



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE PETRÓLEOS**

**TEMA:**

“APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR (ES):**

**ORLY JASEN CHILES REBUTTI**

**SILVANA PAULINA PICO MIRANDA**

**TUTOR:**

**ING. ADRIANA GABRIELA MORALES DELGADO, MSc.**

**LA LIBERTAD, ECUADOR**

**2024**

**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

**CARRERA DE PETRÓLEOS**

**TEMA:**

**APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA  
CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS  
NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA,  
ECUADOR.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

**AUTOR (ES):**

**ORLY JASEN CHILES REBUTTI**

**SILVANA PAULINA PICO MIRANDA**

**TUTOR:**

**ING. ADRIANA GABRIELA MORALES DELGADO, MSc.**

**LA LIBERTAD – ECUADOR**

**2024**

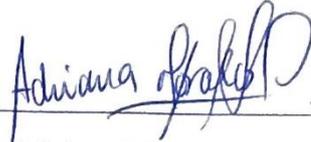
# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



---

**Ing. Marllelis Gutiérrez Hinestroza. PhD.**

DIRECTOR DE CARRERA



---

**Ing. Adriana Morales Delgado, MSc**

DOCENTE TUTOR



---

**Ing. Carlos Malavé Carrera, Mgs.**

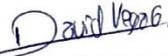
DOCENTE ESPECIALISTA



---

**Ing. Carlos Malavé Carrera, Mgs.**

DOCENTE GUIA DE LA UIC



---

**Ing. David Vega González**

SECRETARIO DEL TRIBUNAL

## DEDICATORIA

*Hoy quiero dedicar este logro a ustedes, mis pilares y sostén a lo largo de esta ardua travesía académica. Cada uno de ustedes ha sido mi fuente constante de apoyo, aliento y amor incondicional, y sin su presencia en mi vida, este logro no sería posible.*

*A Dios por que nunca soltó mi mano y me ayudo a salir de cada adversidad.*

*A mis padres: Dr. Rodolfo Pico y Gladys Miranda, gracias por su sacrificio y dedicación incansable. Desde el primer día, han sido mi ejemplo de perseverancia y determinación. Cada palabra de aliento y cada abrazo han sido la fuerza que necesitaba para seguir adelante en los momentos más desafiantes. Sin su amor y guía, no estaría aquí hoy.*

*A mi hermana Dra. Rosa Pico Miranda, gracias por ser mi compañera de aventuras y mi mejor amiga. Su apoyo constante ha sido mi refugio en los momentos de estrés y agotamiento. Siempre han creído en mí y me han dado la confianza para perseguir mis sueños.*

*Con mucho cariño y gratitud.*

*Paulina Pico M.*

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por su gran fidelidad e ilimitado amor. A mis Padres: Patricia Rebutti y Orly Chiles, incluso a Christian Salazar (QEPD) quienes me han guiado y apoyado enorme e incondicionalmente en toda mi vida. A Patricia González quién me ha instruido brindándome valores y consejos para enfrentar adversidades en mi vida profesional y personal. A mis hermanos, hermanas, a toda mi extensa familia y amigos que aprecio demasiado. También a cada uno de los docentes que han compartido su amistad y conocimiento conmigo.

Y a ti lector, por tu interés en el contenido de este trabajo elaborado con mucho cariño. ¡Muchísimas gracias a todos y que Dios les bendiga!

CHILES REBUTTI ORLY

# CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR., elaborado por los estudiantes Orly Jasen Chiles Rebutti y Silvana Paulina Pico Miranda, egresados de la carrera de Ingeniería de Petróleos, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 7 % de la valoración permitida.

 INFORME DE ANÁLISIS  
magister

## TESIS COMPLETA CHILES - PICO

**7%** Textos sospechosos

**6%** Similitudes  
< 1% similitudes entre comillas  
< 1% entre las fuentes mencionadas

**1%** Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: TESIS COMPLETA CHILES - PICO.docx	Depositante: ADRIANA GABRIELA MORALES DELGADO	Número de palabras: 13.006
ID del documento: 2330ad647c68340b9a1da1f2a3087ddacd87de10	Fecha de depósito: 23/6/2024	Número de caracteres: 88.564
Tamaño del documento original: 60,85 MB	Tipo de carga: interface	
	fecha de fin de análisis: 23/6/2024	



Firmado electrónicamente por:  
**ADRIANA GABRIELA  
MORALES DELGADO**

Ing. Adriana Gabriela Morales Delgado, MSc.

C.I.: 0924264039

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Orly Jasen Chiles Rebutti y Silvana Paulina Pico Miranda, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado “APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Petróleos, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de nuestra autoría.

Por medio de la presente declaración cedemos los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,



---

Orly Jasen Chiles Rebutti  
**Autor de Tesis**  
C.I. 0924493380



---

Silvana Paulina Pico Miranda  
**Autor de Tesis**  
C.I. 1804420105

# CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Adriana Gabriela Morales Delgado, MSc.

## TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo “APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”, previo a la obtención del Título de Ingeniero de Petróleos elaborado por los Sr(es). Orly Jasen Chiles Rebutti y Silvana Paulina Pico Miranda, egresados de la carrera de Petróleos, Facultad Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la apruebo en todas sus partes.



firmado electrónicamente por:  
ADRIANA GABRIELA  
MORALES DELGADO

---

Ing. Adriana Gabriela Morales Delgado, MSc.

**TUTOR**

# CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

*Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgr.*  
*Celular: 0962183538*  
*Correo: [bettyruthgomez@educacion.gob.ec](mailto:bettyruthgomez@educacion.gob.ec)*

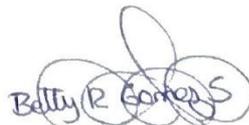
## CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, **BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ**, en mi calidad de **LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS**, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero en Petróleo, denominado **"APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR."**, de los estudiantes: **CHILES REBUTTI ORLY JASEN y PICO MIRANDA SILVANA PAULINA**.

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 09 de Julio del 2024



Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgr.  
CI. 0915036529

LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS  
N° DE REGISTRO DE SENEYIT 1050-2014-86052892

## **AGRADECIMIENTOS**

Principalmente queremos agradecer a Dios por habernos apoyado a lo largo de nuestra carrera universitaria, incluso desde mucho antes. También agradecemos a nuestras familias por habernos apoyado tanto emocional, como económicamente para poder realizar un excelente trabajo de investigación.

Quisiéramos expresar nuestro más profundo agradecimiento por el apoyo invaluable recibido durante la realización de esta tesis. Nos complace hacer extensiva nuestra gratitud a todas aquellas personas que, con su sabiduría y generosidad, contribuyeron de manera significativa al desarrollo de este trabajo académico.

Deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a nuestra directora de tesis Ing Adriana Morales, MSc., cuya guía experta y orientación constante fueron fundamentales para el éxito de esta investigación. Sus conocimientos profundos y su dedicación incansable fueron una fuente de inspiración y motivación constante.

Asimismo, queremos agradecer a nuestra directora de carrera Ing Marllelis Gutiérrez, PhD., por su constante apoyo, y a nuestros docentes, cuyas enseñanzas y conocimientos enriquecieron nuestra formación académica. Su pasión por la investigación y el aprendizaje nos impulsaron a seguir adelante y a superar los desafíos que se presentaron en el camino.

No podemos dejar de mencionar a nuestros amigos y seres queridos, cuyo apoyo incondicional y palabras de aliento fueron pilares fundamentales durante todo el proceso. Su presencia constante y su ánimo positivo fueron un recordatorio constante de que no estábamos solos en esta travesía académica.

Por último, queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las fuentes de información y bibliografía consultadas, cuyos conocimientos y perspectivas enriquecieron y respaldaron nuestra investigación. El acceso a estas fuentes fue fundamental para el desarrollo de este trabajo y estamos profundamente agradecidos por su existencia.

En resumen, nuestra gratitud es infinita hacia todas las personas que contribuyeron de alguna manera a esta tesis. Sin su apoyo y guía, este logro no habría sido posible. A todos ustedes, nuestro más sincero agradecimiento por su generosidad, sabiduría y apoyo incondicional. ¡Muchas Bendiciones!

# CONTENIDO

	<b>pag.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO</b> .....	v
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA</b> .....	vi
<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR</b> .....	vii
<b>CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA</b> .....	viii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	ix
<b>CONTENIDO</b> .....	x
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xv
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	xix
<b>RESUMEN</b> .....	xx
<b>ABSTRACT</b> .....	xxi
<b>CAPITULO 1</b> .....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	3

1.3	HIPÓTESIS .....	5
1.4	OBJETIVOS .....	5
1.4.1	Objetivo General.....	5
1.4.2	Objetivos Específicos .....	6
1.5	ALCANCE.....	6
1.6	VARIABLES .....	7
1.6.1	Variables Dependientes .....	7
1.6.2	Variables Independientes.....	7
CAPITULO 2.....		8
2.	MARCO TEÓRICO .....	8
2.1	HIDROCARBUROS .....	8
2.1.1	Composición de los hidrocarburos .....	8
2.2	SISTEMA PETROLERO .....	9
2.2.1	Elementos de un Sistema Petrolero .....	10
2.2.2	Procesos de un sistema petrolero.....	11
2.3	MARCO GEOLÓGICO .....	12
2.4	AFLORAMIENTOS NATURALES.....	15
2.4.1	Definición .....	15

2.4.2	Características.....	16
2.4.3	Causas .....	16
2.4.4	Efectos .....	17
2.5	IMPACTO AMBIENTAL.....	18
2.5.1	Componentes Ambientales .....	18
2.6	SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.....	21
2.6.1	Definición .....	22
2.6.2	Componentes de un SIG .....	22
2.6.3	Estructura de un SIG.....	23
2.7	SISTEMAS DE COORDENADAS.....	24
2.8	PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS.....	25
2.9	GPS .....	25
2.10	PROYECCIÓN CILÍNDRICA UTM .....	26
2.10.1	Sistema de referencia geodésico: World Geodetic System 1984 (WGS84)	26
2.11	DATUM .....	27
2.12	GEORREFERENCIACIÓN.....	27
2.13	SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO EN ECUADOR ...	28

2.14	CATASTRO.....	29
2.14.1	Definición .....	29
2.14.2	Catastro Digital.....	29
2.14.3	SIG aplicado al catastro .....	29
2.14.4	Aplicación de los SIG en el Catastro de Afloramientos .....	30
2.14.5	Beneficios del Catastro de Afloramientos mediante SIG .....	30
CAPITULO 3.....		31
3.	METODOLOGÍA.....	31
3.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	31
3.2	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	31
3.3	MÉTODOS .....	32
3.3.1	Fase 1: Recopilación de información .....	32
3.3.2	Fase 2: Procesamiento de información .....	35
CAPITULO 4.....		38
4.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	38
4.1	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO .....	38
4.1.1	Santa Elena .....	38
4.1.2	La Libertad.....	41

4.1.3	Salinas.....	47
4.2	VERIFICACIÓN DE DATOS.....	68
4.3	INGRESO DE DATOS .....	68
4.4	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	71
4.4.1	Marco de Datos.....	71
4.4.2	Adición de un mapa base.....	72
4.4.3	Shapefile .....	73
4.5	CATASTRO GENERAL DE LOS AFLORAMIENTOS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.....	75
4.5.1	Diseño del Catastro.....	75
	CAPITULO 5.....	80
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	80
5.1	CONCLUSIONES .....	80
5.2	RECOMENDACIONES.....	81
	BIBLIOGRAFÍA .....	83

# LISTA DE FIGURAS

	<b>pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Esquema de un sistema petrolero. Modificado de: (Asociación de Geólogos, 2013). .....	10
<b>Figura 2</b> Columna estratigráfica Progreso/Santa Elena integradas. ....	13
<b>Figura 3</b> Componentes de un SIG, Modificado de: (Peña, 2008).....	22
<b>Figura 4.</b> Arquitectura de un SIG, Modificado de: (Ayala, 2014).....	23
<b>Figura 5.</b> Tipos de datos en un SIG, Modificado de: (Ayala, 2014). ....	24
<b>Figura 6.</b> Sistemas de coordenadas más comunes. ....	25
<b>Figura 7.</b> Composición de un Sistema de coordenadas. Modificado de: (MasterGIS, 2018).....	27
<b>Figura 8.</b> Mapa del mundo con cuadrícula UTM. ....	28
<b>Figura 9</b> Imágenes capturadas de afloramiento en Sector Grelia Reyes. ....	39
<b>Figura 10</b> Imágenes capturadas de afloramiento en el Camal Municipal La Libertad.....	41
<b>Figura 11</b> Imágenes capturadas de afloramiento en el Megaterio. ....	42
<b>Figura 12</b> Imágenes capturadas del afloramiento en la playa "La Carioca".....	45

<b>Figura 13</b> Imágenes capturadas del afloramiento en el Malecón, Escollera N°1. .....	46
<b>Figura 14</b> Imágenes capturadas del afloramiento en el Malecón, Escollera N°5. .....	47
<b>Figura 15</b> Imágenes capturadas del afloramiento N°1 en la playa "Puerto Lucía". .....	48
<b>Figura 16</b> Imágenes capturadas del afloramiento No° 2 en la playa "Puerto Lucía". .....	50
<b>Figura 17</b> Imágenes capturadas del afloramiento No. 3 en la playa "Puerto Lucía". .....	51
<b>Figura 18</b> Imágenes capturadas del afloramiento en Canal Costa de Oro.....	53
<b>Figura 19.</b> Zona de afectación por hidrocarburos en Canal Valparaíso (Desde el inicio del afloramiento N°4 hasta la desembocadura en la playa “Punta Carnero”). .....	55
<b>Figura 20</b> Imágenes del afloramiento N° 1 en el canal Valparaíso. ....	56
<b>Figura 21</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 2 en el canal Valparaíso. 57	
<b>Figura 22</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 3 en el canal Valparaíso. 58	
<b>Figura 23</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 4 en el canal Valparaíso. 59	
<b>Figura 24</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 1 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula. ....	61

<b>Figura 25</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 2 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	61
<b>Figura 26</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 3 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	62
<b>Figura 27</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 4 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	63
<b>Figura 28</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 5 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	63
<b>Figura 29</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 6 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	64
<b>Figura 30</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 7 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	64
<b>Figura 31</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 8 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	65
<b>Figura 32</b> Imágenes capturadas del afloramiento N° 9 en el Sector San Raymundo	
- Campus Santa Paula.....	65
<b>Figura 33</b> Imágenes capturadas del afloramiento N°1 en el lago del Campo Petrópolis.....	67
<b>Figura 34</b> Imágenes capturadas del afloramiento N°2 del Campo Petrópolis...	67
<b>Figura 35</b> Base de datos verificada (En Microsoft Excel).....	70

<b>Figura 36.</b> Marco de Datos "Propiedades" .....	71
<b>Figura 37.</b> Marco de Datos "Propiedades"- Sistema de coordenadas.....	72
<b>Figura 38.</b> Mapa base.....	72
<b>Figura 39.</b> Shapefile "Afloramientos" .....	73
<b>Figura 40.</b> Punto de afloramiento en Shapefile "AFLORAMIENTOS" .....	74
<b>Figura 41.</b> Shapefile tipo "Polígono" de las parroquias de la provincia de Santa Elena.....	75
<b>Figura 42</b> Catastro general de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena. ....	78
<b>Figura 43</b> Tabla de atributos de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena. ....	79

# LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
<b>Tabla 1</b> Composición de las fracciones químicas contenidas en un crudo de petróleo.....	9
<b>Tabla 2</b> <i>Afloramientos - base de datos (MAATE, 2023)</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Estructura de Base de datos General</i> .....	36

“APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICOS  
PARA LA CREACIÓN DEL CATASTRO GENERAL DE  
AFLORAMIENTOS NATURALES DE PETRÓLEO EN LA  
PROVINCIA DE SANTA ELENA, ECUADOR.”

**Autor (es):** Chiles Rebutti Orly Jasen

Pico Miranda Silvana Paulina

**Tutor:** Ing. Morales Delgado Adriana Gabriela, MSc.

## **RESUMEN**

En este trabajo se ejecutó un proceso de recopilación, validación y procesamiento de datos; tras haber culminado el mismo se procedió a emplear un Sistema de Información Geográfica (SIG), la cual consolidó una información alfanumérica y geográfica levantada en campo.

Al final, después de todo el trabajo se logró conseguir el objetivo principal: el archivo digital catastral terminado integrado por 57 afloramientos en la provincia con sus respectivas coordenadas, facilitando la toma de decisiones para las autoridades a cargo.

**PALABRAS CLAVE:** catastro, afloramientos, SIG.

“APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS  
FOR THE CREATION OF THE GENERAL CADASTRE OF NATURAL  
OIL SEEPAGES IN THE PROVINCE OF SANTA ELENA, ECUADOR”

**Author(s):** Chiles Rebutti Orly Jasen

Pico Miranda Silvana Paulina

**Tutor:** Ing. Morales Delgado Adriana Gabriela, MSc.

## **ABSTRACT**

In this work, a process of data collection, validation, and processing was carried out; after it was completed, a Geographic Information System (GIS) was used, which consolidated alphanumeric and geographic information collected in the field. In the end, after all the work, the main objective was achieved: the finished digital cadastral file integrated with 57 outcrops in the province with their respective coordinates, facilitating decision-making for the authorities in charge.

