

ASOCIACIÓN SMC ECUADOR INC. – PACIFPETROL
ANDIPETROLEOS S.A. – SANTA ELENA OIL & GAS CORP.

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE GEOGRAFÍA**

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO GEÓGRAFO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**ANÁLISIS ESTRATÉGICO TERRITORIAL DEL BLOQUE 2
“GUSTAVO GALINDO VELASCO” – SANTA ELENA.**

Paúl Andrés Sabando Mosquera

Director académico: Mg. Santiago Jaramillo

Director institucional: Ing. Vicente Valarezo

Quito – 2018

Agradecimientos

A mi familia que siempre me ha apoyado para seguir hacia adelante y es un soporte fundamental en mi vida.

A mi madre que con su incondicional amor ha sabido guiarme y ayudarme en cada paso para el cumplimiento de este objetivo. Te amo.

A la empresa Pacifpetrol S.A. por su colaboración y apertura para la realización del presente trabajo. Especialmente para el Ing. Vicente Valarezo que supo confiar en mi capacidad para afrontar los requerimientos de la empresa.

Al área de operaciones de la empresa y al departamento de Geología con los cuales compartí gratos momentos de aprendizaje.

Índice de Contenidos

1. Capítulo I. Generalidades.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Planteamiento del problema.....	3
1.4. Justificativo.....	4
1.5. Preguntas de investigación.....	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1. Objetivo general.....	5
1.6.2. Objetivos específicos.....	6
1.7. Marco teórico.....	6
1.7.1. Análisis espacial.....	6
1.7.2. Teoría General de Sistemas.....	7
1.7.3. Planificación.....	7
1.7.3.1. Planificación estratégica.....	9
1.7.3.2. Planificación territorial.....	10
1.7.4. Riesgos naturales.....	12
1.7.4.1. Variabilidad climática, cambio climático y vulnerabilidad.....	12
1.7.4.2. Fenómeno El Niño.....	13
1.7.4.3. Inundaciones.....	13
1.8. Metodología.....	14
1.8.1. Tipo de investigación.....	14
1.8.2. Técnicas de investigación.....	15
1.8.3. Proceso Analítico Jerárquico.....	15
2. Capítulo II. Diagnóstico territorial.....	17
2.1. Caracterización general del área de estudio.....	17
2.2. Diagnóstico por componentes.....	19
2.2.1. Componente biofísico.....	19
2.2.1.1. Relieve	19
2.2.1.2. Geología.....	21
2.2.1.3. Suelos.....	23
2.2.1.4. Cobertura y uso del suelo.....	24

2.2.1.5.	Clima.....	25
2.2.1.6.	Hidrología.....	27
2.2.1.7.	Ecosistemas frágiles, servicios ambientales y territorio bajo conservación o manejo ambiental.....	28
2.2.1.8.	Recursos naturales no renovables.....	31
2.2.2.	Componente sociocultural.....	32
2.2.2.1.	Análisis demográfico.....	32
2.2.2.2.	Educación.....	35
2.2.2.3.	Salud.....	37
2.2.2.4.	Necesidades básicas.....	38
2.2.2.5.	Grupos étnicos.....	39
2.2.2.6.	Movimientos migratorios y vectores de movilidad humana.....	39
2.2.3.	Componente económico productivo.....	40
2.2.3.1.	Estructura productiva.....	40
2.2.3.2.	Empleo y trabajo.....	41
2.2.3.3.	Características de las principales ramas de actividad económica.....	42
2.2.3.4.	Infraestructura para el fomento productivo.....	43
2.2.3.5.	Amenazas a la infraestructura y áreas productivas.....	44
2.2.4.	Componente de asentamientos humanos.....	44
2.2.4.1.	Infraestructura y acceso a servicios básicos, déficit, cobertura, calidad: agua potable, electricidad, saneamiento, desechos sólidos.....	44
2.2.4.2.	Acceso de la población a vivienda y catastro predial...	45
2.2.5.	Componente movilidad, energía y conectividad.....	47
2.2.5.1.	Redes viales y de transporte.....	47
2.2.6.	Componente político institucional y participación ciudadana.....	47
2.2.6.1.	Instrumentos de planificación y ordenamiento territorial vigentes o existentes en el gobierno autónomo descentralizado, así como el marco legal vigente.....	47
2.3.	Amenazas, vulnerabilidad y riesgo.....	48
2.4.	Modelo territorial actual.....	49

3.	Vulnerabilidad física y amenazas de inundación.....	51
3.1.	Recolección de información.....	51
3.1.1.	Datos históricos de precipitaciones.....	51
3.1.2.	Análisis de la producción en Ancón para el año 2017.....	56
3.1.3.	Imágenes satelitales.....	57
3.1.4.	Datos topográficos.....	59
3.2.	Tratamiento de la información.....	59
3.2.1.	Imágenes satelitales.....	59
3.2.1.1.	Preprocesamiento.....	59
3.2.1.2.	Procesamiento.....	60
3.2.1.3.	Digitalización de cobertura vial.....	62
3.2.2.	Información topográfica.....	64
3.2.3.	Análisis AHP.....	67
3.2.3.1.	Determinación de variables.....	67
3.2.3.2.	Ponderación de variables.....	69
3.2.3.3.	Evaluación en la matriz de Saaty.....	73
3.3.	Amenaza de inundaciones.....	76
4.	MTD y propuesta de lineamientos.....	81
4.1.	Resultados.....	81
4.1.1.	Riesgo de inundación a la infraestructura productiva.....	81
4.2.	Modelo territorial deseado.....	83
4.3.	Lineamientos para la optimización de la producción.....	84
4.3.1.	Modelo de ruteo de vehículos.....	84
4.3.2.	Piscinas de disposición de ripios y lodos de perforación.....	86
4.3.3.	Medidas estructurales y no estructurales.....	88
5.	Conclusiones.....	94
6.	Recomendaciones.....	95
7.	Bibliografía.....	96
8.	Anexos.....	103

Índice de tablas

Tabla 1. Vértices del bloque 2.....	18
Tabla 2. Áreas de las parroquias dentro del bloque 2.....	18
Tabla 3. Áreas de los relieves en el bloque 2.....	21
Tabla 4. Superficie de la cobertura y uso del suelo del bloque 2.....	25
Tabla 5. Superficie de ecosistemas del bloque 2.....	30
Tabla 6. Número de habitantes en el bloque 2.....	34
Tabla 7. Proyecciones demográficas por cantón.....	35
Tabla 8. Precipitación mensual acumulada de la estación "La Libertad" - INOCAR, serie 1995 - 1999.....	52
Tabla 9. Principales especificaciones de las imágenes RapidEye, nivel 3A.....	58
Tabla 10. Descripción de la categorización de la red vial. Adaptado de: NEVI- 12, 2013.....	63
Tabla 11. Caracterización y operacionalización de variables utilizadas en matrices de comparación de pares para la amenaza de inundación.....	68
Tabla 12. Ponderación de la cobertura y uso del suelo.....	70
Tabla 13. Ponderación de las pendientes.....	70
Tabla 14. Ponderación de las formas del relieve.....	71
Tabla 15. Ponderación de los tipos de textura del suelo.....	72
Tabla 16. Ponderación de los escenarios de precipitación.....	73
Tabla 17. Escala fundamental de números absolutos.....	74
Tabla 18. Matriz de comparación de pares para inundaciones por precipitaciones menores a 500 mm.....	76
Tabla 19. Matriz de comparación de pares para inundaciones por precipitaciones mayores a 500 mm hasta 1000 mm.....	76
Tabla 20. Pesos de los sumideros para los escenarios propuestos.....	77
Tabla 21. Matriz de comparación de pares para el análisis de inundaciones...	78
Tabla 22. Nivel de amenaza para inundaciones.....	78
Tabla 23. Variables ponderadas para la recomendación de construcción de piscinas para disposición de ripios y lodos de perforación.....	87

Tabla 24. Matriz de comparación de pares para determinar zonas recomendables de construcción de piscinas para disposición de ripios y lodos de perforación.....	87
Tabla 25. Medidas estructurales.....	89
Tabla 26. Medidas no estructurales.....	91

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del bloque 2.....	17
Figura 2. Mapa de relieves del bloque 2.....	19
Figura 3. Mapa de formaciones geológicas del bloque 2.....	21
Figura 4. Mapa de uso y cobertura del suelo del bloque 2.....	24
Figura 5. Mapa de tipos de clima del bloque 2.....	25
Figura 6. Mapa hidrológico del bloque 2.....	27
Figura 7. Mapa de ecosistemas del bloque 2.....	28
Figura 8. Mapa de afloramientos naturales de hidrocarburo y minas de material pétreo en el bloque 2.....	32
Figura 9. Mapa de poblaciones del bloque 2.....	32
Figura 10. Pirámide poblaciones de la provincia de Santa Elena.....	33
Figura 11. Sistema educativo vigente.....	35
Figura 12. Mapa de analfabetismo en el bloque 2.....	36
Figura 13. Analfabetismo y escolaridad en Santa Elena.....	37
Figura 14. Pobreza por NBI.....	38
Figura 15. Identificación étnica.....	39
Figura 16. Actividades económicas y valores agregados.....	40
Figura 17. Actividades económicas en Santa Elena.....	41
Figura 18. Estructura productiva.....	42
Figura 19. Principales actividades económicas según la PEA ocupada.....	42
Figura 20. Consumo de agua en Santa Elena.....	44
Figura 21. Acceso a servicios básicos.....	45
Figura 22. Tenencia de la vivienda.....	46
Figura 23. Tipos de vivienda.....	46
Figura 24. Relación del primer cuatrimestre de 1998 con los valores normales de precipitación, estación "La Libertad".....	53
Figura 25. Registro pluviométrico estación "Santa Elena" – INAMHI.....	53
Figura 26. Registro pluviométrico estación "La Libertad" – INOCAR.....	54
Figura 27. Producción real vs producción esperada en 2017.....	56
Figura 28. Relación producción real y precipitaciones, año 2017.....	57

Figura 29. NDVI de imágenes RapidEye.....	61
Figura 30. Mapa de la red vial existente en el bloque 2.....	64
Figura 31. Modelos digitales de elevación.....	65
Figura 32. Sumideros en el bloque 2.....	67
Figura 33. Índice aleatorio de consistencia (IA) para el número de elementos que se comparan.....	75
Figura 34. Mapa de amenaza de inundaciones para el escenario 1.....	79
Figura 35. Mapa de amenaza de inundaciones para el escenario 2.....	80
Figura 36. Riesgo vial ante inundaciones para el escenario 1.....	81
Figura 37. Riesgo vial ante inundaciones para el escenario 2.....	82
Figura 38. Modelo cartográfico de ruteo vehicular.....	85
Figura 39. Mapa de zonas recomendadas para la construcción de piscinas de desechos sólidos.....	88

Capítulo I. Generalidades

8.1. Introducción

El presente trabajo tiene como objetivo realizar un análisis territorial del bloque petrolero 2 “Gustavo Galindo Velasco”, localizado en la península de Santa Elena, provincia del mismo nombre, para determinar amenazas y fortalezas, que a su vez sirvan de base para realizar estudios de caso y permitan proponer lineamientos y actividades enfocadas en la planificación territorial y la reducción de riesgos físicos.

El primer capítulo engloba las generalidades de este trabajo, tales como la justificación, objetivos, planteamiento del problema, etc. y el contexto en el que se desarrolló.

En el segundo capítulo se realizó el diagnóstico territorial del bloque 2, en base al análisis sistémico de sus componentes, para determinar el modelo territorial actual (MTA) orientado a las actividades productivas petroleras del territorio en el que se expresan sus fortalezas y amenazas.

En el tercer capítulo se encuentra una evaluación sobre el evento de fuertes precipitaciones a inicios del año 2017 en la península que se expresaron en pérdidas productivas. También se determinó la vulnerabilidad física de la infraestructura vial, que conecta los pozos petroleros.

El cuarto capítulo comprende la territorialización de los objetivos de la empresa relativos a los proyectos a futuro y la planificación para la reducción de riesgos y prevención de desastres, expresados en un modelo territorial deseado (MTD). En ese sentido se proponen actividades y lineamientos, de acuerdo a los resultados obtenidos, que sirvan de soporte técnico para la toma de decisiones y cumplimiento de los objetivos propuestos.

Los capítulos quinto y sexto corresponden a las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron del presente trabajo.

8.2. Antecedentes

Los indicios naturales de petróleo en la península de Santa Elena fueron constatados por Teodoro Wolf, a finales del siglo XIX, en su libro *Geografía y geología del Ecuador* (1892). En él se detalla la presencia de petróleo líquido en la superficie y retenido por capas impermeables observables en los perfiles de terreno en quebradas o acantilados, era conocido por los nativos como *copé* o *copey* y extraído en forma de brea mediante pozos redondos pocos profundos (Wolf, 1892).

La empresa Anglo Ecuadorian Oilfields realizó actividades de explotación desde 1921 hasta 1976, período en el cual fueron perforados 2814 pozos que alcanzaron una producción de 10.000 b/p. El grupo Synergy adquirió los intereses del campo en 2002, con Pacifpetrol en calidad de operadora. El crudo producido tiene un promedio de 35,87°API, con un corte de agua de 21% aproximadamente, además se inició la producción de gasolina natural y gas. (PACIFPETROL, 2013).

Grupo Synergy E&P Ecuador (Exploración y Producción de Hidrocarburos) es una división del Grupo Synergy Resources especializada en la operación de bloques petroleros maduros en Ecuador. Operan en Ecuador desde 1999, cuando Grupo Synergy inició una etapa de ampliación y diversificación de sus negocios en el sector petrolero (Grupo Synergy E&P Ecuador, 2013). Actualmente, el Bloque 2 “Gustavo Galindo Velasco” (nombrado desde aquí como “bloque”) es administrado por la operadora Pacifpetrol S.A. con una participación del 90% (Grupo Synergy E&P Ecuador, 2013). El área de concesión es de 1.200 km², de los cuales 670 km² corresponden al área continental donde se realizan las actividades extractivas.

