-0).  
<https://undocs.org/es/A/CONF.199/20>
- Naciones Unidas. (2010). Avances logrados hasta el momento y lagunas que aún persisten en la aplicación de los resultados de las principales cumbres en la esfera del desarrollo sostenible y análisis de los temas de la Conferencia. *Naciones Unidas*, 30259, 1–33. <https://undocs.org/es/A/CONF.216/PC/2>

- Naciones Unidas. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Comunidad y Salud*, 13(2), 1–40.  
[https://www.un.org/ga/search/view\\_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E](https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E)
- Naciones Unidas Ecuador. (2020a). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 1 Fin de la pobreza*. <https://ecuador.un.org/es/sdgs/1>
- Naciones Unidas Ecuador. (2020b). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 Ciudades y comunidades sostenibles*. <https://ecuador.un.org/es/sdgs/11>
- Naciones Unidas Ecuador. (2020c). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 15 Vida de ecosistemas terrestres*. <https://ecuador.un.org/es/sdgs/15>
- Naciones Unidas Ecuador. (2020d). *Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 Agua y Saneamiento*. <https://ecuador.un.org/es/sdgs/6>
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy*. John Wiley & Sons, Ltd.  
<https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=zI4L7WqXvogC&oi=fnd&pg=PP10&dq=nichols+sedimentology+and+stratigraphy&ots=l4CIRRapug&sig=FmqJNSi0fFPf dTK8tDZXX-Gln3M>
- Núñez del Arco, E. (2003). *Geología del Ecuador*.
- Ordóñez, M., Jiménez, N., & Suárez, J. (2006). *Micropaleontología Ecuatoriana*.
- Palacio Prieto, J. L. (2013). Geosites, geomorphosites and geoparks: Importance, actual situation and perspectives in Mexico. *Investigaciones Geograficas*, 82(82), 24–37. <https://doi.org/10.14350/rig.32817>
- Pedraza, J. (1996). *Geomorfología: Principios, métodos y aplicaciones*.
- PNUD Ecuador. (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*.  
<https://www.ec.undp.org/content/ecuador/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Programa de Manejo de Recursos Costeros. (1993). *Plan de Manejo de la Zona Especial de Manejo (ZEM) San Pedro, Valdivia, Manglaralto*. 59.
- Quiñonez, X. (2019). *Modelo geométrico del acuífero costero de Manglaralto y su incidencia en el aprovechamiento sostenible del agua, Santa Elena-Ecuador*.

- Reyes, P., & Michaud, F. (2012). *Mapa Geológico del Margen Costero Ecuatoriano*.
- Reynard, E. (2009). *Geomorphosites: definitions and characteristics*. January 2009.
- Reynolds, S., Johnson, J., Morin, P., & Carter, C. (2019). *Exploring geology* (Fifth editi). Mc Graw-Hill Education.
- Salazar, M. (2015). *Plan de desarrollo económico para la comuna Pajiza de la parroquia Manglaralto, cantón de Santa Elena, provincia de Santa elena, año 2015*.
- Secretaría General de Comunicación de la Presidencia. (2020, marzo 16). *El presidente Lenín Moreno decreta Estado de Excepción para evitar la propagación del COVID-19*. <https://www.comunicacion.gob.ec/el-presidente-lenin-moreno-decreta-estado-de-excepcion-para-evitar-la-propagacion-del-covid-19/>
- Shi, L., Han, L., Yang, F., & Gao, L. (2019). The Evolution of Sustainable Development Theory: Types, Goals, and Research Prospects. *Sustainability (Switzerland)*, 11(24), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su11247158>
- Tapia, M., Granizo, S., & Granizo, L. (2017). *Estudio de pre-factibilidad de proyectos sociales y productivos*. Universidad de Chimborazo. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2017/01/pre-factibilidad.html>
- Tavares, G. N. D., Boggiani, P. C., de Moraes Leme, J., & Trindade, R. I. (2020). The Inventory of the Geological and Paleontological Sites in the Area of the Aspirant Geopark Bodoquena-Pantanal in Brazil. *Geoheritage*, 12(1). <https://doi.org/10.1007/s12371-020-00437-8>
- Toalombo, M. (2016). *Exploración de aguas subterráneas en Cadeate para el abastecimiento de la Comunidad*.
- UNESCO. (2015). *Estatutos del Programa Internacional de Ciencias de la Tierra y Geoparques*.
- UNESCO. (2021a). *Araripe | United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/list-of-unesco-global-geoparks/brazil/araripe/>

- UNESCO. (2021b). *Hong Kong | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura*. <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/earth-sciences/unesco-global-geoparks/list-of-unesco-global-geoparks/china/hong-kong/>
- USGS. (2020a). *The distribution of water on, in, and above the Earth*. <https://www.usgs.gov/media/images/distribution-water-and-above-earth>
- USGS. (2020b). *The Water Cycle (Natural water cycle)*. <https://www.usgs.gov/media/images/water-cycle-natural-water-cycle>
- Valencia, J. (2017). *Análisis Hidrogeológico de la Cuenca del Río Manglaralto para la Caracterización de sus Sistemas Acuíferos*. <http://bazica.org/facultad-de-ingenieria-en-ciencias-de-la-tierra.html?page=4>
- Vidal, G., & Hormazábal, S. (2018). *Humedales Construidos: diseño y operación* (Vol. 1).
- Villalobos, M., & Pérez, A. (2006). *Geodiversidad y Patrimonio Geológico de Andalucía. Itinerario geológico por Andalucía. Guía práctica de campo*.
- Winckell, A. (1982). Relieve Y Geomorfología. *Geomorfología*, 99 B, 17. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/doc34-08/22644.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/doc34-08/22644.pdf)

# ANEXOS

## ANEXO A: Muestreo de afloramientos

Tabla A.1. Ficha descriptiva

Estación 1	
<b>Localización geográfica</b>	Talud entre Playa Bruja y Libertador Bolívar
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S
<b>X</b>	530036
<b>Y</b>	9790050
	
Muestra de arenisca (grauwaca)	
<b>Tipo de roca</b>	Sedimentaria silico-clástica
<b>Color</b>	Naranja amarillento pálido
<b>Tamaño de grano</b>	Arena fina a media
<b>Selección de grano</b>	Moderadamente seleccionado
<b>Morfología de grano</b>	Subangulares, subredondeados, esfericidad media
<b>Textura de superficie</b>	Rugosa
<b>Estructura</b>	Grano soportada

**Tabla A.2. Ficha descriptiva**

<b>Estación 2-B</b>	
<b>Localización geográfica</b>	Talud entre Playa Bruja y Libertador Bolívar
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S
<b>X</b>	530000
<b>Y</b>	9790060
	