**KEYWORDS:** cadastral, outcrops, GIS.

# **CAPITULO 1**

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Los afloramientos naturales de petróleo son manifestaciones geológicas donde el crudo asciende a la superficie terrestre desde formaciones subterráneas, debido a factores como fallas, fracturas o pliegues en las rocas. Estos afloramientos pueden tener impactos ambientales significativos, incluyendo la contaminación del suelo, agua, flora, fauna, riesgos de incendios, explosiones, emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero, impactos visuales y daños a infraestructuras. La magnitud y persistencia de estos impactos varía según la ubicación y tasa de flujo del afloramiento. Por lo tanto, es crucial implementar medidas de contención, recuperación, remediación ambiental y desarrollar tecnologías para mitigar estos efectos adversos en el medio ambiente (MAATE, 2010).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son esenciales en la planificación debido a su capacidad para integrar y analizar datos espaciales y no espaciales, lo que mejora la toma de decisiones y la planificación estratégica. Facilitan la visualización avanzada y comprensible de los datos, permitiendo la identificación de patrones y tendencias cruciales para la planificación urbana, ambiental y de recursos. Además, los SIG son fundamentales para organizar, analizar y visualizar información que apoya la toma de decisiones de planificación, convirtiéndose en una herramienta accesible y

fortalecida con la experiencia y familiaridad con la tecnología (Molina, Lopez, & Villegas, 2006).

Los afloramientos naturales de petróleo en la provincia de Santa Elena, Ecuador, interactúan con las condiciones ambientales y socioeconómicas de la región. Dependiendo de su ubicación, magnitud y las acciones implementadas, estos fenómenos pueden influir en elementos como los suelos agrícolas, fuentes de agua, áreas naturales protegidas, actividades turísticas, salud pública y pesca. Por lo tanto, un enfoque integral basado en un catastro preciso mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográficos (SIG), permite identificar con precisión la zona geográfica facilitando la toma de decisiones estratégicas para la remediación ambiental, medidas de gestión adecuadas propuestas por parte de las entidades de control; y por último, abordar de manera efectiva la presencia de estos afloramientos, disminuyendo los riesgos, y mitigando los impactos con el entorno y las actividades locales (Ministerio de Energía y Minas, 2023).

Este proyecto implica la recopilación, análisis y ubicación georreferenciada de los afloramientos naturales de petróleo identificados históricamente en la provincia de Santa Elena. La obtención de los puntos coordenados se realizará mediante el uso de bases de datos facilitadas por instituciones cooperantes y verificación en sitio, con la finalidad de generar un mapa georreferenciado que recopile y facilite la visualización de los datos, facilitando la comprensión de los eventos y la planificación de las acciones de respuesta.

La ubicación georreferenciada de los afloramientos identificados en un mapa general permite también, la recopilación del histórico de eventos registrados por las instituciones encargadas de atender los eventos; como: el Ministerio de Ambiente, Agua

y Transición Ecológica (MAATE), Agencia de Regulación y Control HIDROCARBURÍFERO (ARCH), EP PETROECUADOR y la empresa petrolera privada PacifPetro S.A.

Adicionalmente, con la herramienta descrita se apertura nuevas posibilidades para la planificación y el desarrollo regional.

La implementación de SIG en la creación del catastro general tiene múltiples beneficios:

- **Prevención de Riesgos:** Ayuda a identificar áreas de riesgo para implementar medidas preventivas contra derrames y otros desastres ambientales.
- **Transparencia y Participación:** Fomenta la transparencia en la gestión de recursos y la participación ciudadana en los procesos de toma de decisiones.

## **1.2 ANTECEDENTES**

**“Aplicación de los SIG en el análisis de riesgos de desastres generados por amenazas naturales y antrópicas: una revisión bibliográfica”.**

En este proyecto se aplicaron diversas metodologías SIG, para evaluar amenazas y diseñar mapas de riesgo, además se usaron estas metodologías para generar representaciones cartográficas y ayudar en la toma de decisiones para la prevención y mitigación de desastres.

Los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se han convertido en una de las herramientas más útiles en el análisis de riesgo de desastres, debido a que han permitido

realizar estudios de conocimiento y prevención del riesgo para poder determinar posibles consecuencias y áreas de afectación probable ante la ocurrencia de eventos amenazantes (Luna, 2023).

**“Mitigar el nivel de contaminación generada por los pozos de petróleo, mediante un plan de acción, en el sector Valparaíso del Cantón Salinas, de la provincia de Santa Elena.”**

La Universidad Península de Santa Elena (UPSE), bajo la coordinación de los docentes Rodríguez, R., Morato, A., Escandón P.C. y de los estudiantes de 8° y 9° semestre de la carrera de Ingeniería en Petróleos, realizaron un levantamiento de información es un punto de partida para el conocimiento de los problemas ambientales causados por afloramientos de hidrocarburos. Este es un proyecto no publicado correspondiente al programa de vinculación con la colectividad 2017- 2018 de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (Yagual, 2020).

**“Visualización de datos de operaciones de pozos a través de software de mapeo SIG.”**

El mencionado artículo menciona sobre cómo la empresa Petroleum Development Oman (PDO) utilizó el software de mapeo SIG (Sistema de Información Geográfica) para visualizar datos operativos de pozos. Esta herramienta permitió visualizar conjuntos de datos complejos de manera simplificada, transformando datos en conocimientos útiles para la toma de decisiones empresariales. Utilizaron técnicas de análisis de proximidad y densidad para entender la relación entre puntos y sus vecinos, y para mostrar dónde se concentran características específicas como la construcción de pozos (AUFÍ & ETHAL., 2022).

### **1.3 HIPÓTESIS**

Dada la importancia económica y ambiental de la industria petrolera en la provincia de Santa Elena, la implementación de sistemas de información geográfica podría abordar los desafíos asociados con el monitoreo y la gestión de los afloramientos de petróleo. Esto, a su vez, podría mejorar la planificación territorial y la toma de decisiones en la región, beneficiando tanto a la industria como al medio ambiente. En base a esto se plantea la siguiente hipótesis:

“Los sistemas de Información geográficos permiten crear mapas que recopilen información de geolocalización para registrar y visualizar los afloramientos de petróleo, generando beneficios significativos para el control y manejo de datos con ubicación precisa, dentro de la provincia de Santa Elena, facilitando la toma de decisiones y planificación territorial efectiva”.

Se espera que la implementación de sistemas de información geográfica en la provincia de Santa Elena mejore la precisión en la identificación y monitoreo de afloramientos de petróleo. Esto podría resultar en una mejor gestión ambiental, una planificación territorial más efectiva y una toma de decisiones más informada para las autoridades locales y los actores involucrados en la industria petrolera

### **1.4 OBJETIVOS**

#### *1.4.1 Objetivo General*

Desarrollar un catastro general de afloramientos naturales de petróleo en la provincia de Santa Elena, Ecuador; utilizando Sistemas de Información Geográficos

(SIG), para recopilar, analizar y visualizar datos de geolocalización, permitiendo mejorar la gestión, control y toma de decisiones sobre estos recursos.

#### *1.4.2 Objetivos Específicos*

- Recopilar información de las coordenadas de los afloramientos naturales de petróleo en base a los datos de cada institución cooperante.
- Realizar control de calidad sobre las coordenadas e información recabada.
- Establecer una base de datos georreferenciada empleando SIG que integre información actualizada y detallada sobre los afloramientos en la provincia de Santa Elena, para garantizar su precisión.
- Mapear la base de datos de los afloramientos naturales de petróleo obtenida usando SIG.
- Analizar las demandas y posibilidades al emplear los Sistemas de Información Geográfica en la evaluación de riesgos asociados con la manifestación superficial de hidrocarburos.

### **1.5 ALCANCE**

El presente trabajo implica la recolección, confirmación y generación de un mapa interactivo usando SIG, que será compartido con las instituciones cooperantes. Con esta herramienta ayudara al fortalecimiento de la transparencia y la participación ciudadana mejorando la comunicación entre las partes interesadas y fomentando la educación ambiental en cuanto a gestión de riesgos ambientales en la provincia de Santa Elena

## **1.6 VARIABLES**

### *1.6.1 Variables Dependientes*

Afloramientos naturales de petróleo

### *1.6.2 Variables Independientes*

- Georreferenciar la ubicación de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena.
- Precisión y Eficiencia en el proceso de creación del catastro utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG).

## **CAPITULO 2**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 HIDROCARBUROS**

La palabra "petróleo" proviene del término latino *Petroleum*, que está formado por "petro" (roca) y "óleum" (aceite). El petróleo no es un elemento o compuesto uniforme, sino una mezcla compleja de muchos compuestos químicos llamados hidrocarburos. En su forma natural, puede tener varias apariencias, desde un líquido claro y ligero hasta un material asfáltico pesado, casi sólido, que puede variar en tonalidades desde el blanco hasta el negro (Alvaro, 2003).

##### *2.1.1 Composición de los hidrocarburos*

El petróleo consiste en una combinación de hidrocarburos y otros componentes que contienen cantidades notables de nitrógeno (N), azufre (S) y oxígeno (O), además de compuestos orgánicos de metales pesados y biomarcadores, como vanadio (Va) y níquel (Ni), aunque en proporciones más reducidas. En su mayoría, los crudos están compuestos por naftenos y parafinas (Lorenzo & Morato, 2019).

Se distingue por ser un líquido viscoso de color negro, con una composición química compleja que abarca diversos grupos de hidrocarburos. Los cuales se pueden dividir en cuatro categorías de compuestos:

**Tabla 1** Composición de las fracciones químicas contenidas en un crudo de petróleo.

<i>Fracción</i>	<i>Composición</i>
<i>Saturados</i>	n-alcanos, alcanos de cadena ramificados e isoprenoides, y cicloparafinas o cicloalcanos, hópanos.
<i>Aromáticos</i>	Hidrocarburos monoaromáticos, diaromáticos, aromáticos policíclicos
<i>Resinas</i>	Agregados de piridinas, quinolinas, carbazoles, tiofenos, sulfóxidos y amidas.
<i>Asfaltenos</i>	Ácidos nafténicos, sulfuros, ácidos grasos, metaloporfirinas, fenoles polihidratados.

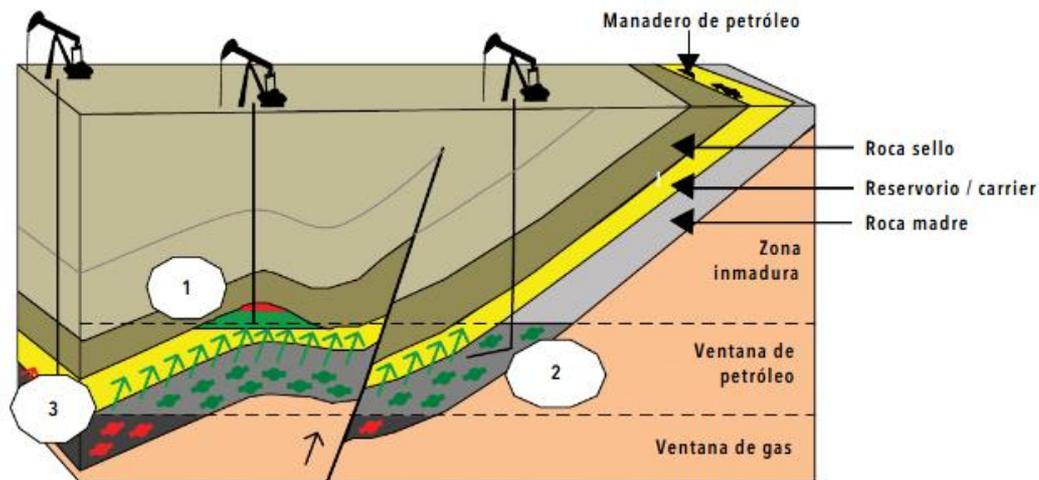
**Fuente:** (C. Loor, 2021)

## 2.2 SISTEMA PETROLERO

Según la investigación realizada por (Guzmán, 2001) lo define como: “Los elementos clave que definen la existencia de un sistema petrolero son las rocas generadoras, almacenadora, sello, trampa, la migración y el sepultamiento necesario para la generación térmica de los hidrocarburos. Elementos que deben compartir las apropiadas relaciones espacio-temporales (sincronía) para permitir que los hidrocarburos se acumulen y se preserven”.

Un sistema petrolero se caracteriza como un conjunto geológico que abarca las rocas que producen hidrocarburos interconectadas e incorpora todos los componentes y fenómenos geológicos necesarios para la formación de una reserva de hidrocarburos. Esta

definición incluye los elementos y procesos interrelacionados que conducen a la producción, desplazamiento y acumulación de los hidrocarburos (Salas, 2015).



**Figura 1.** Esquema de un sistema petrolero. Modificado de: (Asociación de Geólogos, 2013).

### 2.2.1 Elementos de un Sistema Petrolero

A continuación, los elementos del Sistema Petrolero:

#### **Roca Madre**

Las rocas madres o generadoras son rocas que necesitan habilitar la preservación temporal y posterior conversión de la materia orgánica en hidrocarburos (Reyes, 2013).

#### **Roca Reservorio**

Las rocas reservorios o almacén son rocas que deben tener la capacidad de almacenar hidrocarburos, las mismas que debe tener las siguientes características: porosidad, permeabilidad, tener continuidad lateral y vertical (Reyes, 2013).

## **Roca Sello**

Contextualmente lo menciona (Lorenzo & Morato, 2019) “Son rocas impermeables o semipermeables que evitan que el petróleo siga desplazándose o se escape”.

## **Roca Sobrecarga**

La roca sobrecarga representa la pila sedimentaria que está sobre el yacimiento, y al pasar el tiempo da las condiciones necesarias de presión y temperatura para que el sistema petrolero se lleve a cabo (Lorenzo & Morato, 2019).

### *2.2.2 Procesos de un sistema petrolero*

Además (Lorenzo & Morato, 2019) mencionan que:

**Formación de la trampa:** Son todos los procesos tanto de origen tectónico como sedimentarios que generan a las estructuras geológicas que impiden el desplazamiento del petróleo.

**Generación:** La generación del petróleo es un proceso jerarquizado en el que a partir de la materia orgánica depositada junto con sedimento que dará lugar a la roca madre por efecto de la presión de soterramiento y de la temperatura se producen cambios químicos que transforman dicha materia orgánica en querógeno y luego en petróleo.

**Migración:** El proceso de migración hace referencia al movimiento del petróleo generado desde la roca madre hasta la zona de acumulación o almacenamiento. Este proceso consta de dos etapas: migración primaria y migración secundaria.

**Acumulación:** Proceso de almacenamiento de crudo en una trampa.

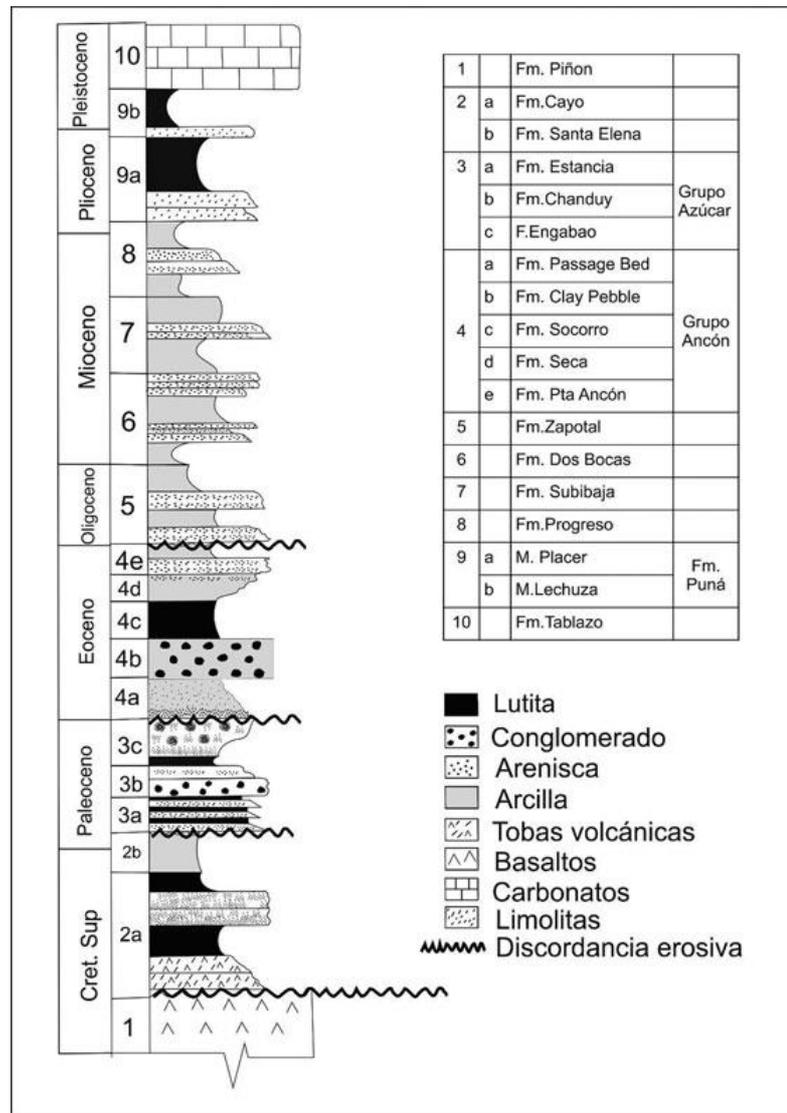
**Preservación:** Es el tiempo que determina la conservación del hidrocarburo dentro del sistema petrolero, esta se llevara a cabo hasta que ocurra algún fenómeno geológico que altere la composición del sistema.

### **2.3 MARCO GEOLÓGICO**

La configuración geológica en la región sudoccidental del Ecuador se encuentra determinada por la dinámica interacción entre los movimientos convergentes de las placas tectónicas denominadas Nazca y Sudamericana (Jaillard, 2009).