El bloque petrolero concedido al Grupo Synergy es administrado a través de su empresa Pacifpetrol S.A., está dividido en 3 zonas y 16 secciones según su acopio. La producción promedio de petróleo es de alrededor de 1.200 b/p y se la realiza principalmente mediante tres sistemas de extracción: Herramienta Local (HL), Bombeo Mecánico (BM) y por el método SWAB (pistoneo), durante las 24 horas del día con turnos de trabajo rotativos entre día y noche. Cuenta

con 2882 pozos petroleros perforados, de los cuales 45% de los pozos están en producción y 55% se encuentran en estado parado transitorio.

Los objetivos de producción para el bloque son establecidos por el departamento de Yacimientos y Producción en las oficinas de Quito. La programación de extracción del crudo lo realiza el departamento de Producción en Ancón apuntando a los objetivos propuestos, tomando en cuenta el ciclo energético del yacimiento, su profundidad y el sistema de extracción a utilizar. El siguiente filtro de programación corresponde al departamento de Operaciones que analiza las capacidades (longitud del cable, problemas mecánicos) de las unidades disponibles para proceder a las actividades en campo a partir de los parámetros antes mencionados.

La producción de crudo en el bloque se realiza mediante extracción puntual por cada pozo, de acuerdo a un ciclo y potencial determinados. Es decir, se realizan visitas programadas a cada pozo, pero no son todos los pozos visitados diariamente.

Estas visitas las realizan unidades móviles que ejercen tres funciones diferentes: las unidades de extracción se encargan de extraer el crudo de cada pozo mediante dos sistemas; las unidades de medición realizan las comprobaciones de volumen de cada tanque ubicado en todo el campo; las unidades de recolección se encargan de recaudar todos los barriles de crudo almacenados en los tanques de descarga y llevarlos al área de captación y tratamiento de crudo, conocido como “Casa bomba”.

Además se realizan otro tipo de actividades relacionadas directamente con el sistema vial, como el movimiento de balancines, trabajos de mantenimiento de pozos, visitas de campo. El sistema vial es el componente estructural que conecta los pozos y cuyas afectaciones influyen directamente al sistema productivo petrolero.

8.3. Planteamiento del problema

La provincia de Santa Elena presenta dos estaciones bien marcadas: seca y lluviosa. En condiciones normales las lluvias no superan los 300 mm acumulados anuales. Sin embargo, a inicios de 2017 se produjeron precipitaciones que

superaron el promedio acumulado mensual dando lugar a inundaciones inesperadas en la provincia. Según los reportes del INAMHI e INOCAR, éstas fueron las lluvias más fuertes desde 1998, último fenómeno El Niño.

Por otra parte, en la provincia se realizan actividades hidrocarburíferas desde 1920. Alrededor de 1300 pozos están productivos actualmente y son parte del área de concesión denominada bloque 2 “Gustavo Galindo Velasco” a cargo de Pacifpetrol S.A. Todos los pozos petroleros del bloque están interconectados por vías de lastre a través de las cuales se puede acceder para actividades de intervención, extracción de crudo, mantenimiento y recolección.

Incluidos los efectos a los asentamientos humanos, las inundaciones de 2017 generaron daños y pérdidas que afectaron a la infraestructura productiva dando como resultado pozos inaccesibles y/o vehículos dañados, terminando el año con un déficit de la producción esperada.

Es necesario entender las condiciones territoriales del bloque 2, comprender el fenómeno de inundación que afectó las actividades productivas a inicios del 2017 para generar un modelo de inundaciones que contemple precipitaciones extremas y sirva como soporte técnico para la toma de decisiones y actividades de planificación de acuerdo a objetivos institucionales.

8.4. Justificativo

La baja producción causada por la inaccesibilidad a los pozos y los gastos que provocaron las afectaciones a vehículos y vías en lluvias torrenciales generaron pérdidas económicas imprevistas para Pacifpetrol S.A., como operadora del bloque 2.

El territorio del bloque 2 es considerado árido, con bajas precipitaciones anuales que no superan los 300 mm y no representan un riesgo de inundación pluvial. Las vías que conectan los pozos no están diseñadas para soportar un evento de inundación y no existen modelos que simulen un evento extremo de precipitaciones en la península que pueda incurrir en inundaciones.

Por lo tanto, es necesario generar una herramienta que permita definir estrategias y actividades estratégicas en base al análisis del riesgo físico de inundaciones que permitan reducir los gastos, planificar la producción desde un

enfoque de planificación territorial y aprovechar los recursos del bloque 2 para mejorar su rentabilidad, apoyado en el uso de sistemas de información geográfica que contribuyan a una adecuada planificación y gestión del territorio. El análisis estratégico territorial es una herramienta sistematizada que prestará ayuda en la evaluación tanto técnica como económica de los proyectos de mantenimiento de la infraestructura y de producción en el campo.

Por otro lado, junto con otros principios establecidos en el Reglamento a las reformas a la Ley de Hidrocarburos, publicado en Registro Oficial N° 330 el 29 de Noviembre del 2008 mediante Decreto Ejecutivo N°546, se dictamina en su Art. 15 que la Política Nacional de Hidrocarburos se sustentará en:

- Promover el desarrollo científico y tecnológico e impulsar la capacitación del talento humano vinculado al sector hidrocarburífero, preferentemente a través de la universidad pública.
- Fortalecer la competitividad del sector hidrocarburífero ecuatoriano en el contexto internacional.

8.5. Preguntas de investigación

¿Qué características tuvo la inundación a inicios del año 2017 y qué efectos provocó en la producción petrolera?

¿Cuáles son las principales fortalezas y amenazas para la producción petrolera en el bloque 2?

¿Cuál es el modelo deseado de desarrollo territorial enfocado en la producción petrolera del bloque 2?

¿Qué alternativas se pueden proponer en el bloque 2 para prevenir y reducir el riesgo de una baja producción debido a inundaciones?

8.6. Objetivos

8.6.1. Objetivo general

Analizar el bloque 2 desde el enfoque de planificación territorial para establecer un estudio que sirva de soporte técnico para la toma de decisiones.

8.6.2. Objetivos específicos

- Determinar el modelo territorial actual (MTA) del área de estudio a través del análisis de sus componentes territoriales.
- Identificar los factores de riesgo y potencialidades productivas que pueden influenciar la producción del bloque 2 en base al MTA.
- Diseñar un modelo territorial deseado (MTD) que represente las necesidades del bloque petrolero, con base a los objetivos propuestos por la gerencia.
- Proponer lineamientos aplicados a la reducción del riesgo de inundación que afecta negativamente a la producción del bloque 2.

8.7. Marco teórico

8.7.1. Análisis espacial

El espacio -componentes y relaciones- es el objeto de estudio de la Geografía, se analiza mediante diversas herramientas técnicas que cumplen con al menos dos objetivos: *“Identificar los componentes del espacio, y utilizar un procedimiento o un conjunto de procedimientos que permitan comprender, en parte, la funcionalidad de algunos de esos componentes espaciales (Madrid Soto & Ortiz López, 2005)”*.

Dichas herramientas pueden ser de tipo gráfico, cuantitativo, cualitativo y/o mixto, cuya aplicación involucra una serie de procedimientos a diversas variables para hacer más explicable un fenómeno (Madrid Soto & Ortiz López, 2005). La herramienta utilizada en el presente trabajo corresponde a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), entendida como un soporte técnico a la toma de decisiones. Los SIG ocupan un lugar predominante en la planificación pues incorporan conceptos y métodos geográficos, vinculan tecnologías existentes, permiten la generación de escenarios y los representan en un contexto digital (Buzai & Baxendale, 2010).

Por lo tanto, el trabajo del geógrafo se puede pensar desde los conceptos de síntesis y desde el conjunto de herramientas técnicas. Ambos son compatibles para visualizar las relaciones y el funcionamiento de una unidad espacial: *“El análisis espacial no puede separarse de la idea que se tenga acerca del espacio*

y de las alternativas técnicas que resolvamos aplicar a dicha idea (Madrid Soto & Ortiz López, 2005)”.

8.7.2. Teoría General de Sistemas

La geografía sistémica tiene como contexto la Teoría General de Sistemas enunciada por Ludwig von Bertalanffy, que permite abordar al espacio geográfico como un sistema (reconociendo elementos o subsistemas, conexiones, organización interna, ingresos, egresos, tiempos de respuestas, retroalimentación positiva y negativa, equilibrio dinámico, inercia, memoria y otros conceptos) fácilmente esquematizable y comprensible (Cuadra, 2014).

El paradigma de la Teoría General de Sistemas es de corte neopositivista, en el que la observación empírica es el camino para identificar y explicar el comportamiento de los hechos, apuntando a la formulación de leyes y aplicando un solo método para todas las ciencias (Cuadra, 2014). De este modo se aplican los conceptos de: divisibilidad, control, estado, complejidad, predicción, regulación, comportamiento y dependencia; todos ellos se encuentran desarrollados o aplicados de algún modo en la geografía y en particular en los estudios de geosistemas (modelos teóricos del paisaje real) normalmente como unas propiedades singulares del sujeto geográfico (Rubio Romero, 1996).

La organización metodológica de cómo se estructuran las características fundamentales de un todo geográfico, analizado este desde la perspectiva geográfica sistémica, demuestra que la primera diferenciación gira en torno a establecer unas estructuras tanto en sentido vertical como horizontal por lo que se define un orden. Estas estructuras, a su vez muestran un grupo propio de relaciones internas, las cuales se fundamentan siempre en una diferenciación primaria entre tipos de interrelaciones y geoelementos, que va también asociada a una retroalimentación global que se transforma en la integración del sistema (Rubio Romero, 1996).

8.7.3. Planificación

De acuerdo a la Alianza Mundial para la Participación Ciudadana, establecida en 1993 con el objetivo de dar apoyo a organizaciones dedicadas a velar por una sociedad global saludable, el término “planificación” se refiere a un proceso o

conjunto de procesos sistematizados establecidos generalmente por una necesidad y que a partir de ello se generan una serie de pasos, procesos y procedimientos para enfrentar a la necesidad de la mejor manera, identificando prioridades y jerarquizando el accionar de acuerdo a las mismas (CIVICUS, 2001).

Es así que la planificación es una ciencia completa con características, tipos, amenazas y ventajas que surgen no solo al momento de su creación si no sobre todo en su aplicación. Sin embargo, la creación e implementación de una planificación crea una vía medible para poder ver el progreso de los metas u objetivos trazados (ARQHYS, 2018).

Es por ello que la planificación debe contar con las siguientes características mínimas para su puesta en marcha:

- *Sistemática*: Debe contar con un conjunto de normas y procedimientos ordenados.
- *Unidad*: Aún a pesar de que sea una planificación independiente, este deberá tener congruencia y afinidad con los demás procesos, metas u objetivos a nivel macro.
- *Penetrabilidad*: No debe excluir a ninguno de los niveles jerárquicos dentro de una organización, es decir las tareas, procesos y/o procedimientos llegan a todos los niveles y la colaboración colectiva proclama su avance.
- *Continua, permanente e innovadora*: La planificación es un proceso continuo de creación e implementación, no finaliza con un determinado objetivo o meta, se renueva constantemente para continuar con otro enfoque (ARQHYS, 2018).

No obstante, la implementación del adecuado tipo de planificación dentro de una organización no solo optimiza sus procesos y sus recursos, sino que además da un sentido de dirección, estabilidad y seguridad para emprender nuevos proyectos o retos a futuro (ARQHYS, 2018).

8.7.3.1. Planificación estratégica

La conceptualización de la planificación estratégica tuvo sus orígenes en la época de industrialización de Gran Bretaña y Alemania, sin embargo, no fue hasta los años ochenta que se formalizó el término en la escuela de Negocios de Harvard enfatizando su uso para la empresa privada. Hoy en día el concepto es utilizado en casi todas las disciplinas para denotar una serie de procesos y procedimientos que toma en cuenta análisis pasado, fortalezas y debilidades, así como también la generación de posibles escenarios para una reacción planificada ante la interacción de elementos o actores (Universidad Rafael Landívar, 2018).

Se trata de una herramienta que brinda apoyo a todos los departamentos dentro de una organización para poder disminuir al máximo los costos o riesgos relacionados a una situación de incertidumbre, por lo que se basa en una administración por objetivos en donde se priorizan ciertos pensamientos estratégicos para lograr las metas u objetivos trazados (Universidad Rafael Landívar, 2018).

Es por ello que la planificación estratégica constituye un proceso de transformación territorial. Está centrada principalmente en el análisis en mayor profundidad de las condiciones del entorno para anticiparse al surgimiento de cambios y la aparición de nuevas tendencias, reduciendo incertidumbres y generando una condición de adaptación constante y positiva de las acciones internas y las tendencias externas, a fin de aprovechar oportunidades y reducir riesgos (Sandoval Escudero, 2014).

Se trata de una herramienta que consiste en formular y establecer objetivos prioritarios y las estrategias para alcanzar dichos objetivos –al mediano y largo plazo- a partir de un diagnóstico de la situación actual. La metodología se caracteriza por su facilidad de aplicación, la flexibilidad que le permite adaptarse a las realidades territoriales y a las técnicas específicas en el marco de su aplicación, y la capacidad de una rápida internalización que minimiza la participación de consultores externos (ILPES, 2009).

8.7.3.2. Planificación territorial

La planificación territorial nace de la necesidad de crear un sistema para mitigar los problemas que surgen con la ocupación de un territorio por una determinada población que además desarrollan diversas actividades dentro del mismo. Además de apaciguar o prevenir posibles conflictos, la planificación u ordenamiento territorial tiene como principales objetivos velar por crear un entorno que favorezca un desarrollo socioeconómico equilibrado, optimizar los recursos disponibles en la zona y proteger el medio ambiente (Rodríguez, 2018).

Como política de Estado fue introducida como un instrumento de planificación y consolidación del modelo económico actual mundial; el capitalismo, por los estados europeos tras de la necesidad de una planificación urbanística (Gran Bretaña, Ex Unión Soviética y Francia) y en Estados Unidos tras la época de los treinta como instrumento regulatorio para el sector público en la reactivación económica.

Hoy en día, la planificación territorial busca cumplir los principios básicos que fueron establecidos en la Carta de Ordenamiento presentado por el Consejo de Europa en 1983, los mismos que han sentado los parámetros generales y objetivos principales para la planificación territorial alrededor del mundo (Sanabria, 2014).