Muestra de conglomerado calcáreo	
<b>Tipo de roca</b>	Sedimentaria calcárea
<b>Color</b>	Naranja muy pálido
<b>Tamaño de grano</b>	Gránulos, guijarros, cobbles
<b>Matriz</b>	Arena muy fina
<b>Selección de grano</b>	Pobre
<b>Morfología de grano</b>	Subredondeados, redondeados, esfericidad baja
<b>Textura de superficie</b>	Rugosa
<b>Estructura</b>	Matriz soportada
<b>Fósiles</b>	Organismos marinos y trazas

**Tabla A.3. Ficha descriptiva**

<b>Estación 3</b>	
<b>Localización geográfica</b>	Talud entre Playa Bruja y Libertador Bolívar
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S
<b>X</b>	529787
<b>Y</b>	9791620
	
Muestra de arenisca (grauwaca)	
<b>Tipo de roca</b>	Sedimentaria silico-clástica
<b>Color</b>	Naranja amarillento pálido
<b>Tamaño de grano</b>	Arena fina a media
<b>Selección de grano</b>	Moderado
<b>Morfología de grano</b>	Subangulares, subredondeados, esfericidad media
<b>Textura de superficie</b>	Rugosa
<b>Estructura</b>	Grano soportada

**Tabla A.4. Ficha descriptiva**

<b>Estación 4</b>	
<b>Localización geográfica</b>	Riberas del río en la comuna Dos Mangas
<b>Sistema de coordenadas</b>	WGS 1984 Zona 17 S
<b>X</b>	534649
<b>Y</b>	9798220
	
Gravas	
<b>Tipo de roca</b>	Conglomerado
<b>Tamaño de grano</b>	Guijarros, cantos
<b>Selección de grano</b>	Moderado
<b>Morfología de grano</b>	Redondeados a bien redondeados, alta esfericidad
<b>Textura de superficie</b>	Suave
<b>Estructura</b>	Matriz soportada

## ANEXO B: Columnas estratigráficas

Tabla A.5. Ficha descriptiva

Estación 6		
Localización geográfica	Riberas del río en la comuna Dos Mangas	
Sistema de coordenadas	WGS 1984 Zona 17 S	
X	535079	
Y	9798270	
 <p>Afloramiento</p>		
Unidad geológica	Figura	Descripción de muestras de rocas
U1		Roca sedimentaria silico-clástica de color azul oscuro según Munsell Color Chart (2009). Matriz de arena fina con clastos del tamaño de gránulos, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a matriz soportada. Reacción con el ácido clorhídrico.
U2		Roca sedimentaria silico-clástica de color naranja amarillento oscuro según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena fina y media, bien seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media a alta, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada.

<b>Estación 6</b>		
<b>Unidad geológica</b>	<b>Figura</b>	<b>Descripción litológica</b>
<b>U3</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color naranja amarillento pálido según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena fina, bien seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Reacción con el ácido clorhídrico.
<b>U4</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color marrón grisáceo según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena fina y media, moderadamente seleccionada, granos subangulares de esfericidad baja, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada.
<b>U5</b>		Roca sedimentaria silico-clástica de color gris verdoso claro según Munsell Color Chart (2009). Clastos del tamaño de arena media a gruesa con presencia de gránulos, moderadamente seleccionada, granos subangulares a subredondeados de esfericidad media, textura de superficie rugosa, estructura correspondiente a clasto soportada. Reacción con el ácido clorhídrico.

Columna estratigráfica en las riberas del río, Comuna Dos Mangas

Fecha: Noviembre-5-2020

Medido con un flexómetro

Escala: 1:20

Coordenadas:  
Datum WGS84 Zona 17S  
X= 535079  
Y= 9798270

Simbología

- Contacto planar
- Estratificación planar
- ≡ Laminación planar
- ▽ Scour
- Arenisca masiva
- Arenisca estratificada

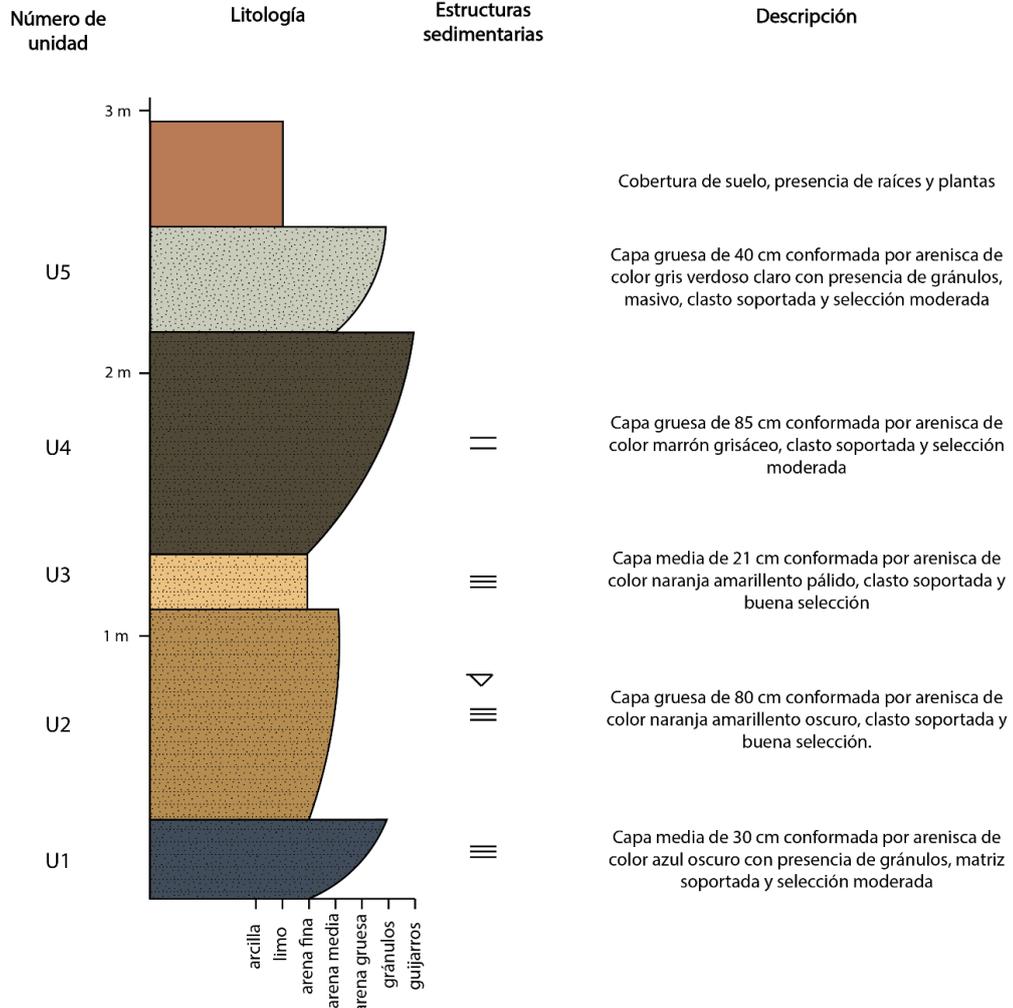


Figura A.1. Columna estratigráfica de la estación 6

## ANEXO C: Interpretación de SEVs en la subcuenca Manglaralto

Tabla A.6. Coordenadas de SEVs de trabajos previos en la subcuenca Manglaralto.  
Basado en (Arévalo, 2017; Bravo, 2020; Toalombo, 2016; Valencia, 2017)