Varios autores, incluyendo (Benítez, 1995) han documentado la secuencia sedimentaria presente en la Península de Santa Elena y el Golfo de Guayaquil, estableciendo su categorización como unidades tectonoestratigráficas suprayacentes sobre un basamento oceánico de antigüedad cretácica, correspondiente a la denominada Formación Piñón.

A continuación, se muestra la columna estratigráfica de la provincia de Santa Elena:



**Figura 2** Columna estratigráfica Progreso/Santa Elena integradas.  
**Fuente:** (Benítez, 1995)

Las descripciones de las formaciones que se observan en la figura adjunta nos afirman que:

La Formación Piñón (Cretácico Superior – Senoniano Temprano/Tardío) es la más profunda y su litología se conforma por doleritas intrusivas ultramáficas y basaltos, además, su ambiente deposicional es el fondo oceánico.

La formación Cayo (Cretácico Superior – Senoniano Tardío) posee un espesor de aproximadamente 2000 m, su litología está conformada por Tobas, lutitas oscuras turbiditas con aporte piroclásticos y su ambiente deposicional es una secuencia grano creciente de turbiditas de alta a baja densidad con intercalaciones de lutitas pelágicas.

La Formación Santa Elena (Cretácico Superior) tiene un espesor de aproximadamente 500 m, en su litología se aprecian turbiditas cherts intrusivos doleríticos, arcillas pleágicas silisificadas y su ambiente deposicional es una sedimentación pelágica coetánea con vulcanismo activo, además de que se puede encontrar turbiditas de baja densidad.

El grupo de formaciones “Azúcar - Atlanta” (Paleoceno) posee un espesor de aprox. 1500 a 2000 m y está conformado por las formaciones Estancia, Chanduy y Engabao, las cuales poseen conglomerados, lutitas oscuras y areniscas turbidíticas gruesas, su ambiente deposicional consta de turbiditas de alta densidad con participación minoritaria de flujos de baja densidad, además de poseer un complejo de abanicos turbidíticos depositados en ambiente marino profundo.

En el grupo “Ancón” (Eoceno) podemos apreciar 5 formaciones las cuales son “Passage Beds”, “Clay Pebble”, “Socorro”, “Seca”, “Punta Ancón”.

La Formación Passage Beds cuenta con turbiditas finas en su litología, además de abanicos turbidíticos – relleno de cuencas de talud en su ambiente deposicional.

La Formación Clay Pebble consta de arcillas conglomeráticas diamictitas, su ambiente deposicional consta de depósitos de remoción en masa en ambiente de talud (“Slumps”)

La Formación Socorro posee un espesor de aprox. 460 m, cuenta con arcillas y turbiditas finas, y consta de facies de talud a plataforma externa en su ambiente deposicional.

La formación Seca consta de un espesor de aprox. 500 m, consta en su litología; margas, limolitas y lutitas, su ambiente deposicional es una plataforma intermedia a marino somero.

La formación Punta Ancón posee la misma litología y ambiente deposicional que la formación Zapotal (Eoceno Medio), por lo que consta de areniscas gruesas, y marino somero es su ambiente deposicional.

La Formación Tablazo (Pleistoceno) también consta de un ambiente deposicional marino somero, además de contar con areniscas calcáreas gruesas y calizas arenosas, con bancos de conchillas en su litología, su espesor es de aprox. 30 m (Benítez, 1995).

## **2.4 AFLORAMIENTOS NATURALES**

### *2.4.1 Definición*

Los afloramientos petroleros son manifestaciones naturales donde los hidrocarburos afloran a la superficie terrestre o marina desde las profundidades de la corteza, revelando la presencia de yacimientos de petróleo crudo en las proximidades de reservorios de gas natural.

En un yacimiento petrolífero, el crudo se encuentra confinado en una formación rocosa porosa y permeable que actúa como reservorio, permitiendo la circulación y

almacenamiento del hidrocarburo. Estas acumulaciones se encuentran selladas por capas de roca de baja permeabilidad, impidiendo la migración del petróleo hacia la superficie.

El estudio de los afloramientos petroleros reviste una importancia primordial, ya que permite dilucidar los aspectos geológicos y ambientales inherentes a esta valiosa fuente de energía no renovable, cuya explotación ha moldeado la historia económica y geopolítica de numerosas naciones (Pulido, 2019).

#### *2.4.2 Características*

Estos fenómenos naturales suelen manifestarse en forma de pequeñas protuberancias cónicas sobre la superficie terrestre, desde donde el crudo se entremezcla con aguas de formación y fluye a través de conductos subterráneos.

Las ubicaciones más propicias para el reconocimiento de estos afloramientos comprenden los acantilados escarpados, las cumbres de las colinas, los flancos de pronunciada pendiente, los lechos de los cauces fluviales, las costas marinas y los cortes artificiales en las vías de comunicación terrestre.

El escrutinio meticuloso de estas emanaciones naturales provee valiosos indicios sobre la geología subyacente de la región, facilitando la identificación de posibles trampas estratigráficas o estructurales donde pudieran yacer depósitos de hidrocarburos susceptibles de explotación (Pulido, 2019).

#### *2.4.3 Causas*

Su ocurrencia requiere la presencia de un reservorio petrolífero en formaciones rocosas de adecuada porosidad y permeabilidad, así como la existencia de una trampa estructural o estratigráfica que haya permitido la acumulación del crudo. Factores como

la presión ejercida por los fluidos en el yacimiento, la densidad del petróleo y la presencia de fracturas o fallas en las capas suprayacentes son determinantes para que los hidrocarburos líquidos puedan migrar y aflorar a la superficie a través de conductos o chimeneas naturales.

#### *2.4.4 Efectos*

Cuando el petróleo sale a la superficie de forma natural, esto tiene varios efectos o consecuencias. En primer lugar, puede contaminar el suelo, los ríos, lagos y aguas subterráneas, dañando el medio ambiente y los ecosistemas cercanos. Por otro lado, la presencia de estos afloramientos indica que hay yacimientos de petróleo en esa zona, lo cual ha permitido el desarrollo de la industria petrolera en muchos lugares. Además, el estudio de estos afloramientos brinda información muy importante sobre la geología de la región, cómo se formaron las trampas de petróleo y cómo se mueve el crudo bajo tierra, lo que es fundamental para poder explorar y extraer el petróleo y gas de manera más efectiva (Pulido, 2019).

En el ámbito ambiental, estos fenómenos pueden ocasionar graves daños ecológicos debido a la contaminación de los ecosistemas anteriormente mencionados, así como a la atmósfera. La liberación incontrolada de petróleo crudo y sus derivados puede tener un impacto devastador en los ecosistemas terrestres y acuáticos, poniendo en riesgo la biodiversidad y la salud de numerosas especies de flora y fauna. Asimismo, la presencia de afloramientos petroleros puede generar problemas de salud pública en las comunidades aledañas, debido a la exposición a compuestos tóxicos y la contaminación del aire, el agua y los alimentos.

Otro desafío significativo radica en los costos económicos asociados a la remediación de los sitios afectados por estos afloramientos, los cuales pueden ser elevados y requerir la implementación de sofisticadas técnicas de descontaminación y restauración ambiental. Adicionalmente, desde una perspectiva legal y regulatoria, los afloramientos naturales de petróleo plantean retos en cuanto al cumplimiento de las normativas ambientales y de seguridad, así como a la asignación de responsabilidades y la gestión de los pasivos ambientales.

## **2.5 IMPACTO AMBIENTAL**

La normativa ISO 14001 constituye un estándar de alcance mundial que centra su atención en los sistemas de gestión ambiental (SGA). Esta norma proporciona un marco sistemático y estructurado que permite a las entidades evaluar su impacto en el entorno natural, implementar medidas correctivas y adoptar un enfoque proactivo hacia la protección del medio ambiente en el desarrollo de sus actividades.

### *2.5.1 Componentes Ambientales*

Las variables afectadas por afloramientos naturales generalmente son los elementos básicos del medio ambiente como; aire, agua, tierra, población, flora y fauna

#### **Aire**

Los afloramientos naturales de petróleo pueden representar una fuente significativa de contaminación atmosférica. En primer lugar, estos eventos implican la liberación de compuestos orgánicos volátiles, los cuales, al reaccionar con otros contaminantes, contribuyen a la formación de ozono troposférico y smog fotoquímico.

Asimismo, los afloramientos naturales de crudo suponen emisiones de gases de efecto invernadero como el metano y el dióxido de carbono, agravando así el calentamiento global. Adicionalmente, el petróleo puede contener compuestos peligrosos tales como especies azufradas, metales pesados y otros agentes tóxicos que comprometen la calidad del aire.

### **Agua**

Los afloramientos naturales de petróleo representan un riesgo significativo para los sistemas acuáticos. El crudo contiene compuestos tóxicos que pueden ser letales para la vida acuática al contaminar cuerpos de agua. Además, puede formar capas que impiden la transferencia de oxígeno y luz, vitales para plantas y organismos fotosintéticos.

Ciertos componentes del crudo como hidrocarburos aromáticos policíclicos y metales pesados pueden bioacumularse, causando efectos tóxicos crónicos en las cadenas tróficas acuáticas. En zonas costeras, estos afloramientos dañan hábitats críticos como manglares, arrecifes y playas, afectando la flora y fauna local. Incluso pueden contaminar acuíferos, comprometiendo fuentes de agua potable.

### **Tierra**

Algunos componentes del petróleo, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los metales pesados, pueden acumularse en los organismos del suelo y entrar en la cadena alimenticia terrestre, causando efectos tóxicos a largo plazo. Estos afloramientos pueden reducir drásticamente la biodiversidad del suelo, alterando el equilibrio ecológico y los procesos naturales del suelo. La recuperación de suelos contaminados por petróleo suele ser un proceso complejo y costoso.

## **Población**

La exposición a los compuestos tóxicos presentes en el petróleo crudo puede causar problemas de salud en las personas que viven cerca de los afloramientos. Esto incluye irritación de los ojos y las vías respiratorias, problemas neurológicos, cáncer y otros efectos adversos. Por otro lado, estos fenómenos naturales generan la suspensión de partículas sólidas y líquidas derivadas de los hidrocarburos en el aire circundante. La inhalación prolongada de estas partículas puede desencadenar afecciones respiratorias y otros trastornos en la salud humana.

Los afloramientos de petróleo pueden causar pérdidas económicas significativas debido a los costos asociados con la limpieza, la remediación ambiental y los daños a la propiedad. Además, pueden afectar negativamente las actividades económicas como el turismo y la pesca.

## **Flora**

Los afloramientos naturales de petróleo suponen un grave riesgo para la flora. El crudo contiene compuestos tóxicos para las plantas, capaces de inhibir su crecimiento, provocar clorosis, necrosis e incluso la muerte vegetal. Además, al filtrarse en el suelo, altera sus propiedades fisicoquímicas, haciéndolo inadecuado para el desarrollo de la vegetación.

Por otro lado, la exposición al petróleo interfiere con procesos clave como la fotosíntesis, respiración y transpiración, generando un crecimiento deficiente y baja productividad. Las raíces, en contacto con el suelo contaminado, resultan especialmente vulnerables al daño. Estos eventos impactan la biodiversidad vegetal y desencadenan efectos en cascada sobre los ecosistemas dependientes de la flora nativa.

## **Fauna**

Los eventos de afloramiento natural de hidrocarburos fósiles representan una amenaza multidimensional para la integridad de la fauna. En primera instancia, numerosos componentes del crudo, como los hidrocarburos aromáticos policíclicos y los compuestos orgánicos volátiles, exhiben propiedades tóxicas capaces de desencadenar efectos adversos graves en los animales, incluyendo trastornos reproductivos, teratogénesis, procesos carcinogénicos e incluso la muerte.

Asimismo, la infiltración del petróleo en suelos, cuerpos de agua y sedimentos conlleva la contaminación de los hábitats naturales de la fauna, alterando las fuentes de alimento, agua y refugio, lo que puede conducir a disminuciones poblacionales o extinciones locales. Ciertos compuestos pueden bioacumularse y biomagnificarse a lo largo de las cadenas tróficas, provocando efectos tóxicos crónicos en depredadores superiores. Estos eventos impactan negativamente la biodiversidad regional.

## **2.6 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

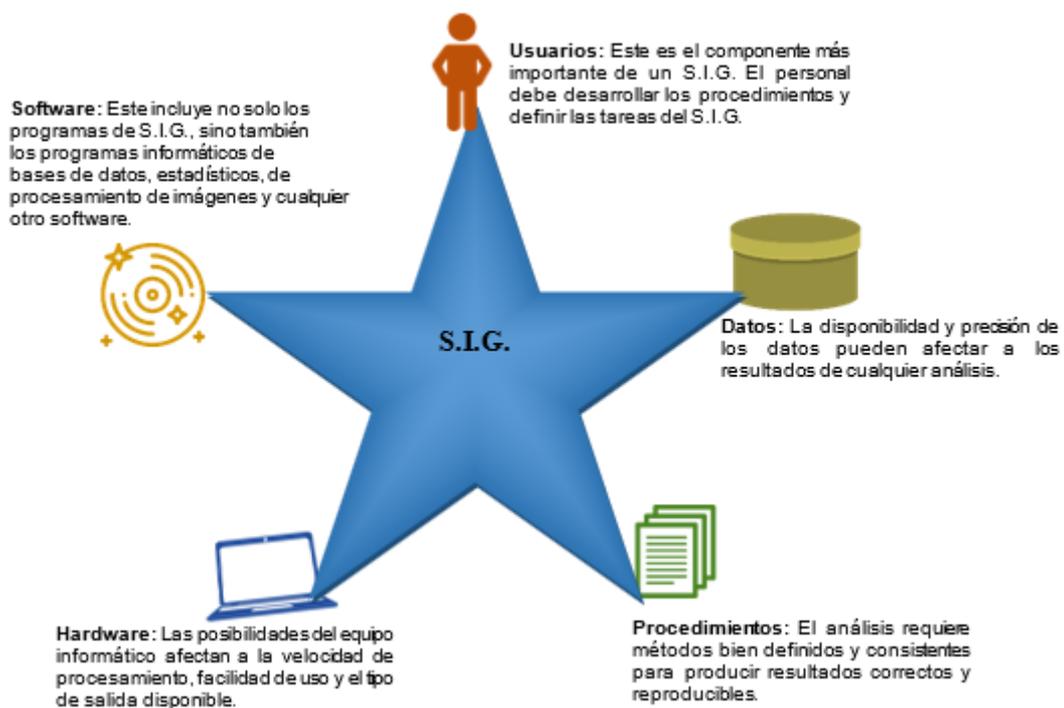
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es una parte fundamental para la formulación de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial, particularmente en las etapas de diagnóstico y propuesta. Esto involucra recopilar datos de múltiples instituciones, generar nueva información, y analizarla para proponer acciones futuras.

### 2.6.1 Definición

Contextualmente (Ayala, 2014), lo define como un “Sistema de información diseñado para trabajar con datos referenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas.” En inglés Geographic Information System (GIS).

### 2.6.2 Componentes de un SIG

Un SIG no se reduce a ser solo un software; engloba una serie de componentes que trabajan en conjunto para su operatividad. A continuación, se detallan cada uno de estos elementos:



**Figura 3** Componentes de un SIG, Modificado de: (Peña, 2008).

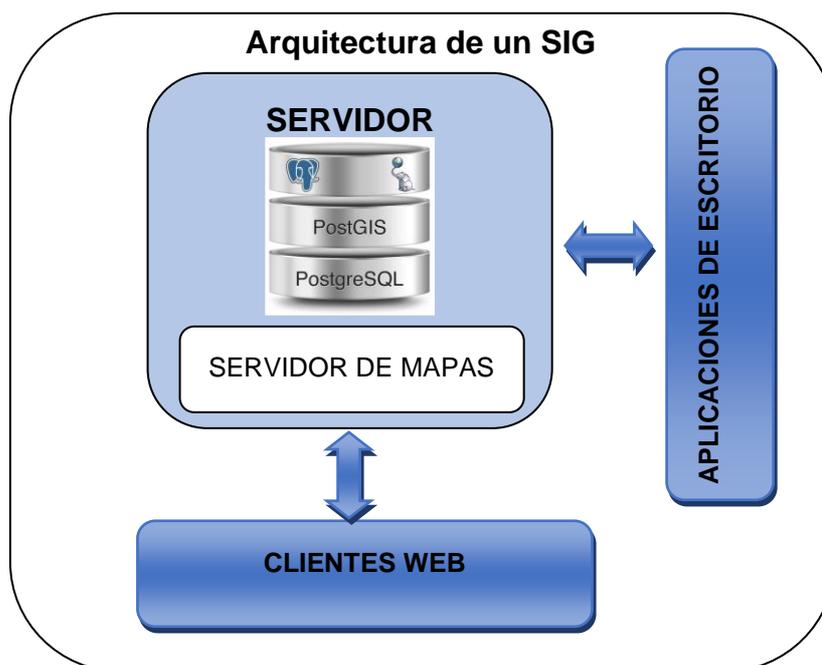
Un SIG está compuesto por cinco componentes principales:

1. **Hardware:** el equipo informático donde se ejecuta el software SIG.

2. **Software:** programas específicos para la gestión, análisis y visualización de datos geográficos.
3. **Datos:** información geográfica y alfanumérica que alimenta el sistema.
4. **Recurso humano:** personas capacitadas en el uso y manejo del SIG.
5. **Métodos:** modelos, técnicas y procedimientos para el análisis y gestión de la información.

### 2.6.3 Estructura de un SIG

Un SIG se compone esencialmente de un servidor y una variedad de aplicaciones Web (conocidas como clientes livianos) y de escritorio. Estas herramientas tienen como propósito resolver desafíos relacionados con la gestión y la planificación en diversos contextos. En la figura 4. se ilustran las distintas aplicaciones, la base de datos, los visores, el navegador y los servidores web que, en conjunto, conforman la arquitectura integral de un SIG.