- *“El desarrollo socioeconómico equilibrado de las regiones, con la eliminación de las grandes inequidades en el nivel de vida de las poblaciones.*
- *La mejora de la calidad de vida, mayor accesibilidad de la población a los equipamientos colectivos y mejora en infraestructuras.*
- *La gestión responsable de los recursos naturales y la protección del medio ambiente, que haga compatible la satisfacción de las necesidades crecientes.*
- *Utilización racional y equilibrada del territorio, definiendo los usos aceptables para cada tipo de suelo (Sanabria, 2014)”.*

De acuerdo a ciertos estudios realizados por la Facultad Latinoamericana de Ciencia Sociales, en el Ecuador la planificación territorial tiene una evolución significativa desde inicios de 1990, primero como política pública de los

gobiernos municipales y luego recién en el 2008 tras la creación de la nueva Constitución del Estado Ecuatoriano se incorpora la planificación territorial como política de Estado con el funcionamiento de la SENPLADES como organismo técnico bajo la dependencia de la Presidencia (Lopez, 2015).

El proceso de transición de una ordenanza territorial determinada por las diferentes capacidades administrativas, financieras y de recursos humanos de las distintas municipalidades, hacia una normativa generalizada en el 2008 evidencio los desequilibrios territoriales y el surgimiento de tres problemas críticos: la separación entre objetivos de desarrollo y la realidad territorial, ausencia de una política nacional de ordenamiento territorial y la desarticulación de los diferentes niveles de gobierno frente a objetivos de desarrollo (Lopez, 2015).

Siguiendo los lineamientos del Plan Nacional del Buen Vivir presentado en la Constitución de 2008, la planificación territorial del Ecuador está compuesto por algunos elementos que enfatizan la necesidad de integrar procesos de ordenamiento territorial, desarrollo socio económico y cambio de matriz productiva a escala nacional con la jerarquización de la red de asentamientos humanos, la sustentabilidad ambiental, la aptitud territorial para el cambio la matriz productiva y una compensación de los desequilibrios territoriales que resultan de la prestación de servicios público (Lopez, 2015).

En la búsqueda de implementar una planificación territorial de la cual todos los elementos puedan beneficiarse, se propone un proceso de creación de una planificación territorial en donde se contempla en tres fases distintivas que inician con el “pre-plan”, conocida también como la fase de diagnóstico del sitio.

La etapa del “plan” es en donde se lleva a cabo la creación de documento en sí. Para ello, considera dentro de un plan todos los factores posibles (de uso actual o a futuro) que puedan influir en el desarrollo del plan establecido, así como ventajas y necesidades del sitio para el determinar los objetivos de un determinado territorio y población. Finalmente, el “post-plan” que consiste en la ejecución del plan de ordenamiento territorial (Rodriguez, 2018).

8.7.4. Riesgos naturales

El riesgo es la probabilidad de que ocurran pérdidas o daños determinadas por las condiciones de una sociedad. Este término engloba dos factores de riesgo: factores de amenaza y vulnerabilidad, que están vinculados directamente a las poblaciones humanas.

Las variedades de amenazas que podrían provocar un desastre son de tipo natural (como sismos, huracanes, tsunamis), de tipo socio-natural (como la inundación, desertificación) y de tipo antropogénico (como derrames de materiales tóxicos, explosiones, contaminación). Mientras que la vulnerabilidad de las sociedades se manifiestan a través de diversos componentes. Ambos conceptos son *“mutuamente condicionados”*, pues *“no puede existir una amenaza sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa (Lavell, 2001)”*.

Para planificar un territorio de manera sustentable se deben conocer los peligros naturales del lugar y las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad involucrada, a través de zonificaciones validadas entre los actores cuyos intereses están amenazados por las inestabilidades propias del sistema natural (Arenas, Lagos, & Hidalgo, 2010).

La reducción de la vulnerabilidad y, por tanto, del riesgo en la sociedad, constituye un elemento fundamental que debería definir el “desarrollo” pensado desde la problemática de los desastres y de las condiciones de intervención y cambio en una sociedad en busca del mismo (Lavell, 2001).

8.7.4.1. Variabilidad climática, cambio climático y vulnerabilidad

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático define al “cambio climático” como *“un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (UN, 1992)”*.

El planeta ha sufrido cambios desde su origen, observados en las eras geológicas, en la evolución de las especies o en el clima (Useros Fernández, 2013). La variabilidad climática es un proceso complejo que incluye todos los cambios del clima que han ocurrido a lo largo tiempo, asociados a factores como:

actividad solar, circulación oceánica, deriva continental, distancia al mar, actividad volcánica o geológica, orientaciones del relieve con respecto al sol, composición de la atmósfera, latitud, altitud (Useros, 2013; Caballero, Lozano, & Ortega, 2007).

Existen evidencias que demuestran que desde 1750 el planeta está experimentando un calentamiento neto y continuará calentándose por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producidas por la acción humana (Rodríguez Becerra & Mance, 2009). El IPCC afirma que *“el calentamiento en el sistema climático es inequívoco y, desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado (IPCC, 2013).”*

El IPCC (2002) estima que, para finales de siglo XXI, la temperatura medio de la superficie terrestre se elevará en 1.4 a 5.8 °C, las zonas terrestres se calentarán más que los océanos, y las latitudes altas serán más calientes que los trópicos.

8.7.4.2. Fenómeno El Niño

El Niño – Oscilación del Sur (ENOS) es el fenómeno de interacción del océano pacífico tropical y la atmósfera global que produce ciclos variables en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo. Estos generan impactos significativos como alteración del hábitat marino, inundaciones, sequías (EIRD, 2008).

8.7.4.3. Inundaciones

La inundación se entiende como un incremento en el nivel de la superficie del agua de ríos o el mar, a causa de variables hidroclimatológicas, que genera una invasión de agua en lugares donde frecuentemente no había (CENAPRED, 2014). Esta invasión se produce cuando la cantidad de agua, proveniente de lluvias intensas o continuas, sobrepasa la capacidad de retención e infiltración del suelo y la capacidad máxima de transporte del río (INETER & COSUDE, 2005).

En muchas partes del mundo, las inundaciones normales son bien recibidas pues aportan con minerales a los suelos. Sin embargo, las inundaciones a escala inesperada pueden ser perjudiciales y con frecuencia causan daños y pérdidas (ALNAP, 2008). Las grandes inundaciones han generado costos económicos y ambientales, y dañado infraestructuras, propiedades y áreas protegidas (WWAP, 2017). Es obligatorio aclarar que la cantidad de agua no es la única variable que determina la magnitud del desastre, sino también el patrón de vulnerabilidad en el que convive una sociedad (ALNAP, 2008).

Las inundaciones son un fenómeno natural dentro de la dinámica temporal del ciclo del agua en un territorio determinado. Sin embargo, las actividades humanas (como la degradación del medio ambiente, el cambio en el uso de la tierra, la canalización de ríos) junto con el cambio climático modifican la respuesta hidrológica de las cuencas, incrementando la frecuencia y magnitud de las inundaciones (WWAP, 2017). Hirabayashi et. al. (2013) señalan que “*es probable que la frecuencia de inundaciones cambien con el aumento de las temperaturas (citado en WWAP, 2017)*”.

Durante las últimas décadas, el patrón de inundaciones ha ido cambiando en todos los continentes, convirtiéndose en un fenómeno cada vez más frecuente, intenso e impredecible para las comunidades locales (ALNAP, 2008). Según el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas (WWAP), los escenarios de cambio climático pronostican que las variaciones de las dinámicas del ciclo del agua empeorarán, de modo que la frecuencia e intensidad de las sequías e inundaciones probablemente modificarán las cuencas hidrográficas del mundo (WWAP, 2017).

8.8. Metodología

8.8.1. Tipo de investigación

La investigación a continuación refleja una recopilación, observación, síntesis y análisis de información, razón por la cual, se trata de una investigación no experimental ya que no contempla la manipulación de sujetos o variables. La narrativa de posibles riesgos, fortalezas, amenazas y oportunidades resulta en una investigación de carácter descriptivo e informativo, fundamentos necesarios para llegar a los resultados propuestos como conclusiones del presente trabajo.

8.8.2. Técnicas de investigación

La metodología utilizada en la presente investigación mantendrá una visión pluralista científica en el sentido de que abarcará, según las necesidades, distintos métodos científicos que permitirá la narración de las variables y sus alcances (Facuse, 2003). Es así que dentro de la recopilación de información se usará un método descriptivo para poder informar el modelo territorial actual del territorio en análisis (Herran, 2005). De allí, se pretende mediante un análisis inductivo-deductivo lograr identificar los factores de riesgo y potencialidades productivas que puedan influenciar en el área de estudio (Herran, 2005). Con ello, apoyados en la metodología para estudios prospectivos (Vergara, Fontalvo, & Maza, 2010), se prevé la generación de escenarios que contemplen en sí las necesidades del bloque petrolero, seleccionando aquel que cause la mayor optimización en todas sus variables. Todo ello, dará como resultados una planificación estratégica (Villalaz, 1999) que sistematizará los procesos y procedimientos hacia el real cumplimiento de objetivos y metas determinados para el territorio de análisis de esta investigación.

8.8.3. Proceso Analítico Jerárquico

La identificación de riesgos y potencialidades se realiza mediante el análisis de los procesos y actividades empleadas en el bloque 2 -tal como las actividades de recolección, transporte y almacenamiento del crudo- y de los factores externos como fenómenos climáticos, así como levantamiento de información en campo. Este estudio servirá para aplicar los índices al análisis multi criterio AHP (por sus siglas en inglés de Analytic Hierarchy Process) que permitirá integrar todos los parámetros analizados dentro de un sistema de gestión.

El Proceso Analítico Jerárquico es un método multi criterio utilizado para variables discretas, con medición de preferencias por agregación de criterios, determinístico y compensatorio. Establece un procedimiento para analizar la coherencia de las decisiones y propone diferentes niveles de prevalencia de un criterio sobre otro. El método fue introducido en la década del 70 por Thomas L. Saaty y se basa en la construcción de jerarquías, la determinación de prioridades y el análisis de la consistencia lógica de la decisión (Román, 2014).

El esquema está compuesto por la determinación de las variables consideradas para el estudio de inundaciones y de las alternativas de variación de precipitaciones. Estas últimas serán los escenarios posibles de precipitaciones en un territorio plasmados en un momento particular. A su vez, cada variable puede ser medida por uno o varios indicadores. La jerarquía de las decisiones, por lo tanto, estará dada en ese orden para finalmente establecer la comparación de los escenarios alternativos para esas jerarquías (Román, 2014).

El proceso continúa con la generación de cartografía temática que exprese los niveles de amenaza de inundaciones. Se analizan los elementos de infraestructura productiva que son vulnerables a las inundaciones y pueden afectar la producción petrolera del bloque.

El proceso final consiste en formular estrategias en base a un análisis espacial dentro de un SIG para determinar zonas productivas, rutas óptimas, ubicación de facilidades; así como la reducción de los riesgos evaluados que se enmarque dentro de un modelo de ordenamiento territorial deseado -que permita su seguimiento, control y monitoreo- consensuado con el área de operaciones y con la alta gerencia del bloque 2.

Capítulo II. Diagnóstico territorial

2.1. Caracterización general del área de estudio

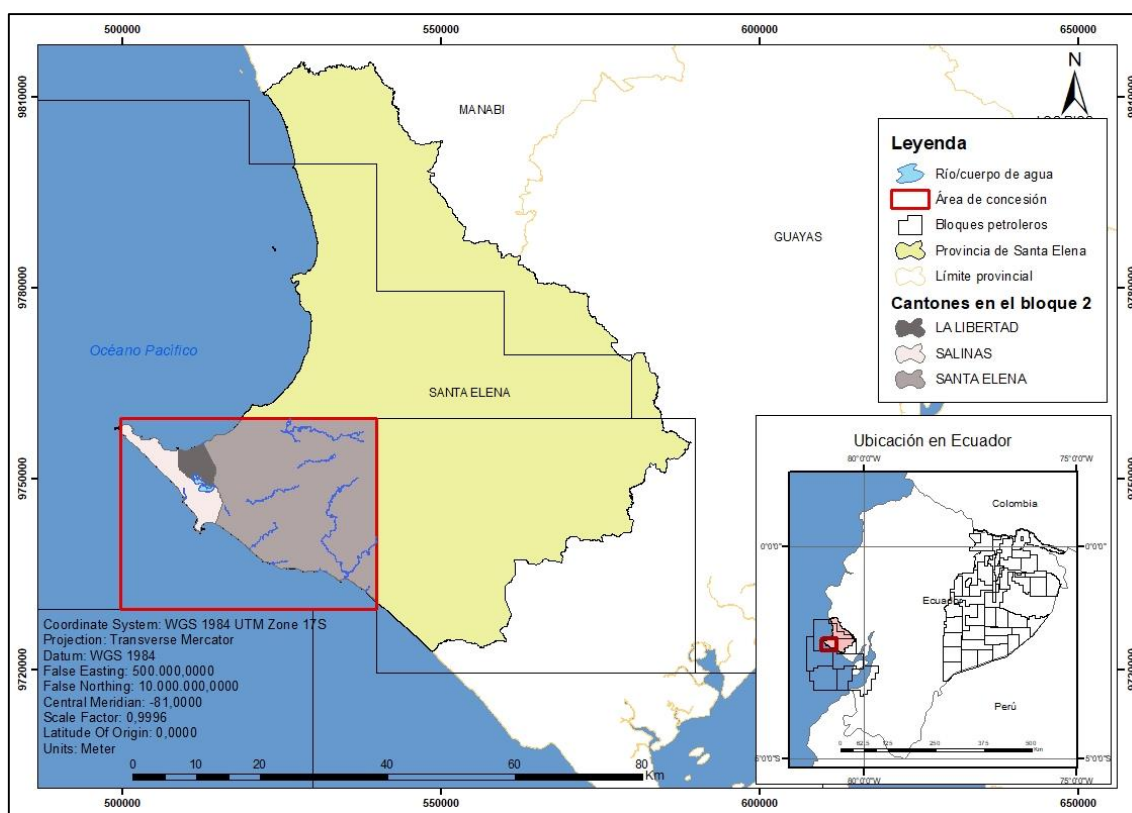


Figura 2. Mapa de ubicación geográfica del bloque 2.