CÓDIGO DE SEV	X	Y	Z
MA-01	531580	9796747	31
MA-02	531404	9796725	29
MA-03	532195	9797160	33
MA-04	530428	9796448	20
MA-05	532382	9797039	45
MA-06	531433	9796630	30
MA-07	531369	9796543	31
MA-08	531473	9796546	32
MA-09	529345	9796304	14
MA-10	529356	9796283	14
MA-11	529027	9796495	10
MA-12	530289	9796522	21
MA-13	529004	9796539	7
MA-14	529092	9796799	12
MA-15	529028	9796750	14
MA-16	529327	9796922	18
MA-17	529555	9797002	23
MA-18	529764	9796899	19
MA-19	529215	9796750	13
MA-20	528918	9796704	12
MA-21	530269	9789562	8
MA-22	529044	9796448	10
MA-23	529068	9796391	11
MA-24	528852	9796684	7
MA-25	529057	9796985	9
MA-26	528999	9797172	21
MA-27	528820	9797431	39
MA-28	530643	9796326	25
MA-29	533956	9798625	58
MA-30	533925	9798215	56
MA-31	533814	9798205	54
MA-32	533913	9798381	58
MA-33	533232	9797620	43

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
MA-34	532489	9797671	35
MA-35	532426	9797504	34
MA-36	532504	9797455	38
MA-37	529847	9796723	14
MA-38	529234	9796256	8
MA-39	529736	9799538	4
MA-40	531193	9796647	12
MA-41	531439	9796644	23
MA-42	530335	9796842	28
MA-43	531626	9796708	17
MA-44	532025	9796862	17
MA-45	531654	9796821	42
MA-46	529552	9796271	17
MA-47	531953	9796814	46

**Tabla A.7. Interpretación de SEV MA-01. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
<b>1</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	0.5	0.5	5.98
<b>2</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	2.53	3.03	5.74
<b>3</b>	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	28.4	31.43	963
<b>4</b>	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			4426

**Tabla A.8. Interpretación de SEV MA-02. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
<b>1</b>	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	2.44	2.44	24.8
<b>2</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	1.5	3.94	2.68
<b>3</b>	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	28.6	32.6	853
<b>4</b>	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			943

**Tabla A.9. Interpretación de SEV MA-03. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	4.25	4.25	8.9
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	2.63	6.88	5.26
3	Suelo húmedo (Material semipermeable)	8.46	15.3	406
4	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	16.1	31.5	16.3
5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.37

**Tabla A.10. Interpretación de SEV MA-04. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.638	0.638	13.7
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	5.2	5.84	2.9
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	19.5	25.3	801
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			3559

**Tabla A.11. Interpretación de SEV MA-05. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.5	0.5	6.62
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	1.69	2.19	3.33
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	32.2	34.3	915
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			963

**Tabla A.12. Interpretación de SEV MA-06. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.5	0.5	8.73
2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	5.84	6.34	18.6
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	43.1	49.4	334
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.96

**Tabla A.13. Interpretación de SEV MA-07. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.5	0.5	14.2
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.84	6.34	8.66
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	19.4	25.7	620
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			768

**Tabla A.14. Interpretación de SEV MA-08. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Suelo limo arenoso	4.39	4.39	9.78
2	Gravas y arenas (Material permeable)	11.4	15.8	51.6
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	15.3	31	683
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			975

**Tabla A.15. Interpretación de SEV MA-09. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.776	0.776	31.8
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	10.3	11.1	10.6
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	21.9	33	830
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			3222

**Tabla A.16. Interpretación de SEV MA-10. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.55	0.55	35.1
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.1	5.66	13.4
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	28.8	34.4	935
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			959

**Tabla A.17. Interpretación de SEV MA-11. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.721	0.721	41.3
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.74	6.46	6.94
3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	27.2	33.6	824
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			949

**Tabla A.18. Interpretación de SEV MA-12. Basado en (Valencia, 2017)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	1.96	1.96	34.4
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	14.4	16.4	11.8
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	12.7	29.1	2.9
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	3.9	33	98.3
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			400

**Tabla A.19. Interpretación de SEV MA-13. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	2.5	2.5	32.2
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	30.3	32.8	5.59
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	37.5	70.3	14.4
4	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			1.07

**Tabla A.20. Interpretación de SEV MA-14. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	2.72	2.72	17.8
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	42.88	45.6	4.32
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	26.6	72.2	1.46
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			129

**Tabla A.21. Interpretación de SEV MA-15. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	3	3	12.3
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	19.1	22.1	5.12
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	48.2	70.3	9.22
4	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			0.987

**Tabla A.22. Interpretación de SEV MA-16. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.698	0.698	10.9
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	20.602	21.3	4.68
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	50.4	71.7	1.2
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			182

**Tabla A.23. Interpretación de SEV MA-17. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.565	0.565	33
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.825	6.39	9.79
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	66.71	73.1	3.05
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			4.82

**Tabla A.24. Interpretación de SEV MA-18. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.5	0.5	42.9
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	6	6.5	13.4
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	38.5	45	3.77
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	31.5	76.5	15.2
5	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			0.108

**Tabla A.25. Interpretación de SEV MA-19. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.5	0.5	9.21
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	41.8	42.3	3.53
3	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	14.1	56.4	26.2
4	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			0.213

**Tabla A.26. Interpretación de SEV MA-20. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.61	1.61	20.5
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	7.12	8.73	3.57
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	44.17	52.9	5.74
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			7.63

**Tabla A.27. Interpretación de SEV MA-21. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.634	0.634	26
2	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	36.166	36.8	1.22
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	39.5	76.3	4.58
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			6.2

**Tabla A.28. Interpretación de SEV MA-22. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	2.12	2.12	20.4
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	50.08	52.2	4.79
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	22	74.2	0.541
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			184

**Tabla A.29. Interpretación de SEV MA-23. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	2.07	2.07	22.8
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	68.23	70.3	4.5
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			3.41

**Tabla A.30. Interpretación de SEV MA-24. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.44	1.44	14.7
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	14.76	16.2	6.81
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	34.6	50.8	3.57
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.82

**Tabla A.31. Interpretación de SEV MA-25. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.937	0.937	9.99
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	58.163	59.1	3.21
3	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	17.9	77	16.9
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.36