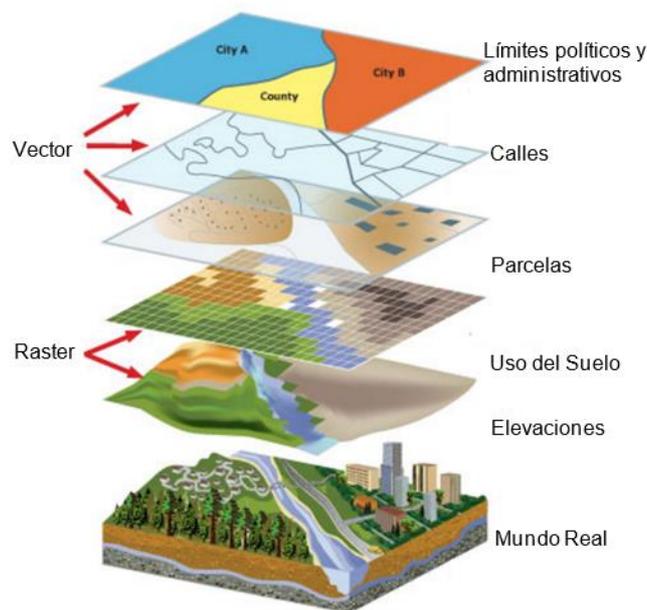
**Figura 4.** Arquitectura de un SIG, Modificado de: (Ayala, 2014).

#### 2.6.4 Tipos de datos de un SIG

**Elementos tipo vectoriales:** Los tipos de elementos vectoriales son puntos, líneas y polígonos. Representan objetos geográficos.

**Elementos tipo Raster:** transforma cualquier imagen satelital en una cuadrícula de píxeles, donde cada celda contiene un valor único y representa una parte específica del espacio.

En la siguiente figura se puede ilustrar los dos tipos de elementos (vector y Raster).



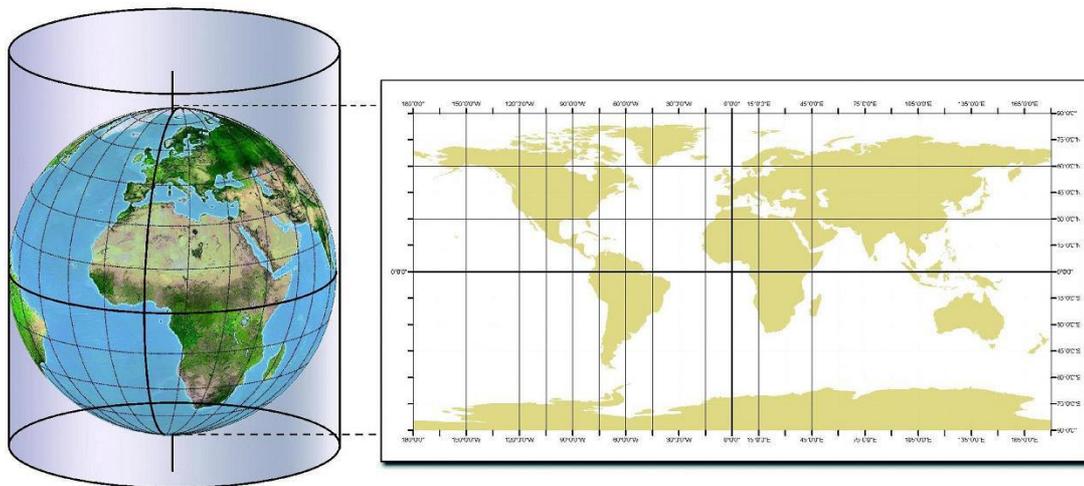
**Figura 5.** Tipos de datos en un SIG, Modificado de: (Ayala, 2014).

## 2.7 SISTEMAS DE COORDENADAS

“Un sistema de coordenadas es una creación artificial que permite la definición analítica de la posición de un objeto o un fenómeno” (Perez, 2011).

## 2.8 PROYECCIONES CARTOGRÁFICAS

Las proyecciones cartográficas son métodos utilizados para representar la forma esférica de la Tierra como si estuviera colocada sobre una superficie plana como se puede observar en la siguiente figura 6.



**Figura 6.** Sistemas de coordenadas más comunes.

**Fuente:** (Suárez Peña, 2017)

Se requiere ajustar los atributos tridimensionales para que se ajusten adecuadamente a la superficie plana bidimensional.

## 2.9 GPS

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS) como un sistema creado por los Estados Unidos que utiliza satélites en órbita para determinar la ubicación de un receptor a través de triangulación. La fortaleza radica en la claridad y la presentación directa de la información sobre el funcionamiento básico del GPS.

La importancia de las aplicaciones del GPS en la actualidad, como la navegación, la cartografía, la logística, la meteorología, entre otros campos. Asimismo, podría ser beneficioso abordar brevemente las limitaciones o desafíos que enfrenta el GPS, como la interferencia de señales, la precisión en entornos urbanos densos o la dependencia de la señal satelital.

## **2.10 PROYECCIÓN CILÍNDRICA UTM**

(MasterGIS, 2018) lo menciona: “A diferencia de la proyección cilíndrica normal, la proyección UTM es tangente a un meridiano. Esto lo hace muy especial, porque se ve perfecto el área en un marco de 6° de longitud (denominado husos); y si se va girando el cilindro, centrándolo en otros meridianos, permite cartografiar cualquier parte del mundo muy precisamente. Este es el origen del sistema de coordenadas UTM, que tiene 60 husos de 6° de longitud cada uno.

### *2.10.1 Sistema de referencia geodésico: World Geodetic System 1984 (WGS84)*

Este sistema proporciona un marco de referencia tridimensional para representar ubicaciones en la superficie terrestre. Está compuesto por un elipsoide de referencia (WGS84), un datum geodésico y un marco de referencia terrestre convencional.

El elipsoide WGS84 se define por su semieje mayor ( $a = 6378137$  m) y su achatamiento ( $f = 1/298.257223563$ ).

Las coordenadas geográficas (latitud/longitud) se refieren al elipsoide WGS84, mientras que las coordenadas planas (X, Y) se obtienen mediante la proyección UTM aplicada a dicho elipsoide.

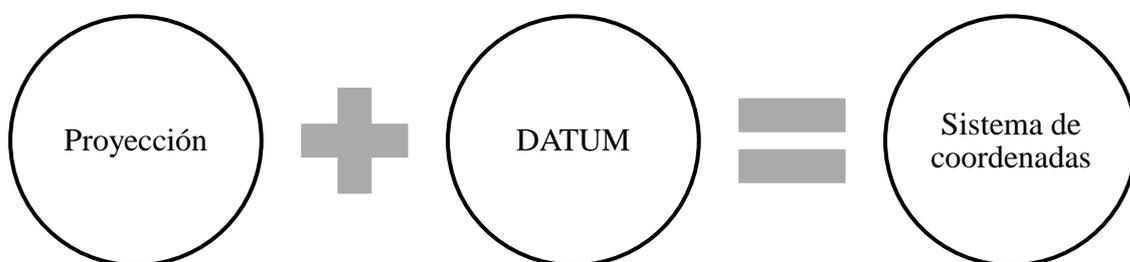
También es adoptado como sistema de referencia estándar a nivel mundial, reemplazando antiguos datum geodésicos locales o regionales (Furones, 2011).

## 2.11 DATUM

Los sistemas de coordenadas como los Geográficos y UTM requieren un punto de referencia conocido, llamado DATUM, para ubicar puntos o realizar mediciones (MasterGIS, 2018).

## 2.12 GEORREFERENCIACIÓN

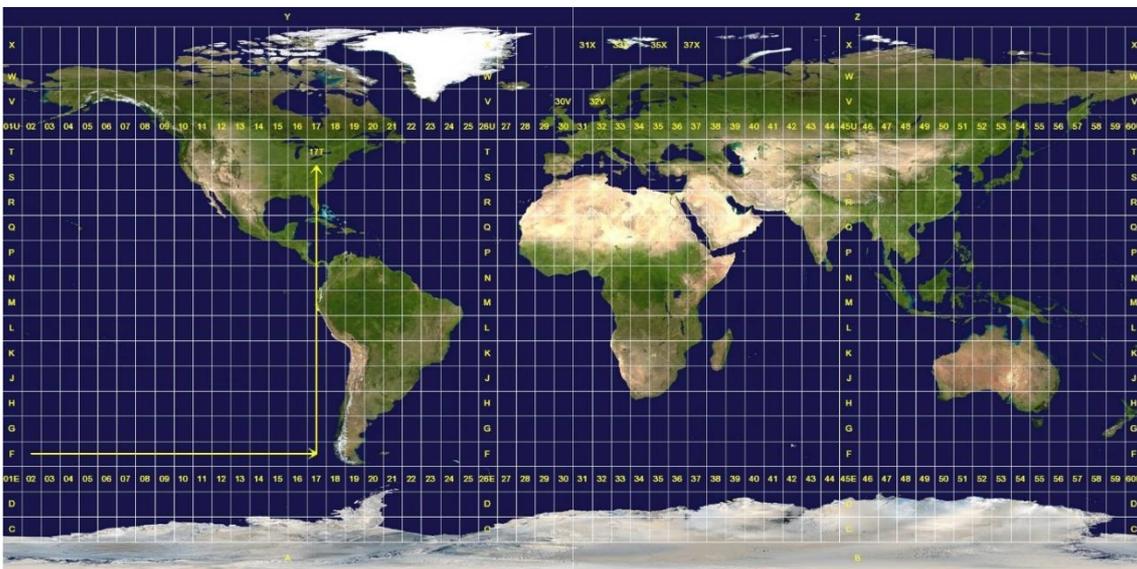
Es un proceso en el que se asignan una posición espacial a un elemento vectorial o raster usando coordenadas conocidas o referencias cartográficas (MasterGIS, 2018).



**Figura 7.** Composición de un Sistema de coordenadas. Modificado de: (MasterGIS, 2018).

## 2.13 SISTEMA DE COORDENADAS UTILIZADO EN ECUADOR

Para la elaboración de este catastro se ha utilizado el sistema de coordenadas proyectadas, además de la proyección cilíndrica UTM y la proyección elipsoidal WGS84. En base a este sistema de coordenadas, este país se encuentra en el cuadrante 17 según la siguiente imagen representativa del mapa mundial con cuadrícula UTM.



**Figura 8.** Mapa del mundo con cuadrícula UTM.

**Fuente:** (Riesterer, Narsavage, & Boyack, 2008)

Como se aprecia en la anterior figura, el Ecuador se encuentra en el cuadrante 17 M. En equipos de medición se utiliza el número y letra respectiva de cada cuadrante del mapa de la figura 8, en cambio, en los sistemas de información geográfica se utiliza solo el número respectivo del cuadrante y, se utiliza la letra “N” si la ubicación con la que se trabaja se ubica en el hemisferio Norte, o la “S” si se encuentra en el hemisferio Sur. Debido a que Ecuador está ubicado exactamente en la línea Ecuatorial hay zonas del país que se encuentran en el hemisferio Norte y otras en el Sur.

## **2.14 CATASTRO**

### *2.14.1 Definición*

El registro catastral incluye datos organizados sobre los límites de la propiedad, su ubicación geográfica, extensión, características topográficas, evaluación económica, actividad productiva y derechos legales asociados. Esta información se emplea para la planificación y regulación del uso del suelo y el medio ambiente.

A través del registro catastral, un país puede definir sus políticas de gestión y diseñar planes de desarrollo basados en un entendimiento profundo de su territorio.

### *2.14.2 Catastro Digital*

El catastro digital es la adaptación electrónica del registro catastral convencional. En vez de depender de documentos en papel, la información se digitaliza y guarda en bases de datos o sistemas de información geográfica. Esto simplifica el acceso, la actualización y el análisis de los datos catastrales, mejorando así la gestión del territorio y la planificación urbana y ambiental.

### *2.14.3 SIG aplicado al catastro*

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han sido usadas significativamente como herramientas para respaldar la toma de decisiones en diversos sectores de la sociedad contemporánea, ya que posibilitan la organización y representación visual de datos que tienen una ubicación específica en el espacio geográfico (MasterGIS, 2018). Aspectos como la demografía, el uso del suelo, las características del relieve, las infraestructuras de servicios públicos, entre otros, pueden ser fácilmente localizados y visualizados mediante el uso de los SIG.

#### *2.14.4 Aplicación de los SIG en el Catastro de Afloramientos*

Los SIG ofrecen herramientas potentes para la creación y gestión de un catastro de afloramientos naturales de petróleo, permitiendo:

- Recopilación y organización de datos geográficos y descriptivos de los afloramientos.
- Integración de información geológica, geofísica y de exploración.
- Análisis espacial y modelado de patrones de distribución de los afloramientos.
- Visualización y representación cartográfica de los afloramientos y sus características.
- Gestión y actualización continua del catastro a medida que se obtiene nueva información.

#### *2.14.5 Beneficios del Catastro de Afloramientos mediante SIG*

La aplicación de SIG en la creación del catastro de afloramientos naturales de petróleo en la provincia de Santa Elena, Ecuador, puede proporcionar varios beneficios, como:

- Mejor comprensión de la distribución y características de los afloramientos.
- Soporte para la toma de decisiones en la planificación y gestión de recursos.
- Facilitación de la investigación y el intercambio de información entre diferentes entidades.

## **CAPITULO 3**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Esta investigación es de tipo documental, histórica, comparativa y práctica, por la manera en cómo se recopilará, comparará y se verificará la información de los afloramientos naturales en la provincia de Santa Elena. Usando los sistemas de información geográficos se creará un catastro general de afloramientos naturales de petróleo en la provincia de Santa Elena, por lo que el método a emplear también será descriptivo.

Mediante este método de investigación se partió de lo general hacia lo particular en la elaboración del marco teórico, partiendo desde los conceptos generales de las variables hasta llegar a la aplicación de los SIG en el catastro de afloramientos. Estableciendo de forma lógica el protocolo y cada uno de los contenidos para el desarrollo de este trabajo.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

El presente trabajo se desarrollará en toda provincia de Santa Elena la misma es conocida desde tiempos coloniales por la presencia de manifestaciones naturales de petróleo; de hecho, compañías inglesas se establecieron en la región a comienzos del siglo XX iniciando la producción petrolera en esta nación.

### 3.3 MÉTODOS

El proyecto técnico relacionado al catastro general de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena se llevará a cabo mediante las siguientes fases:

#### 3.3.1 Fase 1: Recopilación de información

##### Recolección de información existente

Esta etapa consistirá en la recopilación exhaustiva de la mayor cantidad de datos e información de los afloramientos de petróleo de la provincia de Santa Elena proveniente de entidades como: empresas públicas (EP PETROECUADOR, ARCH, MAATE) y privadas (Pacifpetrol). Adicionalmente, se consultarán fuentes bibliográficas como tesis y artículos de investigación con la finalidad de recabar puntos no contenidos en las bases de datos proporcionadas.

**Tabla 2** Afloramientos - base de datos (MAATE, 2023).

AFLORAMIENTOS					
Cod.	COORDENADAS		CANTÓN	PARROQUIA	UBICACIÓN
	X	Y			
M1	508362	9749952	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO
M2	508302	9750065	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO
M3	508257	9750337	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO
M4	508368	9749647	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO

---

M5	508509	9751003	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL AGUAS LLUVIA, SECTOR SAN RAYMUNDO
M6	508653	9754727	SALINAS	SANTA ROSA	PUERTO LUCÍA YATCH CLUB
M7	508172	9754418	SALINAS	SANTA ROSA	CANAL COSTA DE ORO
M8	508515	9751837	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCANO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"
M9	508299	9752149	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCANO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"
M10	504994	9756268	SALINAS	SANTA ROSA	CAMPO PETRÓPOLIS
M11	504595	9756473	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SAN LORENZO
M12	505257	9756437	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA
M13	505315	9756403	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA
M14	508511	9754701	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA
M15	508489	9754625	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA
M16	508414	9754599	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA
M17	508563	9754967	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA YATCH CLUB (MUELLE)
M18	510803	9754855	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PLAYA LA CARIOCA
M19	510903	9754755	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PISCINAS B.I.MOT 14 MARAÑÓN
M20	510284	9754621	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECÓN ESCOLLERA 1, FRENTE AL PARQUE CENTRAL
M21	509555	9754635	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECON ESCOLLERA 5
M22	513137	9754833	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MEGATERIO
M23	512471	9752710	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA
M24	512546	9752680	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA

---

M25	511801	9752543	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR LAS MINAS
M26	511696	9752042	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR VALLE HERMOSO
M27	509997	9751372	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR ACHAYAN
M28	509727	9751493	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR LOS TULIPANES
M29	511887	9752865	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL IVÁN ABAD GUERRA
M30	508835	9752934	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	VIVIENDA BARRIO PARAÍSO
M31	514139	9754207	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR FRANCISCO PIZARRO / CARLOS RUBIRA
M32	514118	9754285	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CARLOS RUBIRA INFANTE
M33	514461	9753941	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE
M34	514589	9754189	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE, NORTE
M35	513516	9754142	SANTA ELENA	SANTA ELENA	SECTOR GRELIA REYES
M36	513234	9754228	SANTA ELENA	SANTA ELENA	PARTE POSTERIOR DEL CAMAL LA LIBERTAD, BARRIO LOS TULIPANES
M37	514200	9743700	SANTA ELENA	ANCÓN	ACANTILADOS SECCIÓN 73
M38	533500	9754100	SANTA ELENA	SAN VICENTE	BAÑOS DE SAN VICENTE

**Nota:** Esta tabla presenta los puntos censados de afloramientos petroleros en la provincia de Santa Elena, información que es compartida por todas las autoridades competentes.