Fuente: INEC, 2010; IGM, 2013. Elaboración propia.

El área de estudio es el bloque 2 “Gustavo Galindo Velasco” que limita al Norte y al Oeste con el bloque 1 “Pacoa” y el Océano Pacífico, al este con el bloque 5 “Rodeo”, al sur con el Océano Pacífico y los bloques 4 y 39, ambos sin operadora asignada. Como se observa en la figura 1.

El área del bloque, ubicado en la península de Santa Elena, forma parte de la provincia de Santa Elena e incluye en su totalidad al cantón de La Libertad, parte del cantón Salinas (96% de su territorio), excluyendo la porción más occidental de la península conocida como “La Choclatera” y parte del cantón Santa Elena (16% de su territorio). El área del bloque corresponde a una extensión de 1200 km², de los cuales 670 km² es territorio continental y 530 km² área marina. Está delimitado por los siguientes vértices, en el sistema de referencia WGS 84 zona 17 Sur:

Tabla 4. Vértices del bloque 2. Elaboración propia.

Vértices	Coordenada Este	Coordenada Norte
1	539.749,196	9.759.636,221
2	539.748,981	9.729.636,216
3	499.748,971	9.729.636,500
4	499.749,186	9.759.636,511

Antes de iniciar el diagnóstico, es imprescindible acotar que la provincia de Santa Elena cuenta con tres cantones, dos de los cuales se encuentran incluidos en el área de estudio, mientras que el cantón de Santa Elena incluye el 16% de su territorio y es el de mayor superficie, alrededor del 97% de la superficie provincial, como se muestra en la figura 1.

Del mismo modo, existen 11 parroquias en toda la provincia de Santa Elena, de las cuales 8 están dentro del bloque. Salinas cuenta con tres parroquias, La Libertad con una sola parroquia del mismo nombre y Santa Elena está presente con cuatro parroquias, de las cuales San José de Ancón y Atahualpa incluyen la totalidad de su territorio y Santa Elena y Chanduy incluyen su territorio de forma parcial, 58% y 16% respectivamente, véase la tabla 2.

Tabla 5. Áreas de las parroquias dentro del bloque 2.

Fuente: INEC, 2010. Elaboración propia.

Cantón	Parroquia	Área total (ha)	Área dentro del bloque (ha)	Porcentaje
Salinas	Salinas	2.736,4	2.678,4	98%
	José Luis Tamayo (Muey)	3.395,7	3.395,7	100%
	Anconcito	892,9	892,9	100%
La Libertad	La Libertad	2.515,5	2.515,5	100%
Santa Elena	San José de Ancón	6.625,1	6.625,1	100%
	Atahualpa	7.741,9	7.741,9	100%
	Chanduy	77.262,1	12.321,6	16%
	Santa Elena	53.731,5	31.075,6	58%

El diagnóstico desarrollado toma como referencia a los parámetros establecidos por la SENPLADES en la “*Guía metodológica para la elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamientos Territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados*” a nivel provincial. Dicho documento tiene por objetivo orientar el proceso de elaboración y/o actualización de los PDOT, a partir de las disposiciones mandatorias emitidas por el Consejo Nacional de Planificación en 2014. Por lo tanto, el análisis de componentes pretende ser a nivel provincial, tomando en cuenta la principal información de los niveles políticos-administrativos menores (cantones y parroquias) que se encuentren dentro del área de concesión.

2.2. Diagnóstico por componentes

2.2.1. Componente biofísico

2.2.1.1. Relieve

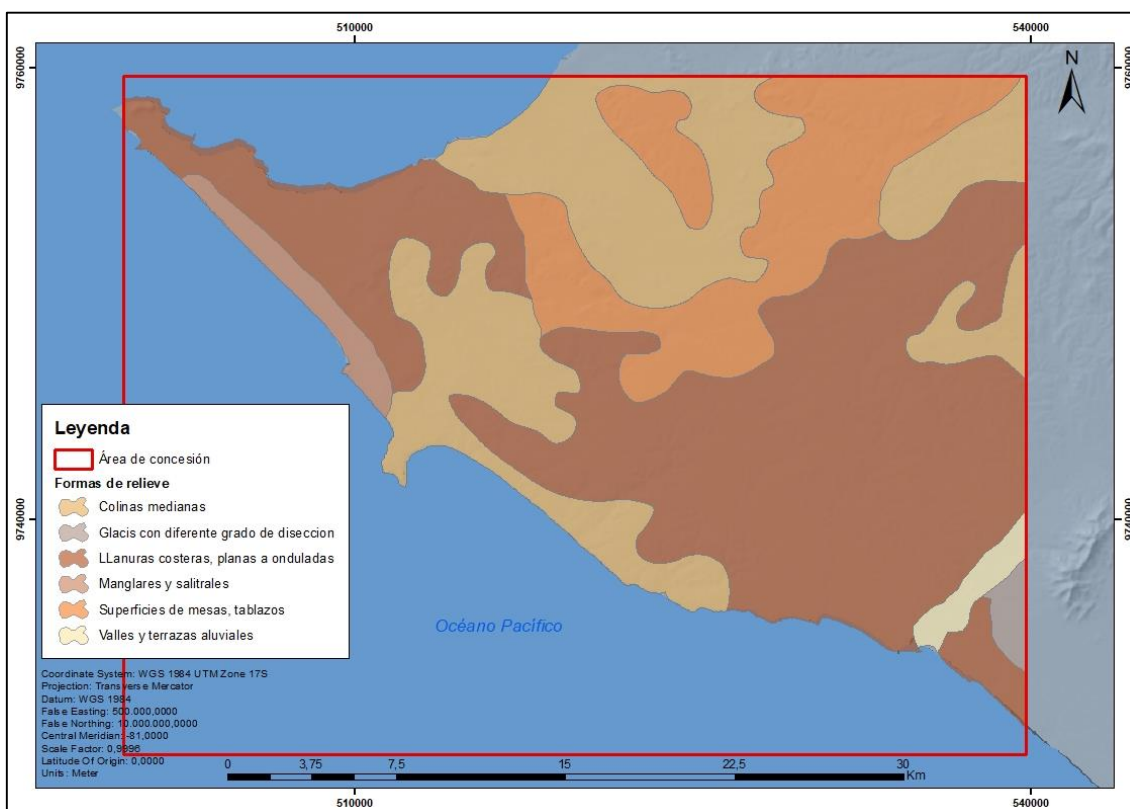


Figura 2. Mapa de relieves del bloque 2.

Fuente: SENPLADES, 2015. Elaboración propia.

La región costanera del Ecuador se extiende a lo largo de la vertiente occidental de la Cordillera de los Andes, de la cual conforma la subcuenca de Santa Elena

que está ubicada al sur de la región. Está compuesta por relieves bajos y moderados, pero algunos estratos de areniscas han permitido otras formaciones (Winckell, 1982).

El mapa de relieves (figura 2) representa 6 geoformas dentro del área de concesión petrolera. Éstas se determinaron en base a los estudios de Alain Winckell en el libro “Los paisajes naturales del Ecuador” publicado en 1997, de las cuales tenemos:

- Colinas medianas: Topografía ondulada con una diferencia de altura de entre 25 a 75 metros y una pendiente de 3-7% (MAE, 2013). Tienen un basamento de areniscas finas a gruesas y conglomerados fuertemente cimentados, a pesar de que sus relieves no son vigorosos. Sus cimas comprenden entre 150 y 200 metros, están poco desarrolladas (Winckell, 1997).
- Glacis, presentan diferentes grados de disección. Modelado suavemente ondulado en altitudes similares a la de los valles, constituido por bloques y gravas. Al sur de la región, estos glacis presentan una disección más avanzada en forma de jirones en posición cimera (Winckell, 1997).
- Llanuras costeras, plana a onduladas. Depósitos no cimentados de arenas calcáreas finas y gruesas alternadas con arenas arcillosas, se asocian las superficies planas con ondulaciones suaves resultado de la disección de las arenas por el escurrimiento superficial (Winckell, 1997).
- Manglares presentan suelos de textura variable impregnados de agua salada. Los salitrales se ubican justo detrás de los manglares, ligeramente elevados, altamente inundados donde cristalizan eflorescencias (Winckell, 1997).
- Superficies de mesas, tablazos. Relieves tabulares de cima plana y estrecha rodeados de abruptos. Está compuesta de escarpes rocosos en su parte superior y por suaves pendientes en su parte inferior. Es un conjunto fragmentado por una tectónica quebradiza y una erosión posterior que da como resultado un variedad de formas, altitudes y buzamientos (Winckell, 1997).
- Valles y terrazas aluviales. Estructuras encajonadas en los relieves circundantes, presentan un secuencia marcada de niveles escalonados (Winckell, 1997).

Tabla 6. Áreas de los relieves en el bloque 2. Elaboración propia.

Relieve	Área (ha)	Porcentaje
Colinas medianas	18.856,58	28,1 %
Glacis con diferente grado de disección	573,36	0,9 %
Llanuras costeras, planas a onduladas	33.674,11	50,2 %
Manglares y salitrales	1.491,89	2,2 %
Superficies de mesas, tablazos	11.635,80	17,3 %
Valles y terrazas aluviales	885,56	1,3 %

2.2.1.2. Geología

El bloque petrolero se ubica en la unidad geológica denominada “Levantamiento de Santa Elena” cuya secuencia sedimentaria se ha desarrollado sobre la corteza oceánica que comprende del Cretácico al Terciario Inferior. En la parte occidental afloran rocas pertenecientes al Cretácico mientras que en la parte oriental y central afloran una gruesa secuencia de areniscas y conglomerados (ESPOL-CGC, 1999).

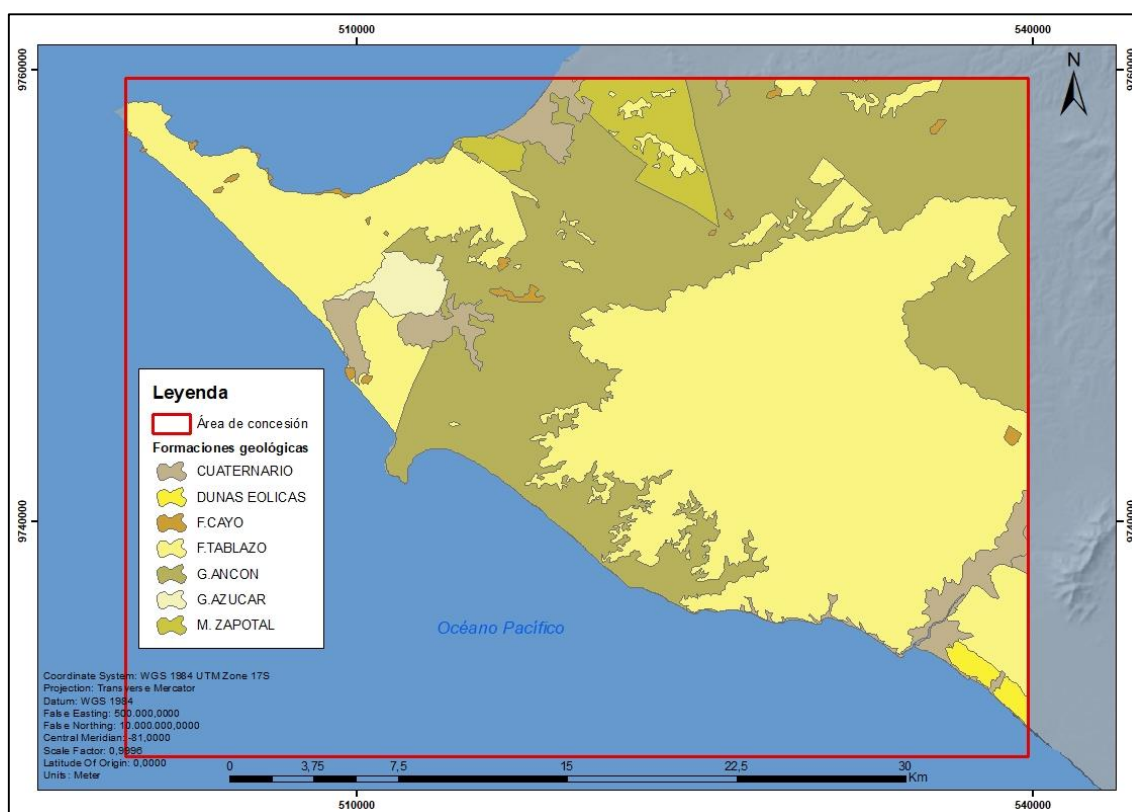


Figura 3. Mapa de formaciones geológicas del bloque 2.

Fuente: MAGAP, 2005. Elaboración propia.

El terreno de la península de Santa Elena consta de capas casi horizontales, areniscas y arenas sueltas que determinan una formación relativamente moderna en la que se encuentran restos de organismos marinos y otros animales extintos de la época cuaternaria (Wolf, 1892).

Las formaciones geológicas presentes en el bloque 2 se detallan a continuación (ver figura 3):

Miembro Zapotal.-

La formación tiene una predominancia de areniscas gruesas macizas, de estratificaciones oblicuas. Existen bancos de conglomerados y lutitas intercalados con moluscos y restos de plantas. Se le han asimilado las areniscas y arcillas que afloran en Punta Ancón por tener similar litología y la misma edad (Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, 1974).

Grupo Azúcar.-

Capas gruesas de areniscas silíceas yacen sobre una secuencia de lutitas arcillosas. Los rellenos están formados por conglomerados de cantos rodados; constituidos por cherts, areniscas y cuarzo lechoso en una base de arenisca silícea, dispuestos en monoclinas. Los estratos buzcan y se deforman por deslizamientos de gravedad (Nuñez & Dugas, 1986).

Grupo Ancón.-

Los cantos de la brecha sedimentaria tienen varios orígenes y están constituidos por chert, areniscas, calizas, etc. El miembro Socorro, muestra alternancias de capas finas de limolitas, lutitas y areniscas (Nuñez & Dugas, 1986).