**Tabla A.32. Interpretación de SEV MA-26. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.41	1.41	27.1
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	34.69	36.1	3.82
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	37.9	74	0.85
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			492

**Tabla A.33. Interpretación de SEV MA-27. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.32	1.32	12.3
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	10.48	11.8	5.95
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	67	78.8	3.73
4	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			0.361

**Tabla A.34. Interpretación de SEV MA-28. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.869	0.869	25.3
2	Suelo húmedo (Material semipermeable)	0.231	1.1	118
3	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	50.1	51.2	24.8
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.34

**Tabla A.35. Interpretación de SEV MA-29. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
<b>1</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	4.45	4.45	2.89
<b>2</b>	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.55	6	15.6
<b>3</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	70.5	76.5	2.61
<b>4</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			289

**Tabla A.36. Interpretación de SEV MA-30. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
<b>1</b>	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	4.15	4.15	8.02
<b>2</b>	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.94	5.09	19.4
<b>3</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	66.11	71.2	2.48
<b>4</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			3.17

**Tabla A.37. Interpretación de SEV MA-31. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
<b>1</b>	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.9	1.9	9
<b>2</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	10.9	12.8	4.41
<b>3</b>	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	57.8	70.6	2.15
<b>4</b>	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			1.73

**Tabla A.38. Interpretación de SEV MA-32. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	0.852	0.852	3.03
2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.394	2.246	20.68
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	48.814	51.06	1.89
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.368

**Tabla A.39. Interpretación de SEV MA-33. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.08	1.08	19.7
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	4	5.08	11.3
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	45.93	51.01	5.66
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.88

**Tabla A.40. Interpretación de SEV MA-34. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	2.74	2.74	14.2
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	68.66	71.4	4.68
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	9.2	80.6	1.05
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.17

**Tabla A.41. Interpretación de SEV MA-35. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.44	1.44	8.84
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	17.86	19.3	6.09
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	57.8	77.1	2.8
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			3.53

**Tabla A.42. Interpretación de SEV MA-36. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	3.77	3.77	13.5
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	72.13	75.9	3.15
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.33

**Tabla A.43. Interpretación de SEV MA-37. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	2.58	2.58	16.1
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	9.42	12	5.85
3	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	13.2	25.2	16.1
4	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	49.7	74.9	3.07
5	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)			16.4

**Tabla A.44. Interpretación de SEV MA-38. Basado en (Quiñonez, 2019)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Suelo húmedo (Material semipermeable)	0.307	0.307	88.5
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	69.993	70.3	6.31
3	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)			1.05

**Tabla A.45. Interpretación de SEV MA-39. Basado en (Quiñonez, 2019)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Suelo húmedo (Material semipermeable)	0.652	0.652	73.4
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	3.708	4.36	10.4
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	50.24	54.6	6.72
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			6.16

**Tabla A.46. Interpretación de SEV MA-40. Basado en (Quiñonez, 2019)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Gravas y arenas (Material permeable)	1	1	49.6
2	Limo-arcilloso (Material semipermeable a permeable)	1.27	2.27	3.98
3	Gravas y arenas (Material permeable)	0.62	2.89	50.6
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	50.91	53.8	6.44
5	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			6.57

**Tabla A.47. Interpretación de SEV MA-41. Basado en (Quiñonez, 2019)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Suelo húmedo (Material semipermeable)	0.57	0.57	78.6
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	2.69	3.26	12.5
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	49.44	52.7	6.84
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			6.06

**Tabla A.48. Interpretación de SEV MA-42. Basado en (Bravo, 2020)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.4	0.4	14.7
2	Gravas y arenas (Material permeable)	0.827	1.23	45.7
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	12.7	13.9	8.81
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	19.8	33.7	12.3
5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			4.53

**Tabla A.49. Interpretación de SEV MA-43. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.73	0.73	14.2
2	Gravas y arenas (Material permeable)	0.867	1.6	27.2
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.91	7.51	18.1
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	64.7	72.2	9.56
5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.87

**Tabla A.50. Interpretación de SEV MA-44. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.9	1.9	17.6
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	22.2	24.1	5.3
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	6.98	31.1	13
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			179

**Tabla A.51. Interpretación de SEV MA-45. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.537	0.537	21.5
2	Gravas y arenas (Material permeable)	0.976	1.51	49.3
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	41.2	42.7	10.5
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.32

**Tabla A.52. Interpretación de SEV MA-46. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.749	0.749	23.3
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	2.76	3.51	11
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	24	27.5	5.29
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			2.03

**Tabla A.53. Interpretación de SEV MA-47. Basado en (Bravo, 2020)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.85	0.85	21.1
2	Gravas y arenas (Material permeable)	1.6	2.45	30.7
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	22.6	25	5.41
4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)			7.92

**Tabla A.54. Selección de sitio para construcción de relleno sanitario en subcuenca Manglaralto**

CÓDIGO DE SEV	Resistividad ( $\Omega$ m)	Intervalo de Profundidad (m)	Descripción	Cercano a río/cascada	Relleno sanitario
MA-01	963	3.03-31.43	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-02	853	3.94-32.6	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-03	16.3	15.3-31.5	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-04	801	5.84-25.3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-05	915	2.19-34.3	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-06	334	6.34-49.4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-07	620	6.34-25.7	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-08	51.6	4.39-15.8	Gravas y arenas (Material permeable)	No	No
MA-09	10.6	0.776-11.1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (Ωm)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
MA-10	935	5.66-34.4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	No	No
MA-11	824	6.46-33.6	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)	Sí	No
MA-12	11.8	1.96-16.4	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-13	5.59	2.5-32.8	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-14	4.32	2.72-45.6	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-15	5.12	3-22.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-16	4.68	0.698-21.3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-17	3.05	6.39-73.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-18	3.77	6.5-45	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-19	3.53	0.5-42.3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-20	3.57	1.61-8.73	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (Ωm)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
MA-21	1.22	0.634-36.8	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-22	4.79	2.12-52.2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-23	4.5	2.07-70.3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-24	6.81	1.44-16.2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-25	3.21	0.937-59.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-26	3.82	1.41-36.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	No	Sí
MA-27	5.95	1.32-11.8	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	No	Sí
MA-28	24.8	1.1-51.2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-29	2.61	6-76.5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-30	2.48	5.09-71.2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-31	4.41	1.9-12.8	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (Ωm)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
MA-32	1.89	2.246-51.06	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-33	5.66	5.08-51.01	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-34	4.68	2.74-71.4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-35	6.09	1.44-19.3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-36	3.15	3.77-75.9	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-37	5.85	2.58-12	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-38	6.31	0.307-70.3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No
MA-39	6.72	4.36-54.6	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-40	6.44	2.89-53.8	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No
MA-41	6.84	3.26-52.7	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-42	8.81	1.23-13.9	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No
MA-43	9.56	7.51-72.2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
MA-44	5.3	1.9-24.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
MA-45	10.5	1.51-42.7	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
MA-46	5.29	3.51-27.5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	No	Sí
MA-47	5.41	2.45-25	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No