### **Recolección de información de campo**

Se llevará a cabo un proceso ininterrumpido de verificación in situ y recolección empírica de datos, lo que implicará la obtención de información relativa a la ubicación geoespacial de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena.

Con la información previamente recolectada, se realizará la visita e inspección a los sitios de los principales afloramientos en la provincia, es decir, se visitarán las ubicaciones donde estos indicios activos son más notables debido, ya sea, a la cantidad de hidrocarburos, o gas que estos emanan, con la finalidad de comparar sus coordenadas y descripciones, este proceso resultará beneficioso, ya que además de reconocer los datos obtenidos, la inspección permitirá la recolección de información sobre posibles nuevos afloramientos que pudieran ser descubiertos. Para esto se procederá a trazar una ruta de inspección con las coordenadas de afloramientos obtenidos

El objetivo primordial es el de corroborar los datos proporcionados, contrastándolos con la realidad encontrada en territorio permitiendo ratificar o rectificar los antecedentes recabados.

#### *3.3.2 Fase 2: Procesamiento de información*

Una vez finalizados los trabajos de campo, se georreferenciarán los puntos de coordenadas verificadas y recopiladas de los afloramientos petroleros, con el objetivo de actualizar el último censo proporcionado. Para esto, se optó por seguir el siguiente procedimiento:

### **Ingreso de datos**

Con la información recolectada se elaborará la base de datos que alimentará la tabla de atributos del mapa georreferenciado. La matriz de datos se diseñará con la información necesaria y suficiente para ubicar los puntos de afloramientos en el SIG y filtrar la información de manera personalizada según la necesidad del usuario. Antes de llenar la tabla de atributos del mapa catastral, se procederá a crear una tabla en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, como borrador, esto nos servirá para realizar las comparaciones de cada punto de ubicación de los afloramientos.

**Tabla 3** *Estructura de Base de datos General*

AFLORAMIENTOS								
BASE DE DATOS VERIFICADA								
#	COORDENADAS		CANTÓN	PARROQUIA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS	ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN
	X	Y						

**Nota:** La tabla muestra la estructura de la base de datos creada por los autores en Excel.

### **Implementación del Sistema de Información Geográfica**

Una vez recopilada la información se procederá a la digitalización, se utilizará el programa ArcGIS - ArcMap 10.8.2. Durante este proceso, se enfatizará la importancia de verificar la posición precisa de los datos recolectados en el campo y de controlar la presencia de información duplicada. En aquellos casos donde se detectarán discrepancias significativas, se tomarán medidas para corregir la información desde el momento de la recopilación en campo.

Al tener todos los datos disponibles, relevantes y analizados de los diferentes elementos de los afloramientos de petróleo, se llevará a cabo la transferencia de estos

datos de forma manual, generando archivos shapefile (.shp) (Formato de almacenamiento de datos vectoriales) específicos en el software ArcGIS.

## CAPITULO 4

### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN DE CAMPO

De acuerdo con la recopilación de información proporcionada por diversas entidades (MAATE Y ARCH), se visitaron los principales sitios de afloramientos, es decir, las ubicaciones donde estos indicios activos son más notables por la afectación o cantidad de hidrocarburos, o gas que estos emanan, además; para el aprovechamiento de la visita a dichos sitios, se realizó un recorrido a algunos afloramientos cercanos con la finalidad de capturar evidencias fotográficas de las emanaciones, e intentar localizar posibles nuevos afloramientos.

A continuación, se muestran los lugares de afloramientos visitados separados por cantones y clasificados según el orden de visita.

##### *4.1.1 Santa Elena*

##### **Sector Grelia Reyes**

##### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el Barrio Panorama, sector Grelia Reyes, Calle 56 y Calle I-3, cerca de la Estación Línea 1 en un lote vacío. Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=513516; Y=9754142

*Descripción:*

En la visita realizada se identificó un terreno vacío con una notable cantidad de matorrales y manchas de petróleo en la superficie, además de un corto canal de las emanaciones líquidas como se muestra en las imágenes de la figura 9, se percibió cierto olor en las cercanías, y un pozo cercano a este afloramiento el cual se denomina CAU-034.



a) Área de terreno vacío



b) Emanación líquida



c) Pozo cercano "CAU-034"



d) Canal corto



e) Acumulación

**Figura 9** Imágenes capturadas de afloramiento en Sector Grelia Reyes.

**Fuente:** Autores

## **Camal Municipal**

### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el Barrio Los Tulipanes, Parte Posterior del camal La Libertad, en la albarrada cercana a la constructora Merchán. Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=513234; Y=9754228

### *Descripción:*

En la visita realizada se identificaron manchas de emanaciones líquidas en diversas zonas de la albarrada, además de un río conectado a esta; mediante tubos de hormigón armado, también se observaron láminas de aceite sobre el agua en la misma albarrada y varios puntos de acumulación como se observa en las siguientes imágenes.



a) Acumulaciones en el suelo

b) Albarrada

c) Láminas de aceite sobre el agua

d) Presencia de tubos de hormigón

e) Río conectado

f) y g) Manchas líquidas de Petróleo en el río.

**Figura 10** Imágenes capturadas de afloramiento en el Camal Municipal La Libertad.

**Fuente:** Autores

#### 4.1.2 La Libertad

### Megaterio

#### Ubicación:

Este afloramiento se encuentra en el “Megaterio”, atrás de los tanques de almacenamiento de la Planta Cautivo – Refinería La Libertad - Petroecuador.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=513137;  
Y=9754833

*Descripción:*

En la visita realizada al Megaterio se identificó una estructura de contención de hormigón y, dentro de ella, se identificaron 2 piscinas de contención de hidrocarburos (De las que se recoge paulatinamente petróleo) encerradas por diques de tierra, además de una fuga menor proveniente de la piscina #1 creando un canal adyacente, en donde se identificaron diminutas burbujas de gas como se logra observar en la imagen d) de la figura 11, cabe recalcar que en la visita se percibió claramente un fuerte olor de petróleo y gas.



**Figura 11** Imágenes capturadas de afloramiento en el Megaterio.

**Fuente:** Autores

## **Piscinas B.I.MOT 14 Marañón**

### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra dentro de las instalaciones del Batallón de Infantería Motorizado N.º 14 Marañón.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=510903; Y=9754755

### *Descripción:*

En el área se verificó la edificación de cubetos ejecutada por Petroecuador, lo que ha permitido mantener bajo control los afloramientos de hidrocarburos. Aproximadamente entre 3 y 5 barriles de petróleo son recuperados y procesados en la Refinería de la Libertad, con una inversión cercana a los \$5,000 USD en esta obra. Esta medida ha sido crucial para mitigar el impacto ambiental de los derrames de petróleo y proteger los ecosistemas circundantes.

## **Playa La Carioca**

### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en la playa “La Carioca” ubicada en las afueras del Batallón de Infantería Motorizado N.º 14 Marañón y atrás del Terminal Petrolero de La Libertad – SUINLI.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=510803; Y=9754855

*Descripción:*

A unos 20 metros de donde termina la tubería que suministra a la boya de tanque de despacho, se ha detectado un afloramiento entre las rocas que sirven de barrera costera. Además, se ha identificado la existencia de tuberías de agua que desembocan en el mar, también se observó una película iridiscente en la orilla de la playa recalando que en algunos tramos había arena de color muy oscuro, principalmente cerca de las rocas, incluso se visualizaron partículas de color negro (petróleo) en la rompiente y se percibió un olor que evidenciaba la presencia de hidrocarburo. Aunque no se logró observar directamente el hidrocarburo, este se desprende de las rocas y fluye hacia el océano. Durante las mareas altas, este fenómeno se vuelve más evidente, sin embargo, la liberación continua de petróleo repercute negativamente en el ecosistema marino de la región. Esta contaminación afecta gravemente la biodiversidad y la salud ambiental del área costera circundante.



a) Partículas negras (Petróleo) impregnado en las rocas. b) Zona del afloramiento.



c) Tuberías de agua que desembocan en el mar.

**Figura 12** Imágenes capturadas del afloramiento en la playa "La Carioca".

**Fuente:** Autores

### **Malecón, Escollera N°1**

#### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el malecón de “La Libertad”, escollera N°1, frente al parque central de La Libertad.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=510284; Y=9754621

#### *Descripción:*

Se identificó un afloramiento entre las rocas de protección costera, el cual se encuentra latente a cualquier aguaje, la surgencia de este se reportó en agosto de 2016, en la visita realizada se observaron rocas de color muy oscuro y partículas de color negro

(petróleo) en la rompiente. Esta situación evidencia la presencia de contaminación por hidrocarburos en el área.



a) Rocas de Protección Costera



b) Roca con Petróleo Impregnado



c) Arena de color muy oscuro



d) Rocas con partículas negras

**Figura 13** Imágenes capturadas del afloramiento en el Malecón, Escollera N°1.  
**Fuente:** Autores

### **Malecón, Escollera N°5**

#### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el malecón de “La Libertad”, escollera N°5, específicamente debajo del restaurante “Cevichelas”.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=509555; Y=9754635

*Descripción:*

Durante la inspección, se notaron múltiples rocas que presentaban manchas oscuras. Se identificaron también segmentos de arena con una pigmentación notablemente negra, lo que sugiere una posible contaminación por hidrocarburos, el afloramiento se encuentra entre las rocas de protección costera, el cual parece estar susceptible a la influencia de las mareas, lo que podría exponerlo aún más.



a) Escollera N°5 del malecón



b) Rocas de la Escollera N°5



c) Petróleo impregnado



d) Manchas de color oscuro en rocas.

**Figura 14** Imágenes capturadas del afloramiento en el Malecón, Escollera N°5.

**Fuente:** Autores

#### 4.1.3 Salinas

### **Playa Puerto Lucía**

En esta localización (Malecón de Puerto Lucía) se encuentran 3 afloramientos, a continuación, se los presentan según el orden de visita:

- Afloramiento N°1

*Ubicación:*

En la orilla del mar.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M,  
X=508511; Y=9754701

*Descripción:*

Este afloramiento es más notable en marea alta, en la visita se observó la presencia de algas marinas y a su vez se apreciaron tramos de arena y rocas de color oscuro.



**Figura 15** Imágenes capturadas del afloramiento N°1 en la playa "Puerto Lucía".

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°2

*Ubicación:*

Frente al terreno cercado de facilidades del pozo Carolina 31, en un cubeto de contención para la emanación.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M,  
X=508489; Y=9754625

*Descripción:*

Durante las temporadas de marea alta, se ha observado que el líquido asciende hasta la superficie dentro del área de contención, lo cual provoca un aumento en la cantidad de petróleo que se acumula dentro de un cubeto. Este cubeto está diseñado para recolectar (Por medio de tuberías) el petróleo líquido que se filtra de manera natural proveniente de las rocas cercanas, y el petróleo impregnado en las rocas de los alrededores; para que los líquidos y sólidos se acumulen en el cubeto, además cuando el mismo tiende a llenarse se recupera el hidrocarburo.



a) Cubeto de Contención    b) Rocas oscuras y algas cerca del cubeto de contención.



c) Superficie rocosa con petróleo impregnado.    d) Facilidades del Pozo Carolina 31.



e) Interior del cubeto con petróleo líquido acumulado, maleza y basura.

**Figura 16** Imágenes capturadas del afloramiento No° 2 en la playa "Puerto Lucía".

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°3

Se encuentra frente al condominio "Torre Náutica", en otro cubeto de contención.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M,  
X=508414; Y=9754599

*Descripción:*

Durante la inspección, se percibió claramente olor a hidrocarburo proveniente del cubeto, además en el interior de este se observó que estaba lleno de arena, se encontraron varias evidencias de tierra brea (Petróleo Sólido) en las cercanías y alrededores del cubeto, algunos impregnados en las rocas.



a) Área de la emanación



b) Petróleo Sólido



c) Cubeto de contención mal estado.



d) Arena negra cerca de rocas costeras.

**Figura 17** Imágenes capturadas del afloramiento No. 3 en la playa "Puerto Lucía".

**Fuente:** Autores

## **Canal Costa de Oro**

### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el canal de la ciudadela “Costa de Oro”, calle A vei 2, frente a casa abandonada.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508172; Y=9754418

### *Descripción:*

La emanación comienza desde la Calle A vei 2 en el Canal “Costa de Oro”, el cual desemboca en la playa de Puerto Lucía, en la inspección realizada se registraron varias manchas negras impregnadas en las paredes del canal, el cual no se encuentra con revestimiento de concreto, se registró además presencia de láminas de aceite en el recorrido del canal, maleza, un olor ofensivo, burbujas de gas y varias aves como se aprecia en la imagen a continuación:



a) Zona del inicio de la emanación



b) Petróleo impregnado en las paredes del canal.



c) Maleza presente en el canal



d) Presencia de fauna afectada (Aves).



e) Película iridiscente de la emanación líquida mezclada con el agua del canal.

**Figura 18** Imágenes capturadas del afloramiento en Canal Costa de Oro.

**Fuente:** Autores

### **Canal Valparaíso**

#### *Ubicación General:*

Parroquia José Luis Tamayo, Canal del Sector Valparaíso, Parte Posterior de la ciudadela, “Punta Carnero”.

#### *Descripción General:*

El Sector Valparaíso – Punta Carnero se caracteriza por las diversas actividades antrópicas realizadas en esta zona, las cuales causan impactos ambientales considerables al sector, algunas causas generadoras de impactos son las actividades realizadas en camarónicas, laboratorios, urbanizaciones, productores de sal artesanal y el impacto más importante por la presencia de hidrocarburos, el cual es la actividad petrolera (Producción) y afloramientos presentes. En este contexto, el resto de las actividades son dependientes de las surgencias de hidrocarburos, ya que las emanaciones causan el mayor impacto; como ejemplo está el caso de los productores de sal artesanal, ya que estos se ven afectados debido a que, al hacer un hoyo en el suelo para la producción de sal, romperían el sello natural que contiene hidrocarburos, creando nuevas emanaciones.

En este canal de aguas lluvias se identificaron 4 afloramientos, las emanaciones de estos mismos junto al agua contaminada, recorren el canal hasta desembocar en la playa “Punta Carnero”, cabe recalcar que desde el afloramiento No. 4 que se puede apreciar en la Figura 19, hasta el mar, hay un recorrido de 7550 metros aproximadamente. Además, el tramo del canal que presenta indicios activos, (Desde el afloramiento N°4 hasta el puente de la vía principal) es de 3750m de largo con 5 metros de ancho aproximadamente, en donde se registraron varias acumulaciones de hidrocarburo natural, películas iridiscentes sobre la superficie del agua contaminada, petróleo impregnado en las paredes del canal, burbujas de gas, barreras absorbentes para contener el hidrocarburo líquido, malezas e incluso 2 pozos abandonados cercanos al afloramiento N°1 de la Figura 19.



**Figura 19.** Zona de afectación por hidrocarburos en Canal Valparaíso (Desde el inicio del afloramiento N°4 hasta la desembocadura en la playa “Punta Carnero”).

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°1

*Ubicación:*

Ubicado en la parte posterior de la ciudadela “Punta Carnero”, cerca del puente de la Vía Punta Carnero.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508368;

Y=9749647



a) Área de surgencia



b) Acumulación de Petróleo



c) Flora afectada



d) Película iridiscente



e) Barreras absorbentes con presencia de maleza

**Figura 20** Imágenes del afloramiento N° 1 en el canal Valparaíso.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°2

*Ubicación:*

Ubicado en la parte posterior de la ciudadela “Punta Carnero”.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508362;

Y=9749952



a) Barrera absorbente fuera de sitio.



b) Petróleo impregnado en el suelo.



b) Hidrocarburos en la superficie del agua.



d) Área de emanación.

**Figura 21** Imágenes capturadas del afloramiento N° 2 en el canal Valparaíso.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°3

*Ubicación:*

Ubicado en la parte posterior de la ciudadela “Punta Carnero”.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508302;

Y=9750065



a) Área de surgencia



b) Surgencia de Petróleo líquido.



c) Aguas contaminadas



d) Petróleo impregnado en rocas



e) Surgencia líquida proveniente de las paredes del canal.

**Figura 22** Imágenes capturadas del afloramiento N° 3 en el canal Valparaíso.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°4

*Ubicación:*

Ubicado en la parte posterior de la ciudadela “Punta Carnero”.

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508257;

Y=9750337



a) Área de surgencia

b) Surgencia de Petróleo líquido.



c) Burbujas de Gas con hidrocarburo líquido. d) Petróleo impregnado en el suelo.



e) Películas iridiscentes.

**Figura 23** Imágenes capturadas del afloramiento N° 4 en el canal Valparaíso.

**Fuente:** Autores

### **Sector San Raymundo – Campus Santa Paula**

*Ubicación General:*

Parroquia José Luis Tamayo, Sector San Raymundo y Campus Santa Paula.

*Descripción General:*

En este sector se encuentra la mayor cantidad de afloramientos en toda la provincia, con un total de 15 afloramientos ubicados en esta zona (En este estudio, se

presentan los más notables, clasificados según el orden de visita). Este sector además se caracteriza por la producción petrolera, hay 200 pozos perforados, los cuales se dividen en pozos productivos y no productivos a lo largo del sector, la empresa operadora de la alta producción de hidrocarburos es PACIFPETROL. Cabe recalcar que en el sector no se han tomado las medidas de mitigación de impacto ambiental, algunos impactos han sido reparados de forma inadecuada o incompleta, tomando en cuenta que estas reparaciones constituyen una obligación de la operadora.