Formación Tablazo.-

Un solo nivel de la formación Tablazo, debido a un ligero buzamiento observado en la superficie, se encuentra moldeando las estructuras antiguas a alturas variables, por estar afectado por la tectónica de fallas cuaternarias. La litología está compuesta por areniscas calcáreas y conglomerados finos conteniendo abundantes megafósiles comunes. Se encuentra descansando sobre cualquier formación anterior (Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, 1974).

Formación Cayo.-

Compuesto por capas delgadas de lutitas silicificadas, alternantes con chert y areniscas. La silificación es irregular y las capas de chert son discontinuos de espesor variable. El cuerpo olistolítico está constituido por lutitas silicificadas, rocas ígneas y grauvacas. El afloramiento presenta el eje de los pliegues paralelo a la Cordillera Chongón - Colonche. Su origen se debe a deslizamientos subacuáticos asociados al talud formado por el hundimiento de las cuencas marginales y por el levantamiento diferencial de la Cordillera Chongón – Colonche (Nuñez & Dugas, 1986).

Dunas eólicas.-

Los materiales que las componen son muy variables de acuerdo a la zona que aporta: arenas y rodados grandes provenientes del Grupo Azúcar, arenas sueltas y arcillas removidas ligadas al Grupo Ancón y a las formaciones Zapotal y Dos Bocas (Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, 1974).

Cuaternario.-

Las capas se observan en los barrancos altos de los ríos que lo cortan. Los estratos del terreno son totalmente o casi horizontales, formados por capas de arena, arenisca floja y conglomerados alternados con capas de arcilla y pizarra arcillosa blanda o dura, el cual es de naturaleza caliza y deriva su origen de conchas y otros restos marinos. La formación cuaternaria marina es, en algunos lugares, rica en sal y betún (Wolf, 1892).

2.2.1.3. Suelos

La caracterización edafológica del bloque responde a dos órdenes de suelo: Aridisoles y Entisoles.

Los aridisoles se caracterizan por el régimen de humedad del suelo arídico, caracterizado en este cantón a nivel de gran grupo por la acumulación de sodio, calcio, yeso. En estos suelos la evapotranspiración potencial supera ampliamente a las precipitaciones durante la mayor parte del año y no se infiltra agua en el suelo, por lo que los procesos formativos del suelo se ven afectados. La principal limitante para los cultivos es la escasez de agua, además del contenido bajo de materia orgánica, de microorganismos, así como la toxicidad

producida por la acumulación de calcio, yeso, sodio, etc., que deprimen el desarrollo de la mayoría de cultivos (IEE, 2012).

Los entisoles se distribuyen en tres grandes grupos los Orthents, que son suelos muy poco desarrollados y sujetos a constante erosión ubicados en las vertientes de relieves colinados o montañosos; los Fluventic que son suelos de valles y/o terrazas, que tienen un desarrollo incipiente debido a la constante recarga de material nuevo producto de los depósitos fluviales; y los Psamments que son los entisoles con textura arenosa, caracterizan las playas marinas cordones litorales, están ubicados en la costa y no tienen importancia agrícola (IEE, 2012).

2.2.1.4. Cobertura y uso del suelo

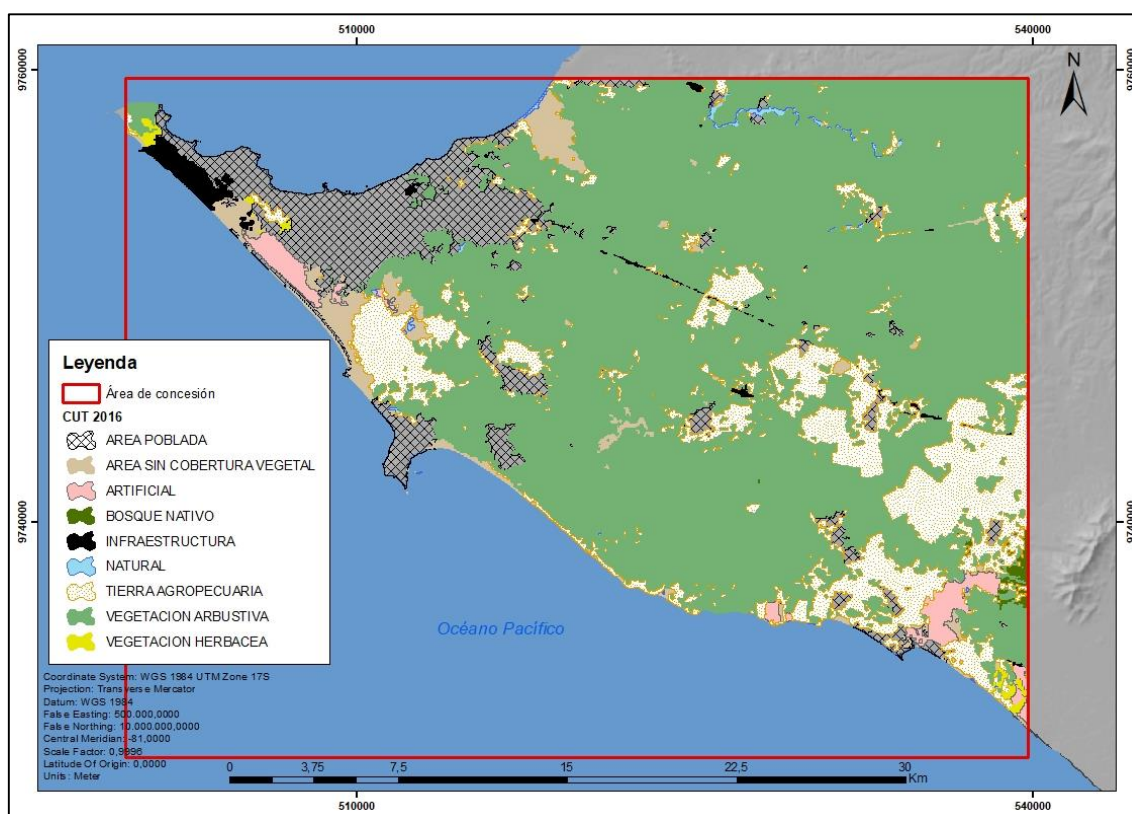


Figura 4. Mapa de uso y cobertura del suelo del bloque 2.

Fuente: MAE, 2016. Elaboración propia.

El mapa de uso y cobertura del suelo (figura 4) corresponde a la categorización hecha por el MAE en 2016. Dentro del bloque se distinguen 9 usos del suelo. Como se muestra en la tabla 4, la cobertura predominante en el área del bloque es la vegetación arbustiva, ocupando el 68,3% de la superficie terrestre. La

cobertura subsecuente es la tierra agropecuaria con 15,01% de total del área terrestre, seguida del área poblada con el 10,2% del total.

Tabla 4. Superficie de la cobertura y uso del suelo del bloque 2.

Cobertura y uso del suelo	Área (Ha)	Porcentaje (%)
Área poblada	6.795,1	10,2
Área sin cobertura vegetal	2.057,4	3,1
Artificial	1.089,6	1,6
Bosque nativo	192,5	0,3
Infraestructura	605,9	0,9
Natural (cuerpo de agua)	240,1	0,4
Tierra agropecuaria	10.037,9	15,01
Vegetación arbustiva	45.643,3	68,3
Vegetación herbácea	191,7	0,3

La categoría “artificial” corresponde a las camaroneras y salitrales que ya han sido intervenidos para su aprovechamiento económico.

2.2.1.5. Clima

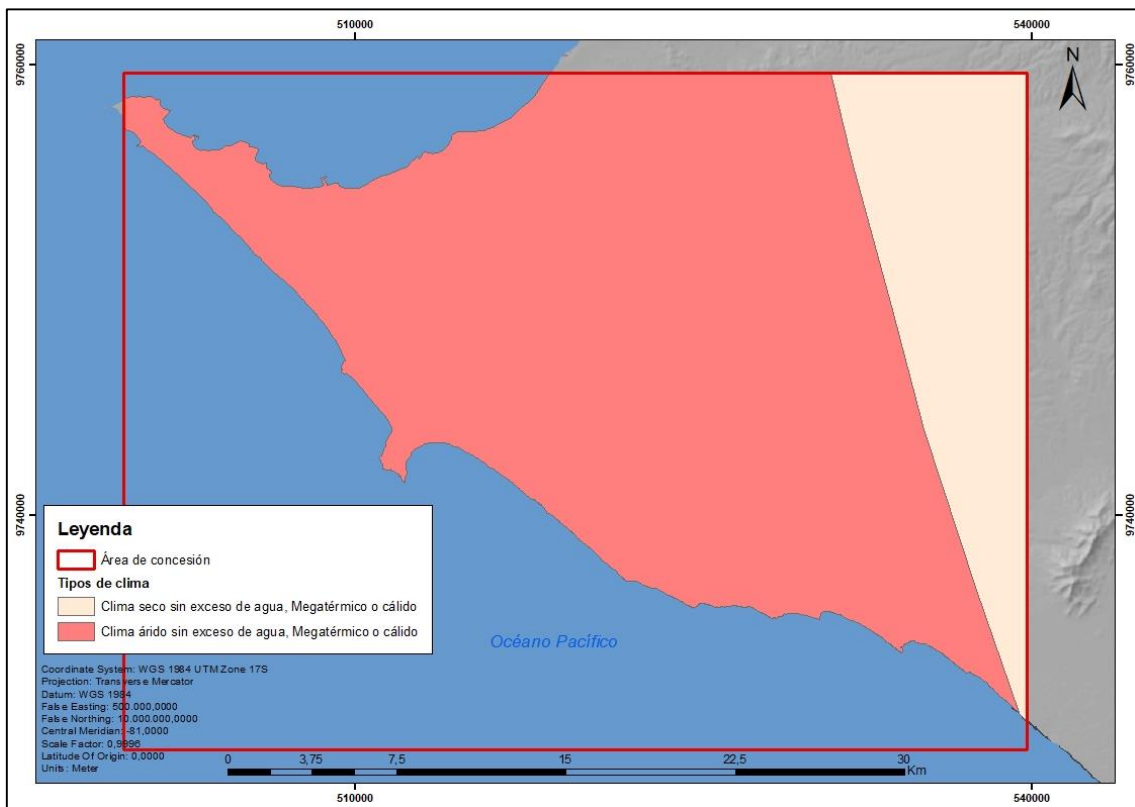


Figura 5. Mapa de tipos de clima del bloque 2.

Fuente: INAMHI, 2017. Elaboración propia.

La península presenta dos estaciones marcadas: seca y lluviosa. La época de lluvias inicia en diciembre y termina en abril. Las bajas precipitaciones corresponden a la estación seca, de junio a octubre. Sin embargo, en los años en los que hay un fenómeno El Niño, la lluvia acumulada puede superar los 2.000 mm anuales. En años normales, el ciclo anual de precipitaciones presenta una alta variabilidad durante la estación lluviosa, que puede alcanzar los 200 mm por mes, siendo febrero el mes más lluvioso. En los meses de la estación seca la precipitación y su variabilidad son muy cercanas a cero (GADMSE, 2014).

La región costanera central del Ecuador (península de Santa Elena y sur de Manabí) está bajo la influencia permanente de la corriente de Humboldt y las corrientes cálidas del Niño (Pourrut et. al., 1995). En la península de Santa Elena, el clima está influenciado determinantemente por la corriente fría de Humboldt, que beneficia la formación de masas de aire marítimo relativamente frías asociadas a baja evaporación. Estas masas frías y poco húmedas producen lluvias muy débiles o neblina, al entrar al continente (Corporación Andina de Fomento, 2000).

Sin embargo, en eventos ocasionales, en convergencia con el fenómeno el Niño, se producen torrenciales aguaceros que pueden prolongarse hasta junio e intervenir en un área mucho más extensa, "*únicas ocasiones en las que reverdece el paisaje*" (Pourrut, 1983).

En condiciones normales, las precipitaciones anuales son inferiores a 500 mm, la humedad relativa se mantiene por debajo del 70% y la temperatura media es superior a los 23 °C (Pourrut, 1983). Como se muestra en la figura 5, el clima en el bloque es catalogado como seco y árido.

2.2.1.6. Hidrología

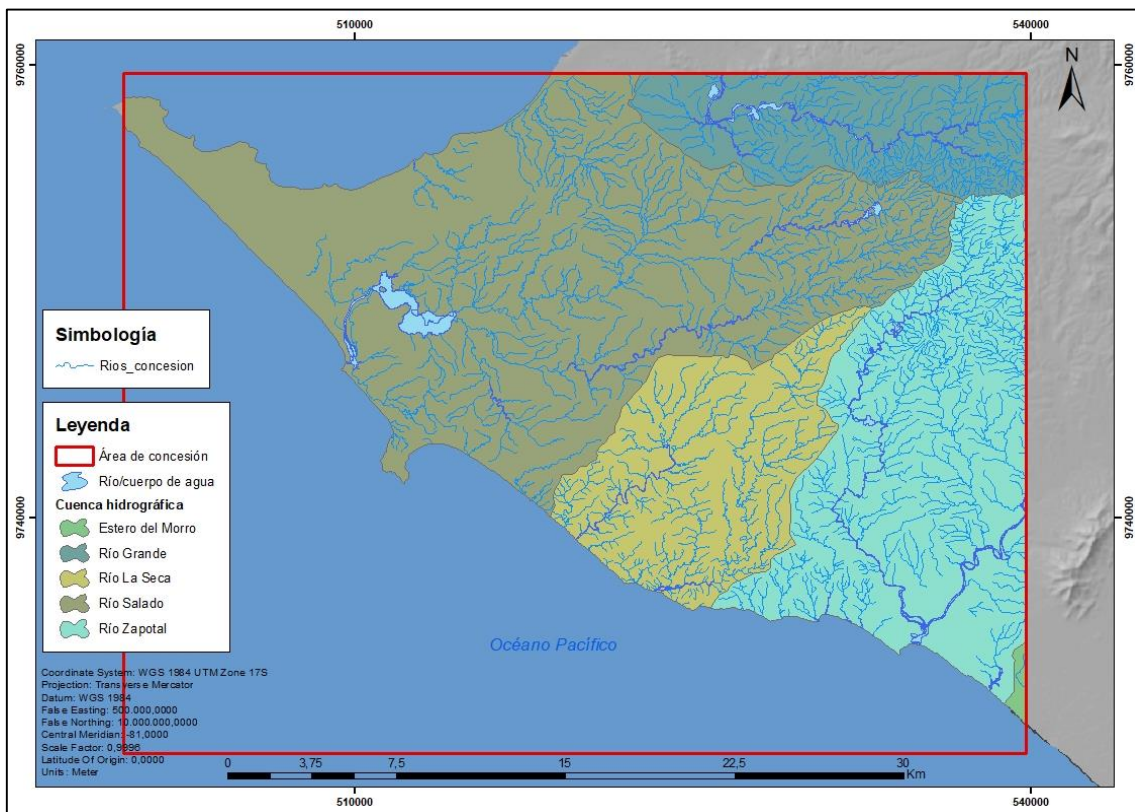


Figura 6. Mapa hidrológico del bloque 2.