## ANEXO D: Interpretación de SEVs en la subcuenca Cadeate

**Tabla A.55. Coordenadas de SEVs de trabajos previos en la subcuenca Cadeate.**

Basado en (Arévalo, 2017; Bravo, 2020; Toalombo, 2016; Valencia, 2017)

CÓDIGO DE SEV	X	Y	Z
CD-01	531526	9794949	40
CD-02	531031	9794341	29
CD-03	531304	9794645	32
CD-04	531304	9794648	32
CD-05	530862	9794252	27
CD-06	531472	9794769	38
CD-07	532421	9794679	83
CD-08	532702	9794939	110
CD-09	531635	9794520	53
CD-10	531344	9794419	34
CD-11	531096	9794369	31
CD-12	531047	9794349	31
CD-13	530621	9794022	24
CD-14	530426	9793895	19
CD-15	530230	9793766	15
CD-16	529779	9793678	12

**Tabla A.56. Interpretación de SEV CD-01. Basado en (Bravo, 2020)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.02	1.02	16.1
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.981	2	7.2
3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	16.3	18.3	6
4	Gravas y arenas (Material permeable)	6.49	24.8	36.3
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			914

**Tabla A.57. Interpretación de SEV CD-02. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	3.85	3.85	20.6
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	6.45	10.3	8.79
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	5.79	16.1	7.59
4	Gravas y arenas (Material permeable)	8.76	24.9	40.5
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			1829

**Tabla A.58. Interpretación de SEV CD-03. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.507	0.507	20
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	15.6	16.1	8.05
3	Gravas y arenas (Material permeable)	8.93	25	34.2
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			109

**Tabla A.59. Interpretación de SEV CD-04. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.44	1.44	16.8
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	13.1	14.5	6.66
3	Gravas y arenas (Material permeable)	8.85	23.4	33
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			104

**Tabla A.60. Interpretación de SEV CD-05. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.34	1.34	18.3
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	12.6	14.3	7.13
3	Gravas y arenas (Material permeable)	10.6	24.8	36
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			624

**Tabla A.61. Interpretación de SEV CD-06. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.565	0.565	22.6
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	9.69	10.3	6
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	6.84	17.1	6.21
4	Gravas y arenas (Material permeable)	6.87	24	32.5
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			532

**Tabla A.62. Interpretación de SEV CD-07. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	2.62	2.62	13.3
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	286	5.86	10.1
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	12.7	18.2	13.1
4	Gravas y arenas (Material permeable)	6.82	25	53.2
5	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.75

**Tabla A.63. Interpretación de SEV CD-08. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.04	1.04	9.4
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	16.6	17.7	6.07
3	Gravas y arenas (Material permeable)	6.38	24.1	32.9
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			4.97

**Tabla A.64. Interpretación de SEV CD-09. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Suelo húmedo (Material semipermeable)	0.5	0.5	97.6
2	Gravas y arenas (Material permeable)	1.49	1.99	20
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	13.6	15.6	8.87
4	Gravas y arenas (Material permeable)	8.85	24.5	42.1
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			103

**Tabla A.65. Interpretación de SEV CD-10. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.8	0.8	47.1
2	Gravas y arenas (Material permeable)	5.97	6.77	19.2
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	9.34	16.1	6.03
4	Gravas y arenas (Material permeable)	8.52	24.6	36.4
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			102

**Tabla A.66. Interpretación de SEV CD-11. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.754	0.754	28.3
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	14.2	15	11.9
3	Gravas y arenas (Material permeable)	9.06	24.1	36
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			2512

**Tabla A.67. Interpretación de SEV CD-12. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.428	0.428	40.3
2	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)	13.6	14	25.9
3	Gravas y arenas (Material permeable)	9.96	24	52.7
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			5503

**Tabla A.68. Interpretación de SEV CD-13. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	0.72	0.72	56.5
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	3.17	3.89	10
3	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	5.36	9.25	25.7
4	Gravas y arenas (Material permeable)	11.3	20.5	43.6
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			1309

**Tabla A.69. Interpretación de SEV CD-14. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.925	0.925	52.9
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	7.13	8.05	5.85
3	Gravas y arenas (Material permeable)	12.1	20.2	43.4
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			5125

**Tabla A.70. Interpretación de SEV CD-15. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.778	0.778	24
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	2.28	3.06	5.5
3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	8.03	11.1	13
4	Gravas y arenas (Material permeable)	11.1	22.2	33.9
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			1540

**Tabla A.71. Interpretación de SEV CD-16. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.757	0.757	19
2	Gravas y arenas (Material permeable)	3.7	4.46	4.78
3	Gravas y arenas (Material permeable)	12.5	17	58.4
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			682

**Tabla A.72 Selección de sitio para construcción de relleno sanitario en subcuenca Cadeate**

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
CD-01	6	2-18.3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
CD-02	8.79	3.85-10.3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-03	8.05	0.507-16.1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-04	6.66	1.44-14.5	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-05	7.13	1.34-14.3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-06	6	0.565-10.3	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
CD-07	13.1	5.86-18.2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-08	6.07	1.04-17.7	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-09	8.87	1.99-15.6	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
CD-10	6.03	6.77-16.1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-11	11.9	0.754-15	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-12	25.9	0.428-14	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-13	25.7	9.25-20.5	Gravas y arenas (Material permeable)	No	No
CD-14	5.85	0.925-8.05	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
CD-15	13	3.06-11.1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
CD-16	58.4	4.46-17	Gravas y arenas (Material permeable)	Sí	No

## ANEXO E: Interpretación de SEVs en la subcuenca Libertador Bolívar

**Tabla A.73. Coordenadas de SEVs de trabajos previos en la subcuenca Libertador Bolívar. Basado en (Arévalo, 2017; Bravo, 2020; Toalombo, 2016; Valencia, 2017)**

CÓDIGO DE SEV	X	Y	Z
LB-01	531433	9792191	15
LB-02	531859	9792228	21
LB-03	531737	9792474	28
LB-04	531939	9792381	24
LB-05	531491	9792246	20
LB-06	530918	9792248	16
LB-07	532587	9792844	43
LB-08	532246	9792722	51
LB-09	531874	9792537	28

**Tabla A.74. Interpretación de SEV LB-01. Basado en (Bravo, 2020)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.788	0.788	7.61
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	13.3	14.1	3.47
3	Gravas y arenas (Material permeable)	8.13	22.2	30.5
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			3.2

**Tabla A.75. Interpretación de SEV LB-02. Basado en (Bravo, 2020)**

N	Descripción	Espesor (m)	Profundidad (m)	Resistividad ( $\Omega$ m)
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.09	1.09	16
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	18.2	19.3	6.21
3	Gravas y arenas (Material permeable)	5.51	24.8	41.7
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			575