En la inspección realizada, se observó cerca de algunos afloramientos, la presencia de diversas especies animales y vegetales, así como comunidades residenciales aledañas. Los habitantes del área, a través de conversaciones, expresaron su preocupación por el olor desagradable que se percibe diariamente, el cual parece originarse principalmente del lago cercano.

La presencia de los afloramientos era claramente visible, ya que se notaban las surgencias de hidrocarburos aisladas en barreras de contención de tierra en un ambiente desértico, se detectó además hidrocarburo impregnado en el suelo y en formaciones rocosas, a su vez se observaron capas salinas compactas, tierra brea, olores ofensivos y películas iridiscentes en el lago.

- Afloramiento N°1

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508330.72;  
Y=9750619.398



a) Área de acumulación aislada



b) Impregnación del petróleo



c) Acumulación de hidrocarburos



d) Surgencia de Petróleo.

**Figura 24** Imágenes capturadas del afloramiento N° 1 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°2 (Descubierto por autores)

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M,  
X=508257.265; Y=9750680.558



a) Surgencia de hidrocarburo líquido.



b) Surgencia entre maleza

**Figura 25** Imágenes capturadas del afloramiento N° 2 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°3

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508219.339;  
Y=9750706.635



a) Acumulación de petróleo líquido.      b) Surgencia del petróleo



c) Petróleo visible impregnado en capas salinas.

**Figura 26** Imágenes capturadas del afloramiento N° 3 en el Sector San Raymundo -  
Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°4

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M,  
X=508254.312; Y=9750714.816



a) Área de acumulación aislada por muros de tierra.

**Figura 27** Imágenes capturadas del afloramiento N° 4 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°5

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508266.239;

Y=9750722.797



a) Área de surgencia con petróleo impregnado en capas salinas.

**Figura 28** Imágenes capturadas del afloramiento N° 5 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°6 (Descubierto por autores)

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508244.168;  
Y=9750729.374



a) Área de acumulación entre malezas y capas salinas. b) Surgencia de petróleo líquido.

**Figura 29** Imágenes capturadas del afloramiento N° 6 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°7

*Ubicación:*

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508224.427;  
Y=9750746.326



a) Área de surgencia y acumulación con petróleo impregnado en las paredes de tierra.

**Figura 30** Imágenes capturadas del afloramiento N° 7 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°8 (Descubierto por autores)

Ubicación:

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508275.118;  
Y=9750726.12



a) Zona de surgencia y Acumulación de petróleo líquido

**Figura 31** Imágenes capturadas del afloramiento N° 8 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°9 (Descubierto por autores)

Ubicación:

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=508302.171;  
Y=9750778.177



a) Lago de Campus Santa Paula – Sur

b) Acumulación de petróleo en orilla de lago

**Figura 32** Imágenes capturadas del afloramiento N° 9 en el Sector San Raymundo - Campus Santa Paula.

**Fuente:** Autores

## **Campo Petrópolis**

### *Ubicación General:*

Campo Petrópolis, Barrio San Matías, Parroquia Santa Rosa - Salinas.

### *Descripción General:*

La parroquia Santa Rosa, es conocida por su actividad pesquera y petrolera en el campo “Petrópolis”, en este sitio se identificaron 3 afloramientos (De los cuales se presentan los más notables)

Durante la inspección, se identificaron varias acumulaciones de hidrocarburo líquido, junto con películas iridiscentes en la superficie del agua contaminada del lago. Además, se observó hidrocarburo impregnado en el suelo y rocas en una zona árida del campo.

- Afloramiento N°1 (Descubierto por autores)

### *Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra en el lago ubicado dentro del campo Petrópolis, Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=504922.226; Y=9756214.101



a) Lago del Campo Petrópolis

b) Surgencia en orilla del lago

**Figura 33** Imágenes capturadas del afloramiento N°1 en el lago del Campo Petrópolis

**Fuente:** Autores

- Afloramiento N°2 (Descubierto por autores)

*Ubicación:*

Este afloramiento se encuentra dentro del campo Petrópolis, en una zona árida

Está ubicado según las coordenadas UTM DATUM WGS84 Zona 17 M, X=505058.487;

Y=9756212.779



a) Área de surgencia (Zona árida)

b) Surgencia de petróleo líquido

**Figura 34** Imágenes capturadas del afloramiento N°2 del Campo Petrópolis

**Fuente:** Autores

## **4.2 VERIFICACIÓN DE DATOS**

Una vez recolectados todos los datos necesarios para la creación del catastro, es decir, con la base de datos del MAATE, los datos obtenidos por tesis y los datos de afloramientos descubiertos en campo, se realizaron comparaciones entre estos, con el fin de evitar la duplicación de información. Mediante este proceso, se descartaron aquellos datos que presentaban coordenadas en el mismo lugar de afloramiento.

Como resultado de estas acciones, durante la visita de campo se lograron descubrir 6 nuevos afloramientos, los cuales ya fueron mencionados en la sección correspondiente a la visita de campo.

## **4.3 INGRESO DE DATOS**

Luego de reunir, comparar y corroborar los datos suficientes de cada afloramiento en la provincia, se procedió a llenar la base de datos en Excel, la que luego se usaría para completar la tabla de atributos del mapa catastral

AFLORAMIENTOS								
BASE DE DATOS VERIFICADA								
#	COORDENADAS		CANTÓN	PARROQUIA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS	ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN
	X	Y						
1	508362	9749952	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAISO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO	Se registró tierra brea en las paredes del canal, malezas, y películas iridiscentes sobre la superficie del agua contaminada.	MAATE (2023)	3/6/2024
2	508302	9750065	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAISO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO	Se registraron malezas, burbujas de gas y películas iridiscentes en la superficie de agua contaminada.	MAATE (2023)	3/6/2024
3	508257	9750337	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAISO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO	Se evidenció en todo el canal de 3750 mts de largo con 5 mts de ancho (hasta el puente de la vía principal); la presencia del afloramiento, películas iridiscentes sobre	MAATE (2023)	3/6/2024
4	508368	9749647	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAISO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARNERO	Se registraron varias acumulaciones de hidrocarburo natural, películas iridiscentes en la superficie del agua contaminada, tierra brea en las paredes del canal, barreras	MAATE (2023)	3/6/2024
5	508509	9751003	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL AGUAS LLUVIA, SECTOR SAN RAYMUNDO	Se observó petróleo líquido impregnado en las capas de sal y en las paredes del muro de contención.	MAATE (2023)	3/6/2024
6	508408.632	9751028.87	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - CENTRO	Se identificó la presencia del afloramiento en un lago, además se observaron películas iridiscentes y tierra brea en las paredes del muro de contención.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
7	508401.111	9751062.94	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - CENTRO	Se observó claramente la presencia del petróleo impregnado en capas de sal, además se observaron especies animales en las cercanías.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
8	508409.837	9750917	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - LAGO	En las orillas del lago se percibió la acumulación de hidrocarburos, además se identificaron películas iridiscentes sobre el agua.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
9	508506.868	9750703.21	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento se identificó cerca de una vivienda.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
10	508219.339	9750706.64	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento, localizado cerca del lago en una zona árida, fue identificado como una acumulación de petróleo líquido	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
11	508224.427	9750746.33	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento, localizado cerca del lago en una zona árida, fue identificado como una acumulación de petróleo líquido, además se observó tierra brea en los	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
12	508254.312	9750714.82	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se observó una acumulación de hidrocarburos entre malezas, además se identificó el petróleo impregnado en capas de sal.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
13	508266.239	9750722.8	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó una acumulación de hidrocarburo, además el olor ofensivo era evidente.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
14	508330.72	9750619.4	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó este afloramiento como una acumulación considerable de hidrocarburo entre malezas, emanando un olor ofensivo.	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
15	508257.265	9750680.56	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificaron manchas en el suelo, además se observó la surgencia entre malezas.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024
16	508244.168	9750729.37	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se observó una acumulación de petróleo líquido, burbujas de gas, y el olor ofensivo era notable.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024
17	508275.118	9750726.12	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó una acumulación de hidrocarburo, además el olor ofensivo era evidente.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024
18	508302.171	9750778.18	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificaron películas iridiscentes en la superficie del agua contaminada del lago, además de acumulaciones de hidrocarburos en la orilla de este.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024
19	508687.315	9751718.68	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	BARRIO SAN RAYMUNDO	Se observó claramente la presencia de la surgencia de hidrocarburo líquido aislada por muros de contención de tierra, además se identificó petróleo impregnado sobre	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
20	508515	9751837	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCANO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"	Se identificó claramente la presencia de películas iridiscentes sobre la superficie de aguas en el canal de aguas lluvias cercano a la escuela "Árbol de Vida", además se	MAATE (2023)	3/6/2024
21	508299	9752149	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCANO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"	Se identificó claramente la presencia de la surgencia debido al color negro oscuro del hidrocarburo líquido mezclado con el agua del canal, además se observaron	MAATE (2023)	3/6/2024
22	508653	9754727	SALINAS	SANTA ROSA	PUERTO LUCÍA YATCH CLUB	En todo el canal se identificó un fuerte olor y presencia de petróleo y gas natural (burbujas de gas con película iridiscente), además todo el complejo cuenta con	MAATE (2023)	3/6/2024
23	508511	9754701	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	Este afloramiento es más notable en marea alta, a la vez se apreciaron tramos de arena oscura y tierra brea.	MAATE (2023)	3/6/2024
24	508489	9754625	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	El líquido surge a la superficie en un cubeto de contención durante las temporadas de marea alta, lo que incrementa el nivel de petróleo acumulado en este contenedor.	MAATE (2023)	3/6/2024
25	508414	9754599	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	Durante la inspección, se percibió claramente un olor a hidrocarburo emanando del cubeto. En su interior, se observó que estaba lleno de arena y se hallaron varias	MAATE (2023)	3/6/2024
26	508563	9754967	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA YATCH CLUB (MUELLE)	Se observó un afloramiento donde se evidencia la presencia de gas natural e hidrocarburo (película iridiscente) a un costado del pantalán número 3 del muelle.	MAATE (2023)	3/6/2024
27	508172	9754418	SALINAS	SANTA ROSA	CANAL COSTA DE ORO	El canal, en su estado actual, carece de revestimientos de hormigón, lo que permite que los indicios naturales de petróleo emerjan más fácilmente a la superficie. Esta	MAATE (2023)	3/6/2024
28	504994	9756268	SALINAS	SANTA ROSA	CAMPO PETRÓPOLIS	Se identificó una surgencia entre malezas, además se observaron varias manchas oscuras en el suelo.	MAATE (2023)	3/6/2024
29	504922.226	9756214.1	SALINAS	SANTA ROSA	LAGO CAMPO PETRÓPOLIS	Se observaron películas iridiscentes en la superficie del agua del lago, además de burbujas de gas y acumulaciones de petróleo líquido en las orillas de este.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024

AFLORAMIENTOS								
BASE DE DATOS VERIFICADA								
#	COORDENADAS		CANTÓN	PARROQUIA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	REFERENCIAS	ÚLTIMA FECHA DE ACTUALIZACIÓN
	X	Y						
30	505058.487	9756212.78	SALINAS	SANTA ROSA	BARRIO SAN MATÍAS - CAMPO PETRÓPOLIS	Se identificó una surgencia de petróleo líquido, además de un olor notablemente ofensivo.	Chiles, O., Pico, S. (2024)	3/6/2024
31	504983.795	9756611.52	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SAN LORENZO	Este fenómeno parece originarse de las grietas presentes en las rocas de la formación geológica Cayo. A través de estas fisuras, el petróleo se filtra y se desplaza	El universo. (2016)	3/6/2024
32	504595	9756473	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SAN LORENZO	En esta zona se identificó la presencia de una roca sello natural de hidrocarburos en la superficie, la arena de esta playa se caracteriza por su color excesivamente	MAATE (2023)	3/6/2024
33	505257	9756437	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA	Se identificaron varias películas iridiscentes en la superficie del agua acumulada entre las rocas de esta playa, además de un color oscuro en la arena, petróleo	MAATE (2023)	3/6/2024
34	505315	9756403	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA	Se identificaron varias manchas negras en el suelo, tierra brea y petróleo impregnado en las rocas.	MAATE (2023)	3/6/2024
35	510803	9754855	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PLAYA LA CARIOCA	Se identificó un afloramiento entre las rocas de protección costera, a orillas de la playa, además se observó una película iridiscente en la orilla y partículas de color	MAATE (2023)	3/6/2024
36	510903	9754755	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PISCINAS B.I.MOT 14 MARAÑÓN	En el área se verificó la edificación de cubetos ejecutada por Petroecuador, lo que ha permitido mantener bajo control los afloramientos de hidrocarburos.	MAATE (2023)	3/6/2024
37	510284	9754621	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECÓN ESCOLLERA 1, FRENTE AL PARQUE CENTRAL	Se identificó un afloramiento entre las rocas de protección costera, además, se observó una película brillante en la orilla de la playa y partículas de color negro	MAATE (2023)	3/6/2024
38	509555	9754635	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECÓN ESCOLLERA 5	Durante la inspección, se observaron múltiples rocas con manchas oscuras y segmentos de arena con una notable pigmentación negra, lo que sugiere una posible	MAATE (2023)	3/6/2024
39	513137	9754833	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MEGATERIO	Se observaron 2 surgencias de petróleo líquido aisladas por muros de contención, además se percibió claramente un fuerte olor a crudo, y, por otro lado se observaron	MAATE (2023)	3/6/2024
40	512471	9752710	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA	Se identificó 1 pozo (Pozo AHQ 45) cercano a la zona de surgencia, se observó además petróleo impregnado en las paredes del canal y un olor ofensivo tomando en	MAATE (2023)	3/6/2024
41	512546	9752680	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA	Se identificó 1 pozo (Pozo AHQ 47) cercano a la zona de surgencia, además de manchas negras de petróleo líquido impregnadas en las paredes del canal y un olor	MAATE (2023)	3/6/2024
42	511801	9752543	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR LAS MINAS	Se observaron películas iridiscentes sobre la superficie del agua contaminada del canal, además de varias acumulaciones de petróleo líquido.	MAATE (2023)	3/6/2024
43	511696	9752042	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR VALLE HERMOSO	Se observaron películas iridiscentes sobre la superficie del agua contaminada del canal, además de manchas de petróleo líquido impregnadas en las paredes del	MAATE (2023)	3/6/2024
44	509997	9751372	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR ACHAYAN	Se observaron películas iridiscentes, burbujas de gas y varias acumulaciones de hidrocarburos sobre el agua contaminada a lo largo de la zona de surgencia.	MAATE (2023)	3/6/2024
45	509727	9751493	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR LOS TULIPANES	Se identificaron varias películas iridiscentes y acumulaciones de petróleo líquido sobre el agua contaminada de la albarrada.	MAATE (2023)	3/6/2024
46	511887	9752865	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL IVÁN ABAD GUERRA	Se observó una película brillante en la superficie del agua, en varias zonas del canal de aguas de lluvias que recorre La Libertad y Salinas antes de salir al mar, además el	MAATE (2023)	3/6/2024
47	508835	9752934	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	VIVIENDA BARRIO PARAÍSO	Este afloramiento se encuentra exactamente en las afueras de una vivienda del Barrio Paraiso, se identificó un cerramiento que aísla la zona de surgencia con sus	MAATE (2023)	3/6/2024
48	512885	9755034	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	REFINERÍA LA LIBERTAD	En el área se ha identificado un afloramiento de petróleo, reportado desde los inicios de la refinería La Libertad.	Gallardo, C. (2022)	3/6/2024
49	508675.69	9754525.84	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PLAYA PUERTO LUCÍA YATCH CLUB	La inspección in situ no puede ser llevada a cabo personalmente, sin embargo, las pruebas documentadas por la empresa y los turistas contribuyen a describir la	Gonzabay, D (2022)	3/6/2024
50	514139	9754207	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR FRANCISCO PIZARRO / CARLOS RUBIRA	Se identificaron emanaciones de gas natural y vegetación que contiene hidrocarburo en estado viscoso.	MAATE (2023)	3/6/2024
51	514118	9754285	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CARLOS RUBIRA INFANTE	En un área de dos calles; se identificaron emanaciones de hidrocarburo líquido sobre el suelo a lo largo de la pendiente de la calle, el petróleo tiende a mezclarse	MAATE (2023)	3/6/2024
52	514461	9753941	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE	Se identificó una película brillante en la superficie del canal de aguas de lluvias de este sector además de una acumulación de hidrocarburo natural, hay un recorrido	MAATE (2023)	3/6/2024
53	514589	9754189	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE, NORTE	Se identificó una película iridiscente en la superficie del canal de aguas de lluvias de este sector.	MAATE (2023)	3/6/2024
54	513516	9754142	SANTA ELENA	SANTA ELENA	SECTOR GRELIJA REYES	Durante la inspección llevada a cabo, se observó un terreno baldío caracterizado por una considerable presencia de matorrales y manchas de petróleo en la superficie,	MAATE (2023)	3/6/2024
55	513234	9754228	SANTA ELENA	SANTA ELENA	PARTE POSTERIOR DEL CAMAL LA LIBERTAD, BARRIO LOS TULIPANES	Durante la visita realizada, se identificaron manchas de emanaciones líquidas en diversas áreas de la albarrada, junto con un canal conectado a esta, mediante tubos	MAATE (2023)	3/6/2024
56	514200	9743700	SANTA ELENA	ANCÓN	ACANTILADOS SECCIÓN 73	Se identificó petróleo impregnado en el suelo y en las superficies rocosas.	MAATE (2023)	3/6/2024
57	533500	9754100	SANTA ELENA	SAN VICENTE	BAÑOS DE SAN VICENTE	Se identificó la presencia de borbolones de agua de formación.	MAATE (2023)	3/6/2024

**Figura 35** Base de datos verificada (En Microsoft Excel)  
**Fuente:** Autores

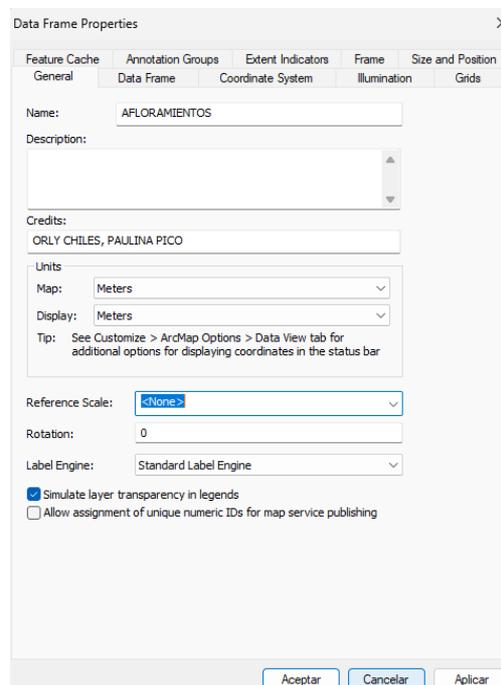
## 4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Con toda la información pertinente y analizada sobre los diversos aspectos de los afloramientos de petróleo, se procedió transferir manualmente estos datos a un Sistema de Información Geográfica (SIG) utilizando el programa ArcMap 10.8.2.