Fuente: SENAGUA, 2002. Elaboración propia.

El sistema hidrográfico del río Zapotal, ubicado en la Península de Santa Elena, está conformado por pequeños ríos y quebradas de corto trayecto, no muy profundas, angostas y estacionales que desembocan en el mar, cuyos caudales dependen de la evapotranspiración regional y de la reunión de pequeños afluentes originados en las cabeceras de las montañas. Esta zona, de baja a media densidad poblacional, alberga a centros poblados como Playas, Salinas y La Libertad (Corporación Andina de Fomento, 2000).

Como se observa en la figura 6, existen 5 cuencas hidrográficas definidas por la Secretaría del Agua (SENAGUA) a escala 1:250.000.

2.2.1.7. Ecosistemas frágiles, servicios ambientales y territorio bajo conservación o manejo ambiental

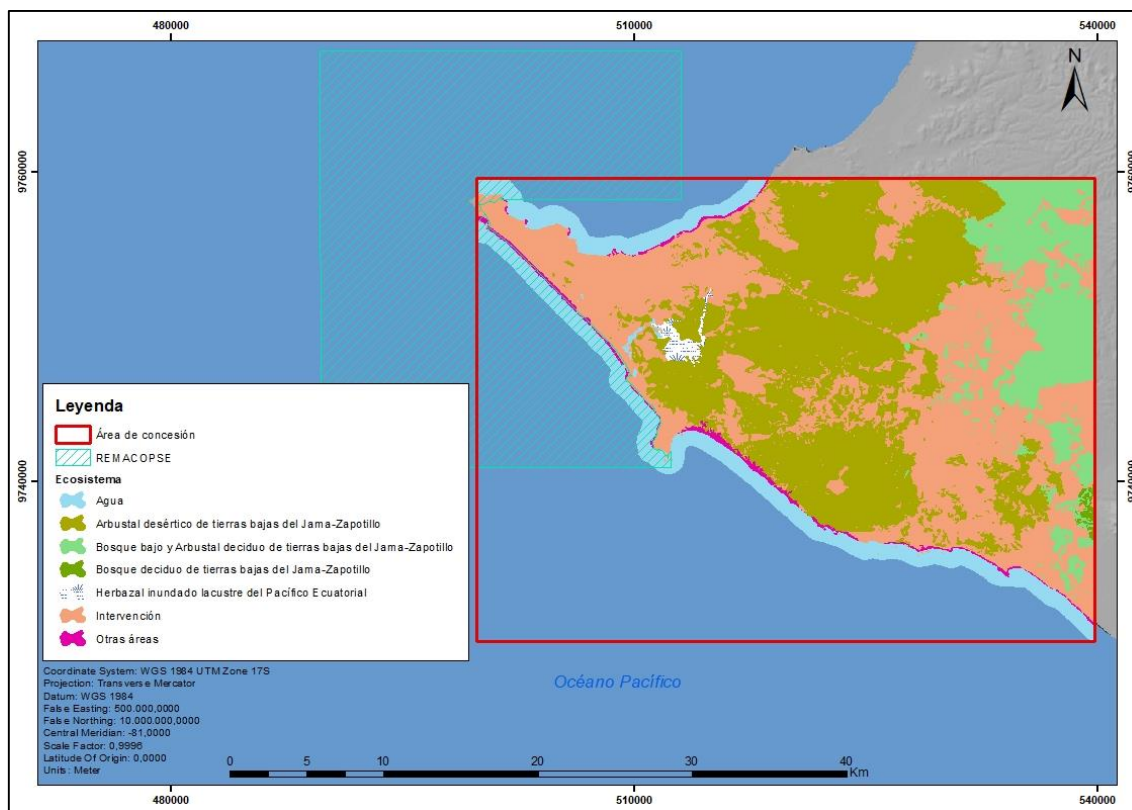


Figura 7. Mapa de ecosistemas del bloque 2.

Fuente: MAE, 2013. Elaboración propia.

Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental, desarrollado por el MAE (2013), se utiliza la concepción de “ecosistema” propuesta por Comer et. al. (2003), como un “grupo de comunidades de vegetación a escala local que tienden a coexistir dentro de paisajes con variables biofísicas, gradientes ambientales, y procesos dinámicos similares (citado en MAE, 2013)”. De acuerdo a lo anterior y como expuesto en la figura 7, existen 7 ecosistemas dentro del bloque petrolero.

Las categorías de “agua” e “intervención” corresponden a clasificadores opcionales. La primera corresponde a cuerpos de agua que pueden ser dulces, salobres o saladas y se utilizan únicamente en ecosistemas de Andes y el Litoral. En el contexto del presente trabajo, el agua también corresponde a la franja de 10 km desde el borde costero. Las zonas intervenidas corresponden a zonas relativamente pobladas, muchas veces en suelos aptos para cultivos y por tal

razón han sido intervenidos y destruidos (MAE, 2013). A esta categoría corresponde la mayor extensión, junto al ecosistema arbustal desértico, en relación de 38% del territorio para ambos ecosistemas.

El “arbustal desértico de tierras bajas del Jama-Zapotillo” es el ecosistema caracterizado por un ombrotipo desértico a semiárido inferior. La vegetación es de un arbustal bajo, con un dosel deciduo y denso de 1 a 2 m de altura, dominado por especies leñosas frecuentemente espinosas, cactáceas arbustivas y arborescentes. Crece en colinas bajas o llanuras onduladas y llanuras litorales, cerca de la orilla del mar, sobre suelos áridos arenoso-pedregosos bien drenados (MAE, 2013).

El “bosque bajo y arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo” es el ecosistema que comprende el arbustal deciduo a menudo espinoso de 4 a 6 m de alto con pocos árboles dispersos que pueden alcanzar de 8 a 10 m. Se ve alterado por deforestación, pastoreo y sobreexplotación de recursos (MAE, 2013). Estos bosques representan la continuación y el límite norte de las formaciones áridas y semiáridas del norte peruano (Lozano, 2002 citado en MAE, 2013). Corresponde al 12% de la superficie continental dentro del bloque petrolero.

El “bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo” se encuentra en planicies aluviales antiguas, desde arenosas hasta arcillosas, en terrenos suavemente colinados o en pendientes inclinadas y base de montaña (MAE, 2013). Dentro del bloque, representa una extensión de 182,5 has, es decir, el 0,24% del total.

El “herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial” es el ecosistema constituido por la vegetación acuática enraizada emergente y la que crece en los márgenes (hierbas, arbustos y arbolitos) de lagunas y pantanos permanentes o estacionales (MAE, 2013). Corresponde al 0,63% de la superficie continental del bloque.

La categoría “otras áreas” corresponde a playas y barrancos dentro del bloque petrolero. La extensión de esta categoría es de 1,3% del total de la superficie continental de los ecosistemas expuestos. Todos los ecosistemas dentro del bloque y su respectiva área, expresada en hectáreas, se encuentran en la tabla 5.

Tabla 5. Superficie de ecosistemas del bloque 2.

Fuente: MAE, 2013

<i>Ecosistema</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Agua	7.578,8	10,1
Arbustal desértico de tierras bajas del Jama-Zapotillo	28.279,2	37,7
Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	8.899,1	11,9
Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo	182,5	0,24
Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial	471,6	0,63
Intervención	28.605,4	38,1
Otras áreas	985,3	1,3

Por otra parte, también existe un área protegida que encuentra parte de su territorio dentro del bloque petrolero (figura 7). De acuerdo al Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena (REMACOPSE) , elaborado por Fundación Ecuatoriana para el Estudio de los Mamíferos Marinos (FEMM), mediante acuerdo interministerial entre el Ministerio del Ambiente (MAE) y el Ministerio de Defensa, se creó el área protegida con el propósito de *“conservar los ecosistemas existentes y potenciar un desarrollo armónico del área, con una visión de largo plazo para el beneficio de sus habitantes y de la comunidad en general (FEMM, 2009)”*.

El área forma parte del Sistema Nacional de Área Protegidas (SNAP), con 47.447 hectáreas, de las cuales 47.274 has. corresponden a superficie marina y 173 has. al área terrestre (FEMM, 2009). La categoría de manejo corresponde a “Reserva de producción faunística”; por lo tanto, su objeto prioritario son los ecosistemas y especies susceptibles de manejo, los cuales deben estar poco alterados pero con un nivel medio de presencia humana. Las acciones prioritarias están relacionadas con el manejo sustentable de la vida silvestre, la

educación ambiental, la restauración de ecosistemas y el turismo orientado a la naturaleza. Su uso es poco restringido (MAE, 2007). Entre los ecosistemas presentes en el área protegida están: aguas costeras, arrecifes rocosos, playas de arena, playas mixtas (arena y roca), acantilados, matorral seco, matorral seco espinoso. Estos ecosistemas están influenciados por la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) (FEMM, 2009).

Las principales amenazas corresponden al transporte de desechos sólidos por el mar; el uso de prácticas nocivas de pesca; falta de monitoreo de las descargas de aguas residuales de piscinas de oxidación, laboratorios de larvas y aguas contaminadas con hidrocarburos; y la carga y descarga de hidrocarburos en buques cisterna (FEMM, 2009).

2.2.1.8. Recursos naturales no renovables

Los recursos no renovables corresponden al material pétreo obtenido de canteras y de los afloramientos naturales de sustancias hidrocarburíferas características de la península. Los principales productos de las canteras son: las piedras de caliza, silicato, yeso, bentonita y material pétreo en general.

Los recursos hidrocarburíferos han sido explotados desde 1920 hasta la actualidad, a través de varias compañías petroleras. A inicios de la época de exploración se encontraban afloramientos naturales de petróleo en la superficie de la península de Santa Elena.

Como se puede observar en la figura 8, aún existen afloramientos naturales que deben ser reportados al MAE y también hay actividades de extracción de material pétreo en las minas de la zona.

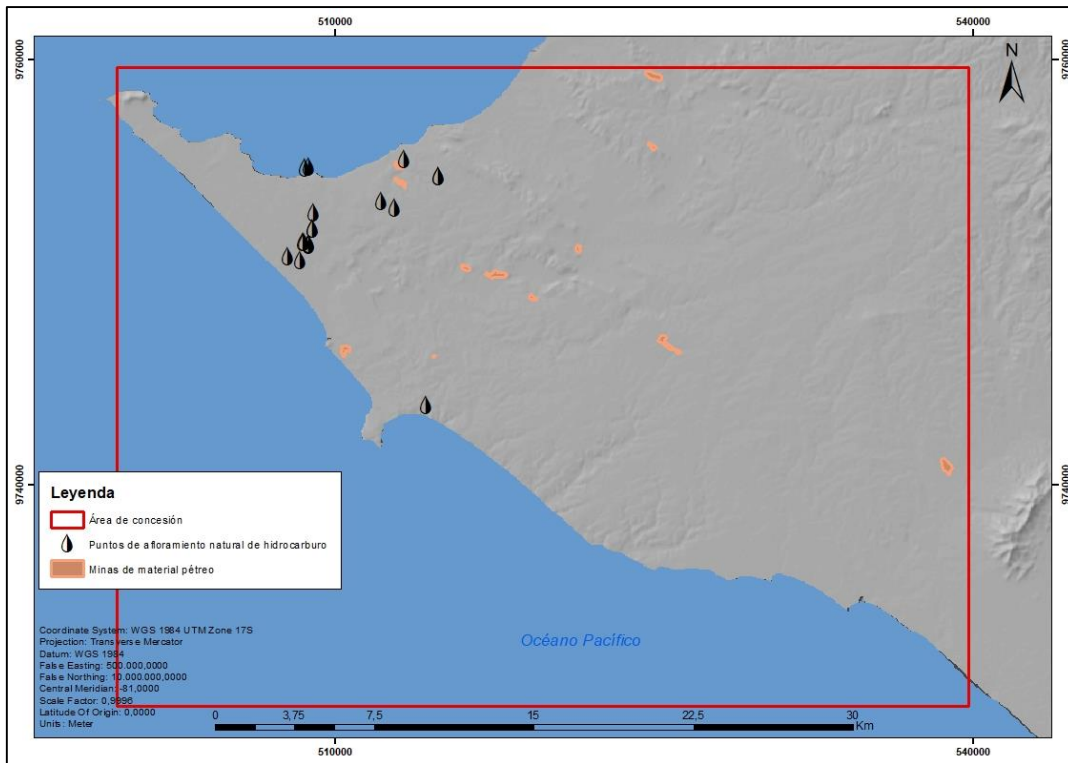


Figura 8. Mapa de afloramientos naturales de hidrocarburo y minas de material pétreo en el bloque 2. Fuente: Pacifpetrol, 2010. Elaboración propia.