**Tabla A.76. Interpretación de SEV LB-03. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	1.48	1.48	19
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	15.6	17.1	9.01
3	Gravas y arenas (Material permeable)	7.71	24.8	37
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			64.2

**Tabla A.77. Interpretación de SEV LB-04. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	1.45	1.45	9.95
2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	15.2	16.6	22.7
3	Gravas y arenas (Material permeable)	7.39	24	46.1
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			106

**Tabla A.78. Interpretación de SEV LB-05. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	3.17	3.17	7.39
2	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	14.2	17.4	4.12
3	Gravas y arenas (Material permeable)	7.2	24.6	34.1
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			5.99

**Tabla A.79. Interpretación de SEV LB-06. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.956	0.956	6.13
2	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	12.7	13.7	1.35
3	Gravas y arenas (Material permeable)	10.6	24.3	44.1
4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)			3.83

**Tabla A.80. Interpretación de SEV LB-07. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	0.719	0.719	29.8
2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	4.4	5.12	18.1
3	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	12	17.1	21.2
4	Gravas y arenas (Material permeable)	6.05	23.2	50.8
5	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			2646

**Tabla A.81. Interpretación de SEV LB-08. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	0.691	0.691	15.4
2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	15.5	16.2	8.68
3	Gravas y arenas (Material permeable)	7.32	23.6	44.7
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			3046

**Tabla A.82. Interpretación de SEV LB-09. Basado en (Bravo, 2020)**

<b>N</b>	<b>Descripción</b>	<b>Espesor (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>
1	Gravas y arenas (Material permeable)	1.44	1.44	45.5
2	Grava y Areno-limoso (Material semipermeable a permeable)	14.5	16	20.2
3	Gravas y arenas (Material permeable)	8.01	24.0	50.8
4	Material consolidado, bedrock, lecho rocoso fracturado (Material poco permeable a impermeable)			4305

**Tabla A.83. Selección de sitio para construcción de relleno sanitario en subcuenca Libertador Bolívar**

<b>CÓDIGO DE SEV</b>	<b>Resistividad (<math>\Omega</math>m)</b>	<b>Intervalo de Profundidad (m)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cercano a río/cascada</b>	<b>Relleno sanitario</b>
LB-01	3.47	0.788-14.1	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
LB-02	6.21	1.09-19.3	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	Sí	No
LB-03	9.01	1.48-17.1	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)	No	No
LB-04	22.7	1.45-16.6	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)		No
LB-05	4.12	3.17-17.4	Limo-arcilloso (Material poco permeable y/o salino cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
LB-06	1.35	0.956-13.7	Arcillas con grado de salinidad (Material poco permeable, cercano a la costa-cuña salina)	Sí	No
LB-07	21.2	5.12-17.1	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)		No
LB-08	8.68	0.691-16.2	Limo-arenoso (Material semipermeable a permeable)		No
LB-09	20.2	1.44-16	Grava y Arena-limoso (Material semipermeable a permeable)		No

**ANEXO F: Criterios, indicadores y subindicadores usados en el método Brilha, 2016**

**Tabla A.84. Indicadores y subindicadores del criterio científico**

Indicadores/Subindicadores	Valor	Peso
Valor científico (SV)		
<b>A. Representatividad</b>		
El geositio es el mejor ejemplo en el área de estudio para ilustrar elementos o procesos, relacionados con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	4	30
El geositio es un buen ejemplo en el área de estudio para ilustrar elementos o procesos, relacionados con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	2	
El geositio ilustra razonablemente elementos o procesos en el área de estudio, relacionados con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	1	
<b>B. Localidad Clave</b>		
El geositio es reconocido como una sección estratotipo y punto de límite global (GSSP) o Auxiliary boundary Stratotype Section and Point (ASSP) por el Commission on Stratigraphy (IUGS) o es un sitio de referencia de International Mineralogical Association (IMA).	4	20
El geositio es utilizada por la ciencia internacional, directamente relacionada con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	2	
El geositio es utilizado por la ciencia nacional, directamente relacionado con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	1	
<b>C. Conocimiento Científico</b>		
Hay artículos en revistas científicas internacionales sobre este geositio, directamente relacionados con el marco geológico en cuestión (cuando corresponda).	4	5
Hay artículos en publicaciones científicas nacionales sobre este geositio, directamente relacionados con el marco geológico en estudio (cuando corresponda).	2	
Hay resúmenes presentados en eventos científicos internacionales sobre este geositio, directamente relacionados con el marco geológico en consideración (cuando corresponda).	1	
<b>D. Integridad</b>		
Los principales elementos geológicos (relacionados con el marco geológico considerado, cuando corresponda) están muy bien conservados.	4	15
El geositio no está tan bien conservada, pero los elementos geológicos principales (relacionados con el marco geológico en cuestión, cuando corresponde) aún se conservan.	2	
Geositio con problemas de conservación y con los principales elementos geológicos (relacionados con el marco geológico considerado, cuando corresponda) bastante alterados o modificados.	1	

Indicadores/Subindicadores	Valor	Peso
Valor científico (SV)		
<b>E. Diversidad Geológica</b>		
Geosítio con más de tres tipos de características geológicas distintas con relevancia científica.	4	5
Geosítio con tres tipos de características geológicas distintas con relevancia científica.	2	
Geosítio con dos tipos de características geológicas distintas con relevancia científica.	1	
<b>F. Rareza</b>		
El geosítio es la única aparición de este tipo en el área de estudio (que representa el marco geológico en consideración, cuando corresponde)	4	15
En el área de estudio, hay dos o tres ejemplos de geosítios similares (que representan el marco geológico en consideración, cuando corresponde)	2	
En el área de estudio, hay de cuatro a cinco ejemplos de geosítios similares (que representan el marco geológico en consideración, cuando corresponda)	1	
<b>G. Limitaciones de Uso</b>		
El geosítio no tiene limitaciones (permisos legales, barreras físicas, ...) para el muestreo o el trabajo de campo.	4	10
Es posible recolectar muestras y hacer trabajo de campo después de superar las limitaciones.	2	
El muestreo y el trabajo de campo son muy difíciles de lograr debido a limitaciones difíciles de superar (permisos legales, barreras físicas ...)	1	
<b>Total</b>		<b>100</b>