### 4.4.1 Marco de Datos

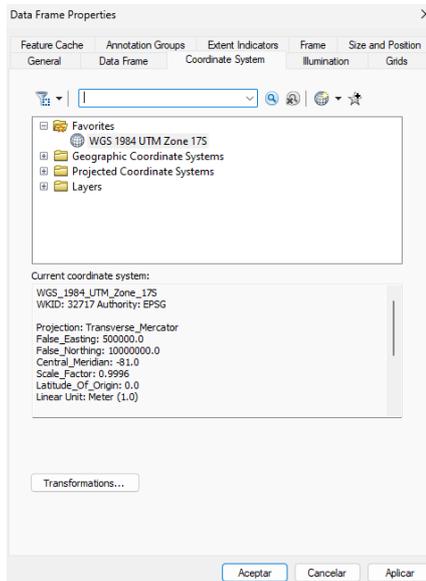
Para la creación del catastro se aplicaron las siguientes propiedades en el marco de datos:

- Unidades en mapa y visualización: Metros, como se lo muestra en la Figura 36.



**Figura 36.** Marco de Datos "Propiedades"  
**Fuente:** Autores

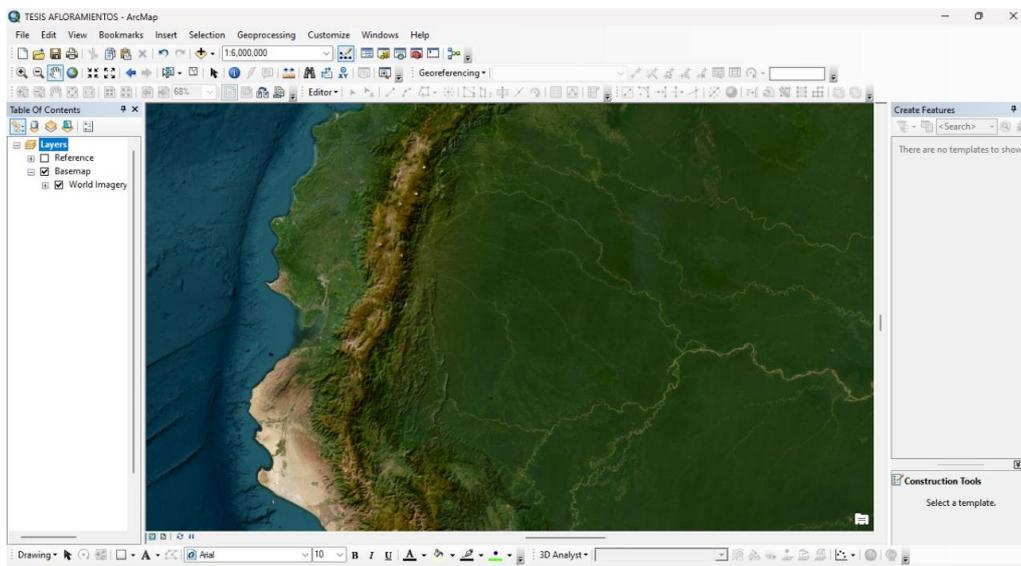
Sistema de Coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S, como se puede observar en la Figura 37.



**Figura 37.** Marco de Datos "Propiedades"- Sistema de coordenadas  
**Fuente:** Autores

#### 4.4.2 Adición de un mapa base

Con el propósito de mejorar la ubicación precisa de los afloramientos y facilitar su visualización mediante imágenes satelitales, se procedió a incorporar un mapa base al marco de datos. Esto permitió una mayor precisión en la localización de los afloramientos y una mejor visualización de estos.

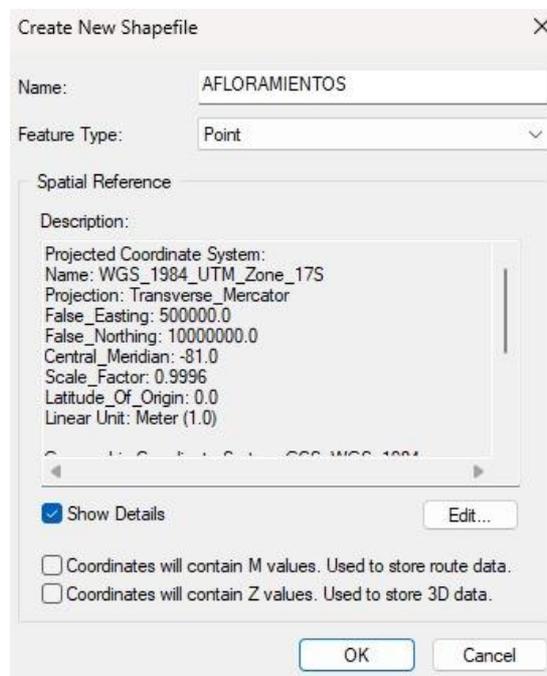


**Figura 38.** Mapa base  
**Fuente:** Autores

#### 4.4.3 Shapefile

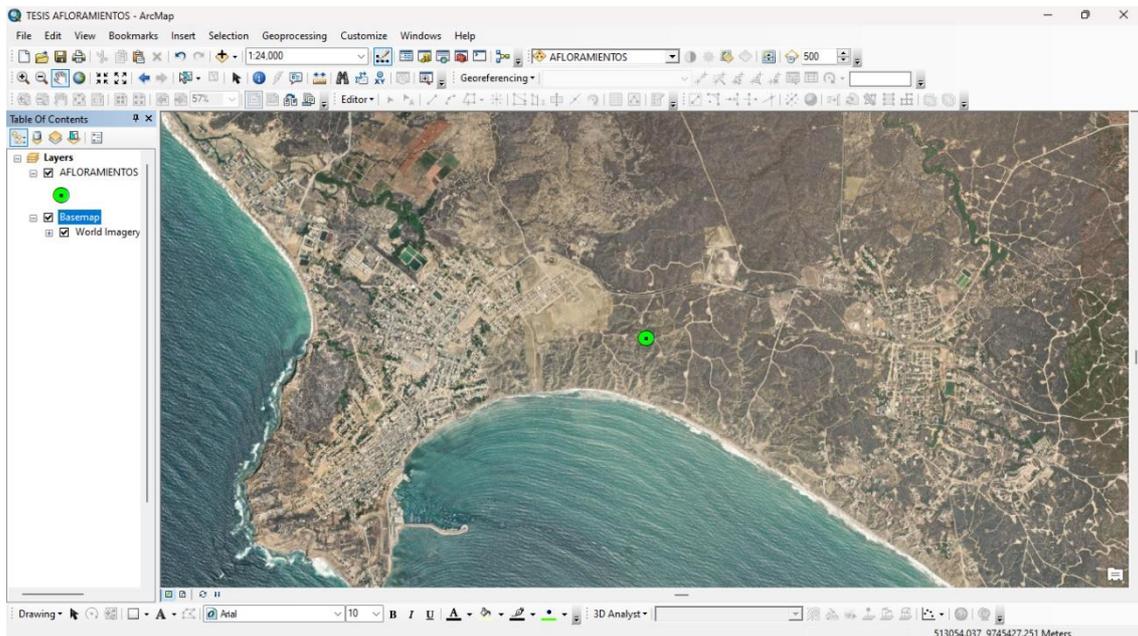
Se creó un shapefile llamado: "AFLORAMIENTOS" con el sistema de coordenadas WGS\_1984\_UTM\_Zone\_17S, Este shapefile es de tipo "Punto", el cual nos ayudó a caracterizar cada afloramiento como puntos específicos con sus respectivas coordenadas.

Las propiedades de este shapefile se observan en la Figura 39.



**Figura 39.** Shapefile "Afloramientos"

**Fuente:** Autores

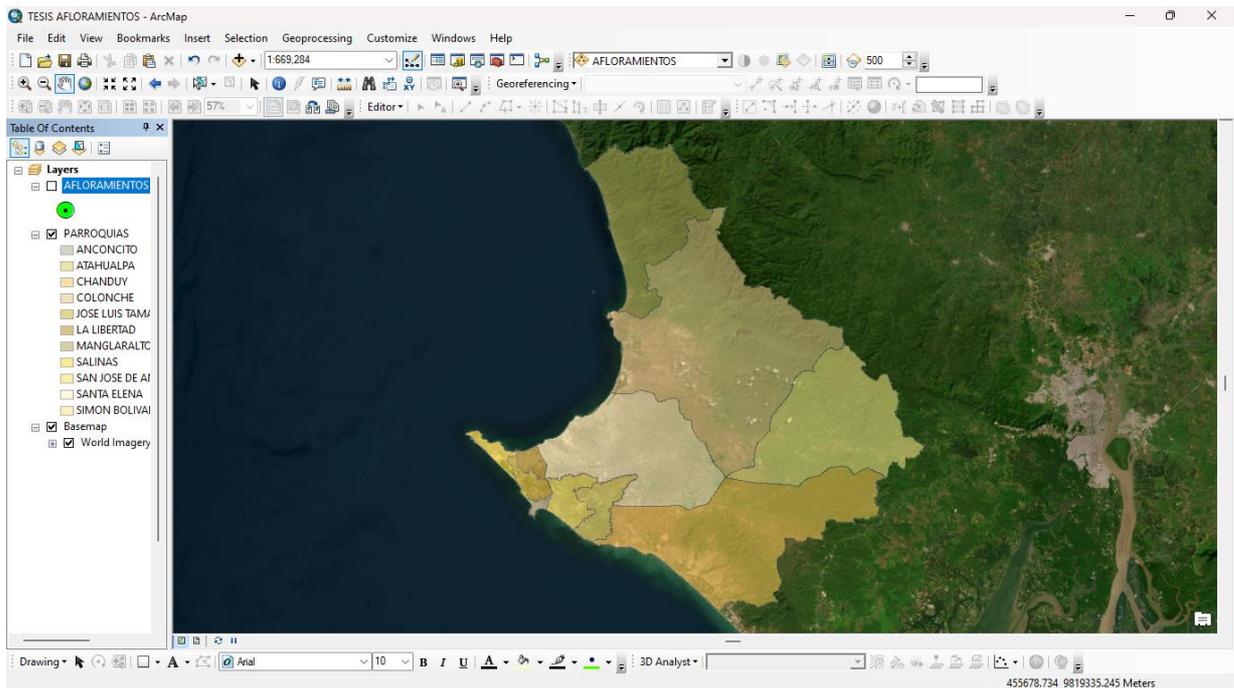


**Figura 40.** Punto de afloramiento en Shapefile "AFLORAMIENTOS"

**Fuente:** Autores

En este shapefile solamente se añadieron los puntos de las coordenadas verificadas, para luego llenar la respectiva tabla de atributos con la información de la base de datos verificada.

Luego, se añadió otro Shapefile tipo "Polígono" para enmarcar la provincia dividiéndola en parroquias, esto nos ayudó visualmente a ubicar los afloramientos petroleros.



**Figura 41.** Shapefile tipo "Polígono" de las parroquias de la provincia de Santa Elena  
**Fuente:** Autores

## 4.5 CATASTRO GENERAL DE LOS AFLORAMIENTOS EN LA PROVINCIA DE SANTA ELENA

Como ya se mencionó, se llevó a cabo la inserción de las coordenadas validadas en un único shapefile llamado “AFLORAMIENTOS”, asegurando que no se repitieran y que estuvieran verificadas tanto por visitas de inspección, como por el estado.

### 4.5.1 *Diseño del Catastro*

Para el diseño del Catastro, se realizaron los siguientes ajustes:

- **Tamaño del Papel y Orientación:**

El tamaño del papel para la impresión fue Carta.

El tamaño estándar de la página utilizado fue A4, con dimensiones de 29.7 cm de ancho y 21 cm de alto, en orientación tipo paisaje.

- **Red de Cuadrículas:**

En el diseño del catastro, se incorporó una red de cuadrículas tipo cruz para localizar con precisión y referenciar los puntos de afloramientos específicos, facilitar la medición de distancias y áreas, así como mejorar la navegación y orientación en el mapa. Esta estructura también garantizó una presentación coherente de los datos geográficos, alineándose con el sistema de coordenadas utilizado.

El intervalo de las cuadrículas utilizado es de 3000 metros en los ejes “x” y “y”.

- **Flecha del Norte:**

En la esquina superior izquierda se incluyó una flecha de norte para orientar correctamente el mapa.

- **Fuente del Mapa Base:**

En la esquina inferior derecha se muestra la fuente del mapa base, el cual está incluido en ArcMap y fue proporcionado por Esri, Maxar, Earthstar Geographics y la comunidad de usuarios de SIG

- **Inserción de Datos Generales:**

Arriba de la fuente del mapa base se insertó una tabla con los datos generales del catastro, incluyendo "institución", título del proyecto, directora, autores, escala (Como texto dinámico), fecha de elaboración del proyecto y datum.

- **Barra de Escala:**

Arriba de esta tabla se añadió una barra de escala en kilómetros para facilitar la referenciación de las distancias en cada tramo visualizado.

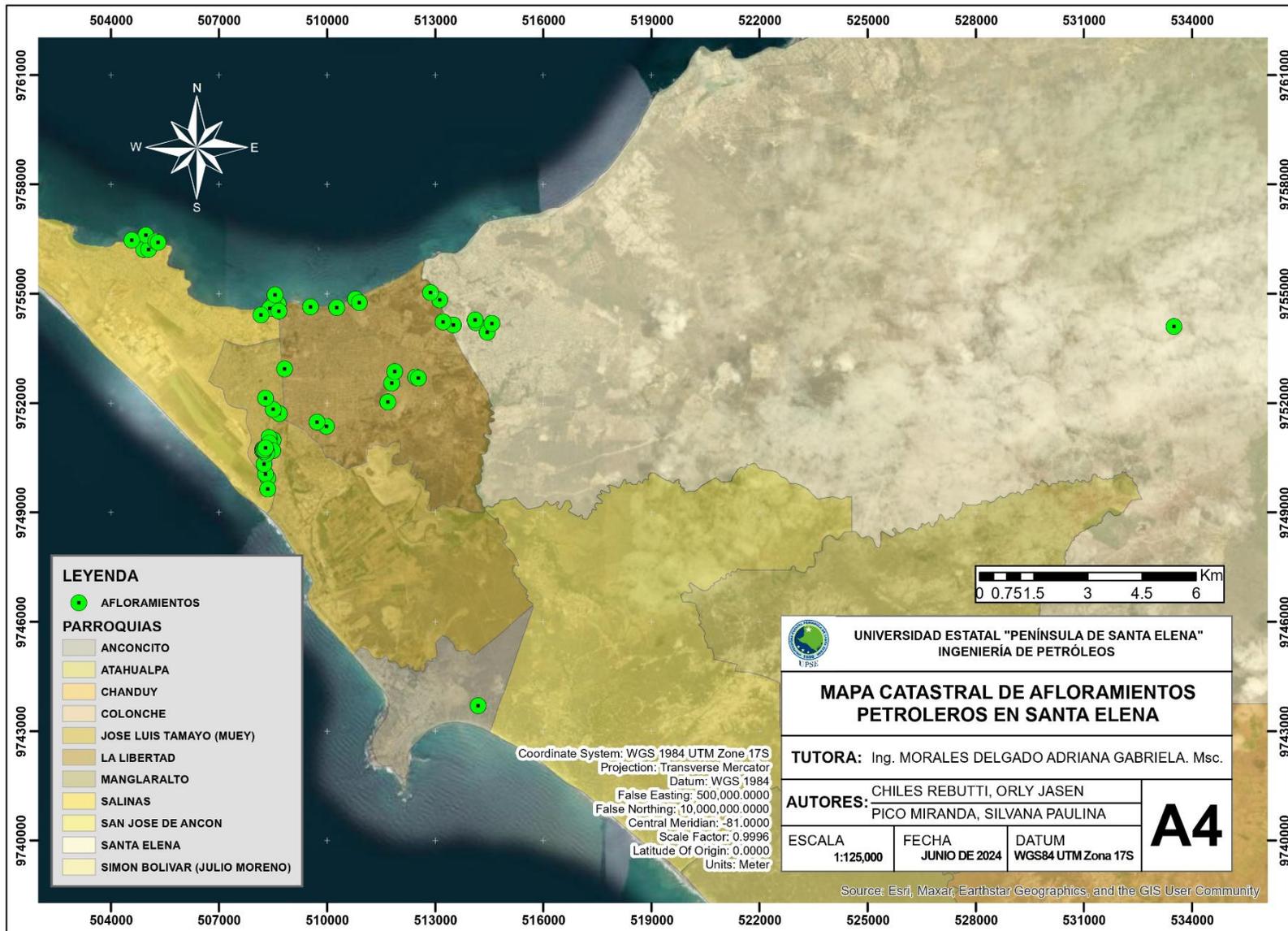
- **Sistema de Coordenadas:**

En el lado izquierdo de la tabla, se insertaron los datos del sistema de coordenadas en texto dinámico (Sincronizado con los ajustes).