2.2.2. Componente sociocultural

2.2.2.1. Análisis demográfico

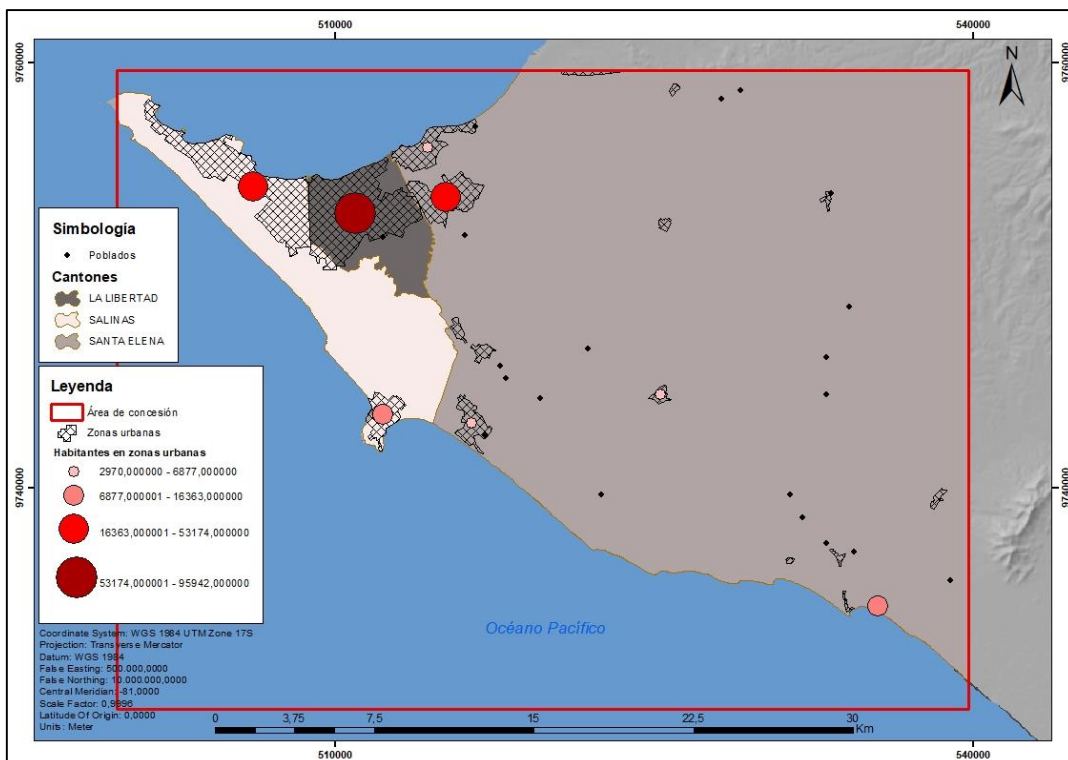


Figura 9. Mapa de poblaciones del bloque 2.

Fuente: INEC, 2010. Elaboración propia.

El último Censo Nacional realizado por el INEC en 2010 muestra que la población de la provincia de Santa Elena fue de 308.693 habitantes, de los cuales el 50,8% fueron hombres y el 49,2% fueron mujeres. La población contaba en aquel entonces con una edad promedio de 27 años, más el porcentaje de niños y jóvenes entre los 0 a 19 años representaba casi la mitad de la población con un 43,5% del total de habitantes. Esta tendencia, podría denotar en la actualidad una población joven con mayor índice de personas económicamente activa respecto a los ancianos, niños, infantes y recién nacidos (INEC, 2010). Como se observa en la figura 9, La Libertad concentra la mayor cantidad de población

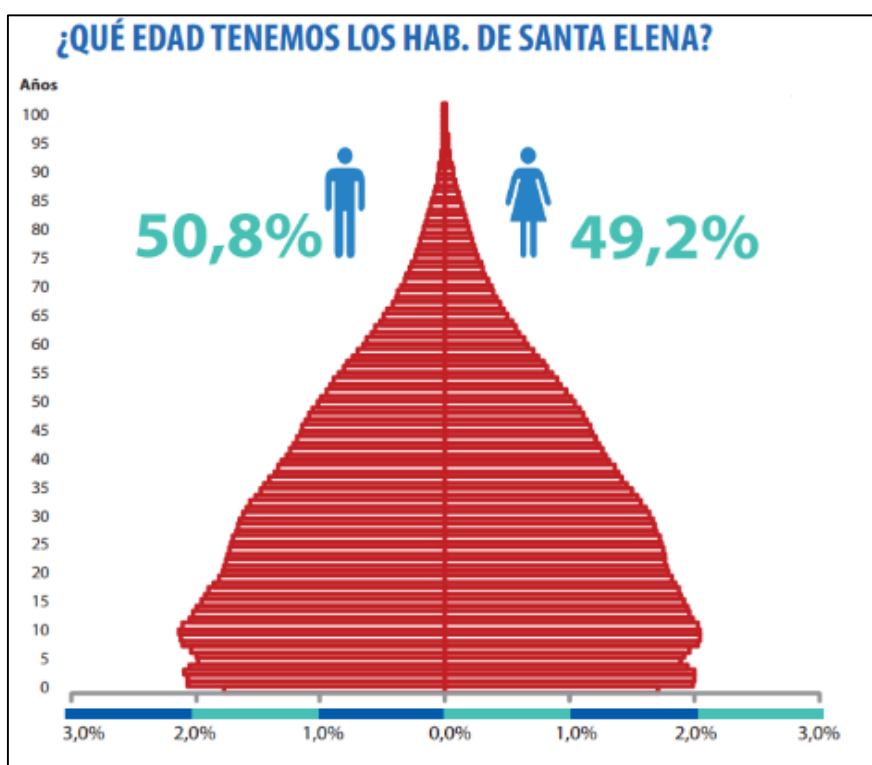


Figura 20. Pirámide poblaciones de la provincia de Santa Elena.

Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

Del total de población se realizó un filtro con todas las parroquias que se encuentran dentro del bloque petrolero. La figura 10 muestra la pirámide poblacional de la provincia de Santa Elena. En la tabla 6 se especifican que parroquias se encuentran en el bloque 2 y su población para determinar un estimado de población dentro del bloque de 244.563 habitantes.

Tabla 6. Número de habitantes en el bloque 2.

Fuente: INEC, 2010. Elaboración propia.

<i>Provincia</i>	<i>Cantón</i>	<i>Parroquias dentro del bloque</i>	<i>Población</i>
Santa Elena	Santa Elena	Santa Elena	53.174
		Atahualpa	3.532
		Chanduy	16.363
		San José de Ancón	6.877
	La Libertad	La Libertad	95.942
	Salinas	Salinas	34.789
		Anconcito	11.822
José Luis Tamayo		22.064	
<i>Total</i>			<i>244.563</i>

Según el Sistema Integrado de Indicadores Sociales del Ecuador (SIISE), se considera “urbano” a los asentamientos que son capitales provinciales y cabeceras cantonales, así como los asentamientos de 5000 o más habitantes. Por otro lado, las áreas “rurales” incluyen las cabeceras parroquiales, población dispersa y otros centros poblados con menos de 5000 habitantes (SIISE, 2015).

Como se observa en la figura 9, la población se concentra en áreas urbanas, especialmente en los núcleos poblados de La Libertad y Salinas. La Libertad es la parroquia con mayor densidad poblacional en el territorio: 3814 hab/km², pues ocupa el mismo territorio que su cantón de pertenencia.

La mayor densidad poblacional se concentra en el cantón La Libertad, con su única parroquia del mismo nombre cuyo carácter es netamente urbano. Mientras que la capital provincial es la ciudad de Santa Elena, que se ubica en segundo lugar en cantidad de habitantes.

Un estudio realizado por el INEC en el 2012 toma en cuenta los componentes demográficos fundamentales (nacimientos, defunciones, y migraciones) y los

modela en una ecuación conocida como ecuación compensadora desagregada por sexo y edad que acompaña la evolución de cada cohorte en base al Censo General 2010 (INEC, 2012), para generar proyecciones de la población ecuatoriana por cada año hasta el 2020; como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. Proyecciones demográficas por cantón.

Adaptado de: INEC, 2012.

Cantón	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Santa Elena	152.340	156.253	160.203	164.196	168.219	172.278	176.373	180.494
Libertad	101.040	102.928	104.812	106.694	108.565	110.426	112.282	114.123
Salinas	72.835	75.095	77.393	79.734	82.112	84.531	86.991	89.485
Total	326.215	334.276	342.408	350.624	358.896	367.235	375.646	384.102

De acuerdo a las proyecciones, se estima que la población en la provincia de Santa Elena para el año 2017 fue de 375.646 habitantes, de los cuales 199.273 personas estarían dentro del área de concesión del bloque 2 más la población de Santa Elena que no se puede desagregar en parroquias debido a que el estudio no contempla este nivel administrativo.

2.2.2.2. Educación

Según datos del último censo nacional, en el año 2010, en la provincia de Santa Elena existía un 93.8% de asistencia neta al sistema educativo para los niños y niñas entre las edades de 5 a 14 años. Porcentaje que baja en más de 25 puntos para los adolescentes entre los 15 a 17 años en cuanto a su asistencia formal al sistema educativo durante el mismo periodo (INEC, 2010), como indica en el siguiente gráfico.

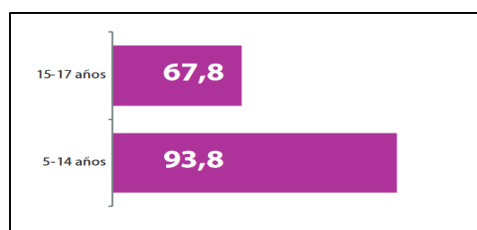


Figura 11. Sistema educativo vigente.

Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

El porcentaje de analfabetismo en la provincia fue determinado en un 5.2% de la población total, tomando en consideración que se denominaba analfabeto a aquel ciudadano mayor a los 15 años de edad o más que no sabía leer ni escribir (INEC, 2010). Un estudio realizado por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) en el 2012 muestra la representación gráfica en el territorio del analfabetismo en la zona de estudio que se puede visualizar en la figura 12.

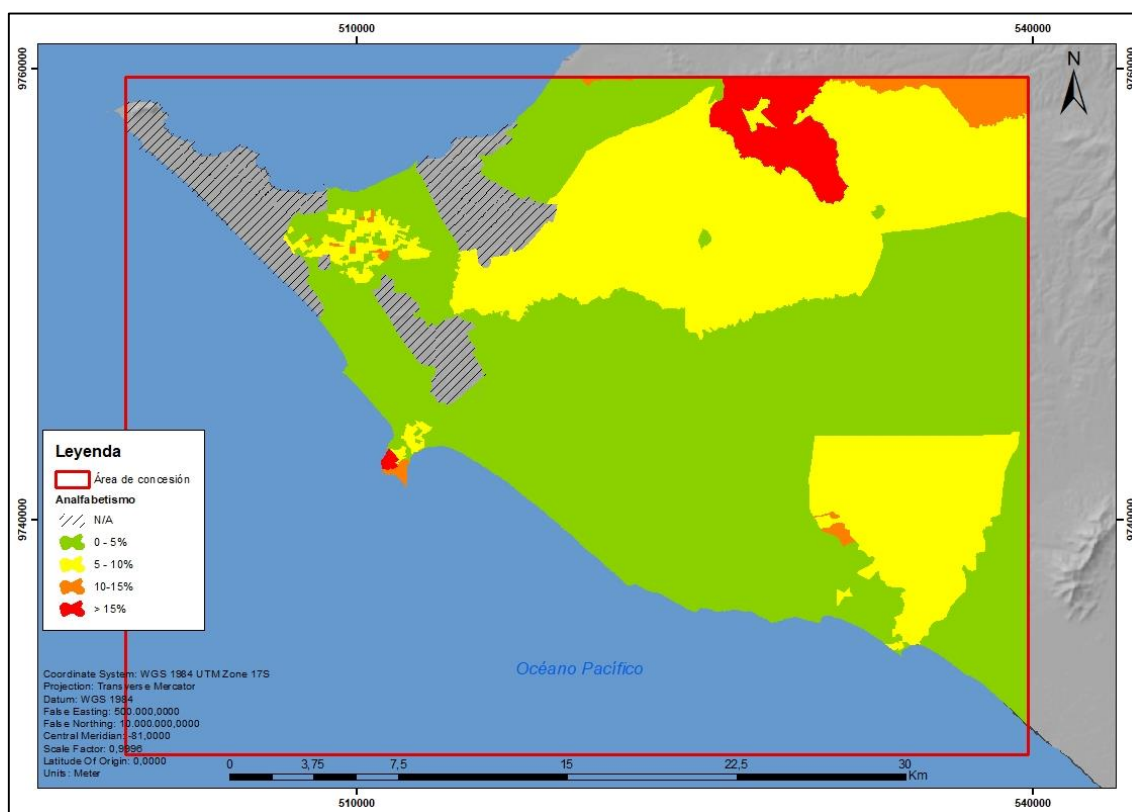


Figura 12. Mapa de analfabetismo en el bloque 2.

Fuente: IEE, 2012. Elaboración propia.

El promedio de años de escolaridad en la provincia para el 2010 fue de 8,8 años, porcentaje que denota una baja incidencia en la asistencia formal de educación secundaria, de tercer nivel y cuarto nivel. El nivel promedio de escolaridad se diferencia notoriamente entre las zonas urbanas y las zonas rurales, este último con casi 2 puntos menos de incidencia en el promedio de escolaridad en comparación a las zonas urbanas (INEC, 2010), como se visualiza en los siguientes gráficos.

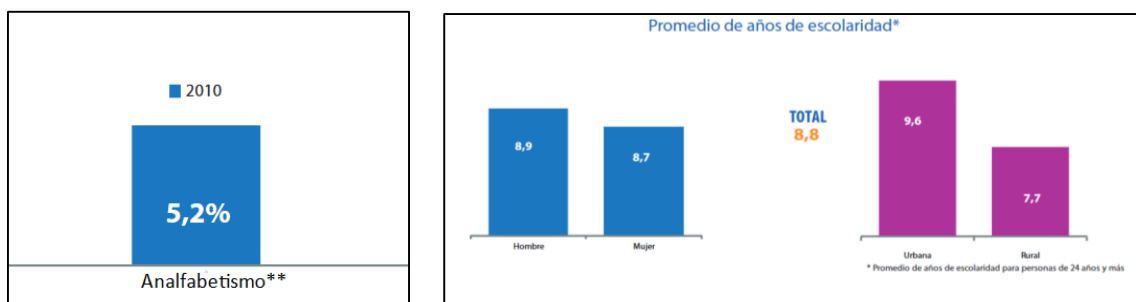


Figura 13. Analfabetismo y escolaridad en Santa Elena.
Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

Por otro lado, un estudio realizado por el Ministerio Coordinador de Desarrollo Social (MCDS) con padres y madres de familia en la provincia de Santa Elena, en septiembre de 2016, muestra la percepción de la población sobre la política social. De este modo, la percepción de los grupos focales expresa malestar en varios aspectos: la infraestructura de los Centros Infantiles del Buen Vivir (CIBV), de las escuelas o de los centros recreativos no es adecuada; el CIBV sólo tiene capacidad para 40 niños en toda la provincia (Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, 2017).