**Tabla A.85. Indicadores y subindicadores del criterio educativo y turístico**

Uso potencial educativo y turístico (UEP Y PTU)		Valor	Peso	
UEP	PTU		UEP	PTU
<b>A. Vulnerabilidad</b>				
Los elementos geológicos del geositio no presentan un posible deterioro por la actividad antrópica.		4	10	10
Existe la posibilidad de deterioro de elementos geológicos secundarios por actividad antrópica.		3		
Existe la posibilidad de deterioro de los principales elementos geológicos por actividad antrópica.		2		
Existe la posibilidad de deterioro de todos los elementos geológicos por actividad antrópica.		1		
<b>B. Accesibilidad</b>				
Sitio ubicado a menos de 100 m de una carretera pavimentada y con estacionamiento para autobuses.		4	10	10
Sitio ubicado a menos de 500 m de un camino pavimentado.		3		
Sitio accesible por bus, pero por un camino de grava.		2		
Sitio sin acceso directo por carretera, pero ubicado a menos de 1 km de una carretera accesible en autobús.		1		
<b>C. Limitaciones de Uso</b>				
El sitio no tiene limitaciones para ser utilizado por estudiantes y turistas.		4	5	5
El sitio puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo ocasionalmente.		3		
El sitio puede ser utilizado por estudiantes y turistas, pero solo después de superar las limitaciones (legales, permisos, físicas, mareas, inundaciones, ...).		2		
El uso por parte de estudiantes y turistas es muy difícil de lograr debido a limitaciones difíciles de superar (legales, permisos, físicas, mareas, inundaciones, ...).		1		
<b>D. Seguridad</b>				
Sitio con instalaciones de seguridad (cercas, escaleras, barandillas, etc.), cobertura de teléfonos móviles y ubicado a menos de 5 km de los servicios de emergencia.		4	10	10
Sitio con instalaciones de seguridad (cercas, escaleras, barandillas, etc.), cobertura de teléfonos móviles y ubicado a menos de 25 km de los servicios de emergencia.		3		
Sitio sin instalaciones de seguridad, pero con cobertura de teléfono móvil y ubicado a menos de 50 km de los servicios de emergencia.		2		
Sitio sin instalaciones de seguridad, sin cobertura de telefonía móvil y ubicado a más de 50 km de los servicios de emergencia.		1		

Uso potencial educativo y turístico (UEP y PTU)		Valor	Peso	
UEP	PTU		UEP	PTU
<b>E. Logística</b>				
Alojamiento y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 15 km del sitio.		4	5	5
Alojamiento y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 50 km del sitio.		3		
Alojamiento y restaurantes para grupos de 50 personas a menos de 100 km del sitio.		2		
Alojamiento y restaurantes para grupos de menos de 25 personas y a menos de 50 km del sitio.		1		
<b>F. Densidad Poblacional</b>				
Sitio ubicado en un municipio con más de 1000 habitantes/km <sup>2</sup> .		4	5	5
Sitio ubicado en un municipio con 250-1000 habitantes/km <sup>2</sup> .		3		
Sitio ubicado en un municipio con 100-250 habitantes/km <sup>2</sup> .		2		
Sitio ubicado en un municipio con menos de 100 habitantes/km <sup>2</sup> .		1		
<b>G. Asociación con otros valores</b>				
Ocurrencia de varios valores ecológicos y culturales a menos de 5 km del sitio.		4	5	5
Ocurrencia de varios valores ecológicos y culturales a menos de 10 km del sitio.		3		
Ocurrencia de un valor ecológico y un valor cultural a menos de 10 km del sitio.		2		
Ocurrencia de un valor ecológico o cultural a menos de 10 km del sitio.		1		
<b>H. Paisaje</b>				
Sitio actualmente utilizado como destino turístico en campañas nacionales.		4	5	15
Sitio utilizado ocasionalmente como destino turístico en campañas nacionales.		3		
Sitio actualmente utilizado como destino turístico en campañas locales.		2		
Sitio utilizado ocasionalmente como destino turístico en campañas locales.		1		
<b>I. Singularidad</b>				
El sitio muestra características únicas y poco comunes teniendo en cuenta esto y los países vecinos		4	5	10
El sitio muestra características únicas y poco comunes en el país.		3		
El sitio muestra características comunes en esta región, pero son poco frecuentes en otras regiones del país.		2		
El sitio muestra características bastante comunes en todo el país.		1		

Uso potencial educativo y turístico (UEP Y PTU)		Valor	Peso	
UEP	PTU		UEP	PTU
<b>J. Condiciones de Observación</b>				
Todos los elementos geológicos se observan en buenas condiciones.		4	10	5
Existen algunos obstáculos que dificultan la observación de algunos elementos geológicos.		3		
Existen algunos obstáculos que dificultan la observación de los principales elementos geológicos.		2		
Existen algunos obstáculos que casi obstruyen la observación de los principales elementos geológicos.		1		
<b>K. Potencial Didáctico</b>		<b>K. Potencial Interpretativo</b>		
El sitio presenta elementos geológicos que se enseñan en todos los niveles de enseñanza.		4	20	10
El sitio presenta elementos geológicos que se enseñan en las escuelas primarias.		3		
El sitio presenta elementos geológicos que se imparten en escuelas secundarias.		2		
El sitio presenta elementos geológicos que se imparten en la universidad.		1		
<b>L. Diversidad Geológica</b>		<b>L. Nivel Económico</b>		
Más de 3 tipos de elementos de geodiversidad ocurren en el sitio (mineralógico, paleontológico, geomorfológico, etc.).		4	10	5
Hay 3 tipos de elementos de geodiversidad en el sitio.		3		
Hay 2 tipos de elementos de geodiversidad en el sitio.		2		
Solo hay 1 tipo de elemento de geodiversidad en el sitio.		1		
		<b>M. Proximidad de áreas recreacionales</b>		
		4	-	5
		3		
		2		
		1		
<b>Total</b>			<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla A.86. Indicadores y subindicadores del criterio riesgo de degradación**

Riesgo de Degradación (DR)	Valor	Peso
<b>A. Deterioro de elementos geológicos</b>		
Posibilidad de deterioro de todos los elementos geológicos.	4	35
Posibilidad de deterioro de los principales elementos geológicos.	3	
Posibilidad de deterioro de elementos geológicos secundarios.	2	
Menor posibilidad de deterioro de elementos geológicos secundarios.	1	
<b>B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación</b>		
Sitio ubicado a menos de 50 m de un área / actividad potencialmente degradante.	4	20
Sitio ubicado a menos de 200 m de un área / actividad potencialmente degradante.	3	
Sitio ubicado a menos de 500 m de un área / actividad potencialmente degradante.	2	
Sitio ubicado a menos de 1 km de un área / actividad potencialmente degradante.	1	
<b>C. Protección Legal</b>		
Sitio ubicado en un área sin protección legal y sin control de acceso.	4	20
Sitio ubicado en un área sin protección legal, pero con control de acceso.	3	
Sitio ubicado en un área con protección legal, pero sin control de acceso.	2	
Sitio ubicado en un área con protección legal y control de acceso.	1	
<b>D. Accesibilidad</b>		
Sitio ubicado a menos de 100 m de una carretera pavimentada y con estacionamiento para autobuses.	4	15
Sitio ubicado a menos de 500 m de un camino pavimentado.	3	
Sitio accesible en autobús por un camino de grava.	2	
Sitio sin acceso directo por carretera, pero ubicado a menos de 1 km de una carretera accesible en autobús.	1	
<b>E. Densidad Poblacional</b>		
Sitio ubicado en un municipio con más de 1000 habitantes / km <sup>2</sup> .	4	10
Sitio ubicado en un municipio con 250–1000 habitantes / km <sup>2</sup> .	3	
Sitio ubicado en un municipio con 100–250 habitantes / km <sup>2</sup> .	2	
Sitio ubicado en un municipio con menos de 100 habitantes / km <sup>2</sup> .	1	
<b>Total</b>		<b>100</b>