- **Leyenda:**

En la esquina inferior izquierda, se insertó una "Leyenda" que ayudará a las entidades beneficiadas a interpretar el mapa. Los afloramientos se muestran como puntos verdes con un punto negro en el centro. Las parroquias de la provincia están distinguidas por diferentes colores, lo que facilita la ubicación de cada afloramiento en sus respectivas parroquias.

Por último, tras completar todos los procedimientos correspondientes, se creó el diseño final para concluir el catastro con toda la información relevante como se muestra en la Figura 44, además se llenó la tabla de atributos del shapefile "AFLORAMIENTOS" con la información de la base de datos de Excel, como se muestra en la Figura 45.



**Figura 42** Catastro general de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena.

**Fuente:** Autores

OBJEC	Shape	Id	X	Y	CANTÓN	PARROQUIA	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	ULTFECH	IMG	REFERENCIAS
1	Point	0	508362.000	9749952.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARN	Se registró tierra brea en las paredes del canal, malezas, y peli	3/6/2024		MAATE (2023)
2	Point	0	508302.000	9750065.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARN	Se registraron malezas, burbujas de gas y películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
3	Point	0	508257.000	9750337.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARN	Se evidenció en todo el canal de 3750 mts de largo con 5 mts de	3/6/2024		MAATE (2023)
4	Point	0	508368.000	9749647.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL VALPARAÍSO, PARTE POSTERIOR CIUDADELA PUNTA CARN	Se registraron varias acumulaciones de hidrocarburo natural, pe	3/6/2024		MAATE (2023)
5	Point	0	508509.000	9751003.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CANAL AGUAS LLUVIA, SECTOR SAN RAYMUNDO	Se observó petróleo líquido impregnado en las capas de sal y en	3/6/2024		MAATE (2023)
6	Point	0	508408.632	9751028.867	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - CENTRO	Se identificó la presencia del afloramiento en un lago, además se	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
7	Point	0	508401.111	9751062.941	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - CENTRO	Se observó claramente la presencia del petróleo impregnado en	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
8	Point	0	508409.837	9750917.002	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - LAGO	En las orillas del lago se percibió la acumulación de hidrocarburo	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
9	Point	0	508506.868	9750703.214	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento se identificó cerca de una vivienda.	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
10	Point	0	508219.339	9750706.635	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento, localizado cerca del lago en una zona árida, f	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
11	Point	0	508224.427	9750746.326	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Este afloramiento, localizado cerca del lago en una zona árida, f	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
12	Point	0	508254.312	9750714.816	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se observó una acumulación de hidrocarburos entre malezas, a	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
13	Point	0	508266.239	9750722.797	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó una acumulación de hidrocarburo, además el olor ol	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
14	Point	0	508330.720	9750619.398	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó este afloramiento como una acumulación considera	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
15	Point	0	508257.265	9750680.558	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificaron manchas en el suelo, además se observó el sur	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
16	Point	0	508244.168	9750729.374	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se observó una acumulación de petróleo líquido, burbujas de ga	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
17	Point	0	508275.118	9750726.120	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificó una acumulación de hidrocarburo, además el olor ol	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
18	Point	0	508302.171	9750778.177	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CAMPUS SANTA PAULA - SUR	Se identificaron películas iridiscen	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
19	Point	0	508687.315	9751718.676	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	BARRIO SAN RAYMUNDO	Se observó claramente la presencia de la surgencia de hidrocar	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
20	Point	0	508515.000	9751837.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCAÑO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"	Se identificó claramente la presencia de películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
21	Point	0	508299.000	9752149.000	SALINAS	JOSÉ LUIS TAMAYO	CERCAÑO A ESCUELA "ÁRBOL DE VIDA"	Se identificó claramente la presencia de la surgencia debido al c	3/6/2024		MAATE (2023)
22	Point	0	508653.000	9754727.000	SALINAS	SANTA ROSA	PUERTO LUCÍA YATCH CLUB	En todo el canal se identificó un fuerte olor y presencia de petró	3/6/2024		MAATE (2023)
23	Point	0	508511.000	9754701.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	Este afloramiento es más notable en marea alta, a la vez se apre	3/6/2024		MAATE (2023)
24	Point	0	508489.000	9754625.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	El líquido surge a la superficie en un cubeto de contención duran	3/6/2024		MAATE (2023)
25	Point	0	508414.000	9754599.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA	Durante la inspección, se percibió claramente un olor a hidrocar	3/6/2024		MAATE (2023)
26	Point	0	508563.000	9754967.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA PUERTO LUCÍA YATCH CLUB (MUELLE)	Se observó un afloramiento donde se evidencia la presencia de	3/6/2024		MAATE (2023)
27	Point	0	508172.000	9754418.000	SALINAS	SANTA ROSA	CANAL COSTA DE ORO	El canal, en su estado actual, carece de revestimientos de hormi	3/6/2024		MAATE (2023)
28	Point	0	504994.000	9756268.000	SALINAS	SANTA ROSA	CAMPO PETRÓPOLIS	Se identificó una surgencia entre malezas, además se observar	3/6/2024		MAATE (2023)
29	Point	0	504922.226	9756214.101	SALINAS	SANTA ROSA	LAGO CAMPO PETRÓPOLIS	Se observaron películas iridiscen	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
30	Point	0	505058.487	9756212.779	SALINAS	SANTA ROSA	BARRIO SAN MATÍAS - CAMPO PETRÓPOLIS	Se identificó una surgencia de petróleo líquido, además de un olo	3/6/2024		Chiles, O., Pico, S. (202
31	Point	0	504983.795	9756611.517	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SAN LORENZO	Este fenómeno se origina en las grietas de las rocas de la forma	3/6/2024		El universo. (2016)
32	Point	0	504595.000	9756473.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SAN LORENZO	En esta zona se identificó la presencia de una roca sello natural	3/6/2024		MAATE (2023)
33	Point	0	505257.000	9756437.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA	Se identificaron varias películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
34	Point	0	505315.000	9756403.000	SALINAS	SANTA ROSA	PLAYA SANTA ROSA	Se identificaron varias manchas negras en el suelo, tierra brea y	3/6/2024		MAATE (2023)
35	Point	0	510803.000	9754855.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PLAYA LA CARIOCA	Se identificó un afloramiento entre las rocas de protección coste	3/6/2024		MAATE (2023)
36	Point	0	510903.000	9754755.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PISCINAS B.I.MOT 14 MARAÑÓN	En el área se verificó la edificación de cubetos ejecutada por Pet	3/6/2024		MAATE (2023)
37	Point	0	510284.000	9754621.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECON ESCOLLERA 1, FRENTE AL PARQUE CENTRAL	Se identificó un afloramiento entre las rocas de protección coste	3/6/2024		MAATE (2023)
38	Point	0	509555.000	9754635.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MALECON ESCOLLERA 5	Durante la inspección, se observaron múltiples rocas con manch	3/6/2024		MAATE (2023)
39	Point	0	513137.000	9754833.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	MEGATERIO	Se observaron 2 surgencias de petróleo líquido aisladas por mur	3/6/2024		MAATE (2023)
40	Point	0	512471.000	9752710.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA	Se identificó 1 pozo (Pozo AHQ 45) cercano a la zona de surge	3/6/2024		MAATE (2023)
41	Point	0	512546.000	9752680.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CIUDADELA LA PROPICIA	Se identificó 1 pozo (Pozo AHQ 47) cercano a la zona de surge	3/6/2024		MAATE (2023)
42	Point	0	511801.000	9752543.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR LAS MINAS	Se observaron películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
43	Point	0	511696.000	9752042.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR VALLE HERMOSO	Se observaron películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
44	Point	0	509997.000	9751372.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL DE AGUAS LLUVIA, SECTOR ACHAYAN	Se observaron películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
45	Point	0	509727.000	9751493.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	ALBARRADA SECTOR LOS TULIPANES	Se identificaron varias películas iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
46	Point	0	511887.000	9752865.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	CANAL IVÁN ABAD GUERRA	Se observó una película brillante en la superficie del agua, en va	3/6/2024		MAATE (2023)
47	Point	0	508835.000	9752934.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	VIVIENDA BARRIO PARAISO	Este afloramiento se encuentra exactamente en las afueras de u	3/6/2024		MAATE (2023)
48	Point	0	512685.000	9755034.000	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	REFINERÍA LA LIBERTAD	En el área se ha identificado un afloramiento de petróleo, reporta	3/6/2024		Gallardo, C. (2022)
49	Point	0	508675.690	9754525.840	LA LIBERTAD	LA LIBERTAD	PLAYA PUERTO LUCÍA YATCH CLUB	La inspección in situ no puede ser llevada a cabo personalmente	3/6/2024		Gonzabay, D (2022)
50	Point	0	514139.000	9754207.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR FRANCISCO PIZARRO / CARL	Se identificaron emanaciones de gas natural y vegetación que c	3/6/2024		MAATE (2023)
51	Point	0	514118.000	9754285.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIA, CARLOS RUBIRA INFANTE	En un área de dos calles; se identificaron emanaciones de hidro	3/6/2024		MAATE (2023)
52	Point	0	514461.000	9753941.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE	Se identificó una película brillante en la superficie del canal de ag	3/6/2024		MAATE (2023)
53	Point	0	514589.000	9754189.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	CANAL DE AGUAS LLUVIAS, SECTOR 1 DE SEPTIEMBRE, NORTE	Se identificó una película iridiscen	3/6/2024		MAATE (2023)
54	Point	0	513616.000	9754142.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	SECTOR GRELIA REYES	Durante la inspección llevada a cabo, se observó un terreno bal	3/6/2024		MAATE (2023)
55	Point	0	513234.000	9754228.000	SANTA ELENA	SANTA ELENA	PARTE POSTERIOR DEL CAMAL LA LIBERTAD, BARRIO LOS TULIPAN	Durante la visita realizada, se identificaron manchas de emanaci	3/6/2024		MAATE (2023)
56	Point	0	514200.000	9743700.000	SANTA ELENA	ANCON	ACANTILADOS SECCION 73	Se identificó petróleo impregnado en el suelo y en las superficie	3/6/2024		MAATE (2023)
57	Point	0	533500.000	9754100.000	SANTA ELENA	SAN VICENTE	BAÑOS DE SAN VICENTE	Se identificó la presencia de borbotones de agua de formación.	3/6/2024		MAATE (2023)

Figura 43 Tabla de atributos de los afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena.

Fuente: Autores

## **CAPITULO 5**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

En conclusión, el objetivo principal de este proyecto fue el de crear un catastro general de afloramientos de petróleo en la provincia de Santa Elena usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), este se implementará como una herramienta de control, planificación y consulta para las entidades competentes lo que les permitirá realizar estudios más precisos, mejorar sus respuestas ante riesgos y catástrofes, y así, asignar los recursos gubernamentales de forma óptima.

Se llevó a cabo una minuciosa compilación y comparación de coordenadas provenientes de diversas fuentes, incluidas instituciones estatales relevantes, seguida de una exhaustiva verificación de datos. Este proceso no solo permitió identificar y confirmar la precisión de los datos recopilados, sino que también destacó la importancia crucial de la visita de campo y el análisis detallado de imágenes satelitales como métodos clave para validar la información geoespacial.

Como resultado, se creó una nueva y sólida base de datos geográfica que incluye atributos detallados de afloramientos naturales. Durante la visita de campo, se identificaron 6 nuevos afloramientos, elevando el total a 57 en la provincia de Santa Elena, predominantemente ubicados en el cantón Salinas (38), seguidos por La Libertad (13) y Santa Elena (8).

Se encontró que el 93% de los afloramientos naturales inspeccionados no se encuentran cercanos a pozos productores o abandonados. Por lo que no se podría asociar los afloramientos cercanos a los pozos CAU-034 y Carolina 31 con daños mecánicos en dichos pozos. Para ello, se recomienda llevar a cabo una investigación más profunda que incluya un análisis detallado del subsuelo.

Estos hallazgos no solo fortalecen la fiabilidad de los datos geoespaciales utilizados en el estudio, sino que también proporcionan una plataforma robusta y actualizada para futuras investigaciones y gestión de recursos naturales.

Esta herramienta emergente se posiciona como un recurso invaluable para autoridades locales y otros interesados en la preservación y manejo sostenible de los recursos petroleros de la provincia, subrayando la importancia del uso de tecnologías avanzadas en estudios geoespaciales para decisiones informadas y medidas de conservación. Además, esta herramienta puede ser empleada para garantizar el cumplimiento de normativas ambientales y regulatorias, mediante la generación de informes y análisis que respalden la toma de decisiones fundamentadas.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

Es necesario que las instituciones inviertan en equipos tecnológicos como computadoras, drones y licencias de software especializado para mantener la cartografía catastral constantemente actualizada.

Se recomienda incluir información cuantitativa de los afloramientos como volumen de hidrocarburos contenidos, área de la mancha, etc. Con la finalidad de poder

monitorear el tiempo de llenado de cada depresión y coordinar tareas de recolección para controlar su expansión y mayor contaminación del suelo.

Al finalizar esta investigación los resultados se presentaron en mapas que muestran la ubicación de los afloramientos de petróleo detectados en la provincia de Santa Elena. Además, se elaboró un tablero interactivo donde se pueden ubicar los afloramientos de petróleo en cada uno de los barrios visitados para el levantamiento del proyecto, por lo que es preciso su actualización y alimentación periódica.

Se considera importante asociar en la tabla de atributos el histórico de surgencia de cada afloramiento con el propósito de entender la dinámica de estos y poder prevenir eventos ambientales que alarmen a la población.

La actualización constante del catastro digital contribuirá a la calidad y confiabilidad de la información geológica disponible para su uso efectivo en la planificación de la gestión de recursos y la toma de decisiones. Esto beneficiaría a otras entidades relacionadas al proporcionarles datos actualizados.

## BIBLIOGRAFÍA

Alvaro, T. (2003). *Eficacia de los Dispersantes Biodegradables sobre los derrames*.  
Guayaquil.

Asociación de Geólogos. (2013). Hidrocarburos convencionales y no convencionales. 5-6.

AUFI, & ETHAL. (2022). Wells Operations Data Visualization Through GIS Mapping  
Software. Abu Dhabi.

Ayala, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*.

Benítez, S. (1995). Évolution géodynamique de la province côtière sud-équatorienne au  
Crétacé supérieur-Tertiaire.

C. Loor, G. S. (2021). *Análisis de beneficio ambiental neto de dispersantes para el  
control en un derrame de hidrocarburos generado por buques en el Terminal  
Petrolero La Libertad*. Libertad.

Furones, Á. (2011). Sistema y marco de referencia terrestre. Sistemas de coordenadas.  
Valencia: Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría.  
Universidad Politécnica de Valencia.

Guzmán, H. (2001). *Campo Petrolero*.

Ibañez, L. H. (2014). *Administración de sistemas gestores de base de datos*. Madrid : RA-  
MA .

Jaillard, E. (2009). Accreted oceanic terranes in Ecuador: southern edge of the Caribbean  
Plate?

- Lorenzo, & Morato. (2019). *Geología del Petróleo* (Vol. 1). UPSE.
- Luna, V. (2023). *Aplicación de los SIG en el Análisis de Riesgos de Desastres Generados por Amenazas Naturales y Antrópicas: Una Revisión Bibliográfica*. MEDELLIN, ANTIOQUIA.
- MAATE. (2010). Informe técnico MAEDPSE-010. Ecuador.
- MasterGIS. (2018). *Manual de sistemas de información geográfica (SIG)* (Vol. 2). Lima.
- Ministerio de Energía y Minas. (2023). Comunicado sobre afloramientos naturales en Santa Elena.
- Molina, A., Lopez, L., & Villegas, G. (2006). *Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la Planificación Municipal*.
- Peña, J. (2008). *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión de territorio (3a edición)*. Club Universitario .
- Perez, A. N. (2011). *Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática*. Madrid: UOC.
- Pulido, A. L. (2019). *Caracterización estructural de afloramientos rocosos mediante herramientas de percepción remota*. Bogotá.
- Reuter, A. (2001). *Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)* (3 ed.).
- Reyes, E. (2013). *Manual de términos Geológicos utilizados en la Industria Petrolera*. México, México: Universitaria. Obtenido de <https://docplayer.es/47782538-T-e-s-i-n-a-ingeniero-petrolero.html>

Riesterer, J., Narsavage, D., & Boyack, D. (2008). UTM-Universal Transverse Mercator Geographic Coordinate System. Geospatial Training and Analysis Cooperative Introduction to Topographic Maps.

Salas, A. (2015). *Sistema Petrolero*. Obtenido de [www.academia.edu](http://www.academia.edu).  
[https://www.academia.edu/16365962/SISTEMA\\_PETROLERO](https://www.academia.edu/16365962/SISTEMA_PETROLERO)

Suárez Peña, E. (2017). Proyecciones cartográficas y mapas.

Yagual, K. (2020). Técnicas de Recuperación de Suelos Contaminados por Hidrocarburos Aplicables en el Cantón Salinas.