## ANEXO G: Evaluación de los potenciales geositios

Tabla A.87. Valoración del acuífero costero de Manglaralto

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		4	120	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		2	20	
<b>Total</b>			<b>310</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		3	15	15
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		4	20	20
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	4 1	40	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>265</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	

**Tabla A.88. Valoración de las cascadas**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		1	10	
<b>Total</b>			<b>240</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		2 3	20	30
B. Accesibilidad		0	0	0
C. Limitaciones de uso		2	10	10
D. Seguridad		0	0	0
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		4	20	20
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		1	5	10
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	4 1	40	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>245</b>	<b>205</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		0	0	
C. Protección legal		1	20	
D. Accesibilidad		0	0	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>110</b>	

**Tabla A.89. Valoración de las piscinas naturales**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		4	120	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		2	20	
<b>Total</b>			<b>285</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		1	10	10
C. Limitaciones de uso		2	10	10
D. Seguridad		0	0	0
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		4	20	20
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>260</b>	<b>235</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		0	0	
C. Protección legal		1	20	
D. Accesibilidad		0	0	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>110</b>	

**Tabla A.90. Valoración del sendero hacia las cascadas**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		2	20	
<b>Total</b>			<b>250</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		2	20	20
B. Accesibilidad		0	0	0
C. Limitaciones de uso		2	10	10
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		4	20	20
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>250</b>	<b>230</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		4	140	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		0	0	
C. Protección legal		1	20	
D. Accesibilidad		0	0	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>180</b>	

**Tabla A.91. Valoración de los diques/tapes**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		1	5	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>240</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		1	10	10
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		0	0	0
I. Singularidad		1	5	10
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	2 1	20	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>255</b>	<b>205</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		1	20	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>235</b>	

**Tabla A.92. Valoración de la playa de San Antonio**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>205</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		2	20	20
B. Accesibilidad		1	10	10
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		4	20	60
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>280</b>	<b>265</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		1	15	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>265</b>	

**Tabla A.93. Valoración del mirador de Manglaralto**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		2	30	
E. Diversidad geológica		0	0	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>180</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		2	20	20
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	1 1	10	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>265</b>	<b>265</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		0	0	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>225</b>	

**Tabla A.94. Valoración del mirador de Montañaíta**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		0	0	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>210</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		2	20	20
B. Accesibilidad		4	40	40
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		3	30	30
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	1 1	10	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>295</b>	<b>290</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		0	0	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		2	40	
D. Accesibilidad		4	60	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>200</b>	

**Tabla A.95. Valoración del acuífero de Cadeate**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		1	30	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		1	15	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>200</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		2	20	20
B. Accesibilidad		2	20	20
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		1	5	15
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	4 1	40	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	3		15
<b>Total</b>			<b>275</b>	<b>210</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		0	0	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		2	30	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>210</b>	

**Tabla A.96. Valoración del acuífero de Libertador Bolívar**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		1	30	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		2	30	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		2	30	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>170</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		1	5	15
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	4 1	40	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>295</b>	<b>235</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		0	0	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>225</b>	

**Tabla A.97. Valoración de la playa de Libertador Bolívar**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>205</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		4	40	40
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		3	30	30
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>325</b>	<b>290</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	

**Tabla A.98. Valoración de la playa de Cadeate**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		1	30	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>175</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>270</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	

**Tabla A.99. Valoración de la playa de Manglaralto**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>205</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		3 1	30	10
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>250</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	

**Tabla A.100. Valoración de la playa de Montañaíta**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		2	60	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		4	20	
D. Integridad		2	30	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		1	15	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>215</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		3	30	30
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		3	30	15
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>305</b>	<b>275</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	

**Tabla A.101. Valoración de la reserva ecológica en Dos Mangas**

Indicadores/Subindicadores		Valores	Puntaje	
Valor científico (VC)				
A. Representatividad		4	120	
B. Localidad clave		2	40	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		4	20	
F. Rareza		4	60	
G. Limitaciones de uso		1	10	
<b>Total</b>			<b>310</b>	
Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)		Valores	Puntaje	
PUE	PUT		PUE	PUT
A. Vulnerabilidad		3	30	30
B. Accesibilidad		0	0	0
C. Limitaciones de uso		2	10	10
D. Seguridad		1	10	10
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		4	20	20
H. Paisaje		1	5	15
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		4	40	20
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 4	80	40
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	4 1	40	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>260</b>	<b>205</b>
Riesgo de degradación (RD)		Valores	Puntaje	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		1	20	
D. Accesibilidad		0	0	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>190</b>	

**Tabla A.102. Valoración del cabo en Montañita**

<b>Indicadores/Subindicadores</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>Valor científico (VC)</b>				
A. Representatividad		4	120	
B. Localidad clave		1	20	
C. Conocimiento científico		0	0	
D. Integridad		4	60	
E. Diversidad geológica		2	10	
F. Rareza		4	60	
G. Limitaciones de uso		4	40	
<b>Total</b>			<b>310</b>	
<b>Potencial de uso educativo (PUE) y potencial de uso turístico (PUT)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
<b>PUE</b>	<b>PUT</b>		<b>PUE</b>	<b>PUT</b>
A. Vulnerabilidad		4 3	40	30
B. Accesibilidad		3	30	30
C. Limitaciones de uso		4	20	20
D. Seguridad		2	20	20
E. Logística		1	5	5
F. Densidad poblacional		2	10	10
G. Asociación con otros valores		3	15	15
H. Paisaje		3	15	45
I. Singularidad		2	10	20
J. Condiciones de observación		0	0	0
K. Potencial didáctico	K. Potencial interpretativo	4 3	80	30
L. Diversidad geológica	L. Nivel económico	3 1	30	5
	M. Proximidad de áreas recreativas	4		20
<b>Total</b>			<b>275</b>	<b>250</b>
<b>Riesgo de degradación (RD)</b>		<b>Valores</b>	<b>Puntaje</b>	
A. Deterioro de elementos geológicos		2	70	
B. Proximidad a áreas/actividades con potencial de causar degradación		4	80	
C. Protección legal		4	80	
D. Accesibilidad		3	45	
E. Densidad poblacional		2	20	
<b>Total</b>			<b>295</b>	