2.2.2.3. Salud

El índice de mortalidad para el año 2012 fue de 317 defunciones por cada 100.000 habitantes (GADMSE, 2014). Para 2016, la tasa de médicos fue de 17 por cada 10.000 habitantes y se registraron 31.534 visitas domiciliarias de médicos, obstetras y enfermeras. En el mismo año se contaron 80 establecimientos de salud, de los cuales 15 tienen internación hospitalaria (5 del sector público y 10 del sector privado) y 65 no poseen internación hospitalaria (56 del sector público y 9 del sector privado) (INEC, 2016).

Las principales enfermedades son de tipo gastrointestinales y respiratorias. El dengue se incluye pues el vector de transmisión prolifera principalmente por mala práctica de la población como es la acumulación de la basura en las viviendas, la inadecuada conservación del agua, falta de infraestructura para el saneamiento de zonas con agua estancada (GADMSE, 2014).

La percepción de los pobladores de Santa Elena fue positiva en relación a la infraestructura de salud con mejoras en los implementos de salud, acceso a medicina gratuita y atención a emergencias. Sin embargo, también se menciona

que existen problemas con referencias entre el subcentro de salud y el Hospital de Salinas, por lo que las personas prefieren ir directamente al Hospital antes que usar los servicios del subcentro (Ministerio Coordinador de Desarrollo Social, 2017).

2.2.2.4. Necesidades básicas

Según la definición del Instituto Nacional de Estadística y Censos del Ecuador, el índice de pobreza por necesidades básicas insatisfechas, fue creada por la CEPAL en los años 80 y es una medida multidimensional que agrupa cinco dimensiones generales que miden las privaciones de una población como lo es la capacidad económica de un hogar, el acceso a la educación básica, acceso a vivienda, acceso a servicios básicos y hacinamiento (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2018).

De acuerdo al último censo nacional llevado a cabo en el 2010, la provincia de Santa Elena presentaba un 12% más de pobreza por necesidades básicas insatisfechas en comparación a la tendencia nacional que se ubicaba en 60,1%. A pesar de que para el año 2013, el porcentaje de población bajo el lumbral de la pobreza por necesidades básicas insatisfechas disminuyó en un 20% aproximadamente, este continuo con una brecha notoria con respecto al porcentaje del resto del país. Como se observa en la siguiente figura.

Pobreza por necesidades Básicas Insatisfechas		
	2010	2013
Ecuador	60,1	38,7
Santa Elena	72,2	52,3

Fuente: (1) Censo de Población y Vivienda INEC 2010
(2) Encuesta Urbana de Empleo y Desempleo 2013

Figura 14. Pobreza por NBI.
Tomado de: PDOT del GAD de Santa Elena

En el año 2010 hubo 6 parroquias, del total de 11 parroquias que conforman la provincia, que superaban el 75% de su población dentro del índice de pobreza por necesidades básicas insatisfechas. Una de las parroquias más pobres del Ecuador, Simón Bolívar llegó a presentar un 99,8% de pobreza por necesidades básicas insatisfechas seguido de las parroquias Chanduy, Manglaralto, Colonche y Anconcito, regiones que se encuentran muy por debajo de los niveles

promedios provinciales y nacionales en cuanto a la atención de necesidades básicas para sus pobladores (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

2.2.2.5. Grupos étnicos

Como se observa en la figura 15, la autoidentificación de los grupos étnicos en el censo del 2010 en la provincia de Santa Elena, resulto en una población mayoritariamente mestiza con el 79,1% seguido de 8,5% de afroecuatorianos y el 4,9% montubia. Los grupos étnicos de menor representación en la provincia de Santa Elena es la etnicidad de otro con el 3,7% y la indígena con el 1,4%. En cuanto a la clasificación de la etnicidad “otro”, este grupo fue mayoritariamente escogido por quienes compartían y se identificaban con dos o más de los grupos étnicos mayoritarios (INEC, 2010).

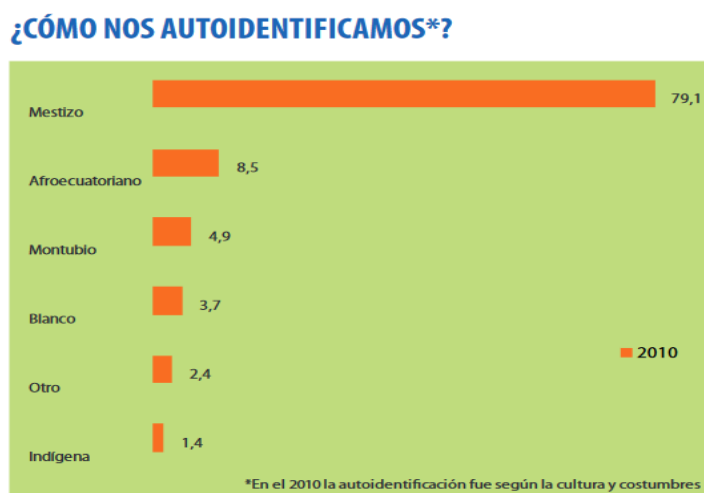


Figura 15. Identificación étnica.

Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

2.2.2.6. Movimientos migratorios y vectores de movilidad humana

Según datos provenientes de estudios realizados por el GAD Provincial de Santa Elena para el año 2015, la provincia contaba con el 55% de la población urbana ubicada en tres cantones: Santa Elena, La Libertad y Salinas, dejando al restante 45% distribuirse en zonas rurales. De acuerdo a este estudio, la población rural en los cantones de Santa Elena y Salinas tendría un decrecimiento promedio de 1.91%, por lo que se espera que en ambos cantones se perciba mayor migración de poblaciones rurales hacia los centro urbanos con una tasa de crecimiento promedio de 3.24%. Con ello, se puede denotar el porcentaje de áreas

naturales, áreas intervenidas con poblaciones concentradas y áreas intervenidas con poblaciones dispersas (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

2.2.3. Componente económico productivo

2.2.3.1. Estructura productiva

Según un estudio realizado por el GAD Provincial de Santa Elena en el 2010, la provincia aportó 2.195.832 dólares al PIB nacional en la producción de bienes y servicios. En el mismo año se estudió el impacto del valor agregado bruto (VAB) en los distintos sectores económicos en los que la provincia dividía su estructura productiva (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

En este sentido, se puede evidenciar en la figura 16 que hay mayor valor agregado en el sector secundario el mismo que contemplo un 55% del VAB en comparación a los demás sectores económicos, seguido del sector terciario y finalmente el sector primario.

Dentro de las seis principales actividades económicas en las que se divide la estructura productiva de la provincia, la actividad de la construcción es aquella que contempla el mayor porcentaje de VAB, seguido de las industrias manufactureras y el comercio al por mayor y menor, quedando en último lugar la explotación de minas y petróleos (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

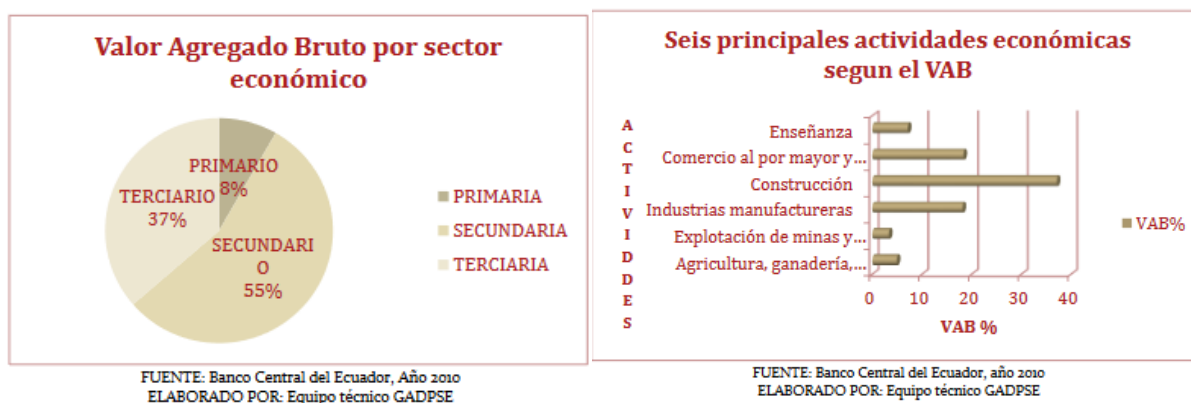


Figura 16. Actividades económicas y valores agregados.
Tomado de: PDOT del GAD de Santa Elena, 2015.

2.2.3.2. Empleo y trabajo

La principal actividad laboral de sus pobladores corresponde a empleos generados por cuenta propia de los pobladores con un 29,1% de la población económicamente activa, dedicada a este tipo de actividades. La segunda fuente de empleo en la provincia de Santa Elena es a través del sector privado, con un 28%, seguido de los empleos como jornaleros o peón y en cuarto lugar los empleos generados por el sector público.

Cabe recalcar en el 2010, hubo un 5,5% de la población realizando trabajos no declarados, lo que significó que alrededor de unas 15 mil personas se encontraban trabajando de forma irregular en la provincia de Santa Elena en el 2010. Como se muestra en la siguiente figura.

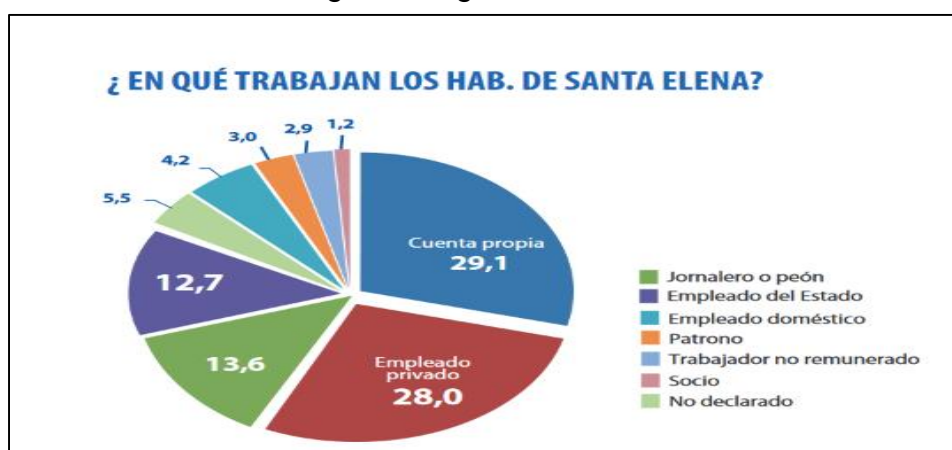


Figura 17. Actividades económicas en Santa Elena.
Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

El empleo y trabajo de la provincia de Santa Elena según datos del último censo nacional del 2010, se caracterizó por diferencias notorias de género en la Población en Edad de Trabajar. Es así que, del total de la población en edad de trabajar femenina (117.148), el 75% se encontraban económicamente inactivas mientras que del total de población en edad para trabajar masculina (120.531), el 66% se encontraba económicamente activa (figura 18).

De igual manera, el porcentaje de hombres trabajando para el sector privado o por cuenta propia supero más de tres veces a la población femenina y duplico en el caso de sector público. En la única ocupación en donde la población femenina tuvo mayor presencia ha sido en la de empleadas domésticas,

provocando mayor presencia de la población masculina en la estructura productiva de la provincia de Santa Elena (INEC, 2010).

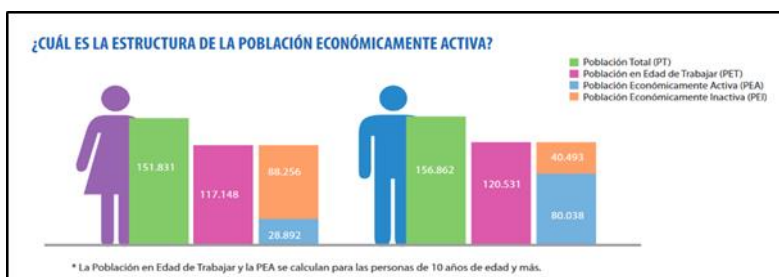


Figura 18. Estructura productiva.
Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010

2.2.3.3. Características de las principales ramas de actividad económica

Las principales ramas de actividad económica para los pobladores en la provincia de Santa Elena se encuentran clasificados en seis grupos que son: administración pública, transporte, comercio al por mayor y menor, construcción, industrias y agricultura, ganadería o pesca. Según datos del 2010, la mayoría de la población económicamente activa participaba en dos actividades principales el comercio al por mayor y menor y la agricultura, ganadería o pesca (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

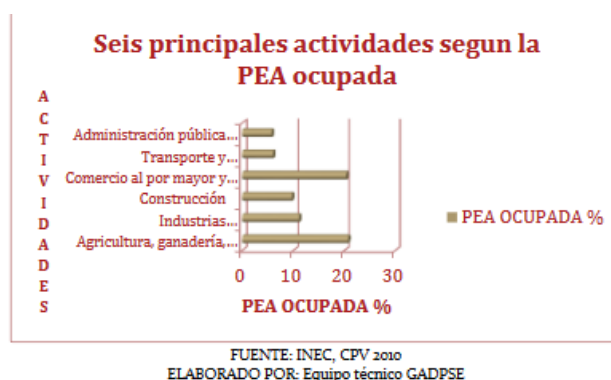


Figura 19. Principales actividades económicas según la PEA ocupada. Tomado de: PDOT del GAD de Santa Elena, 2015.

De este último los sistemas y cadenas de producción de productos agroalimentarios o pecuarios se concentran en el cantón de Santa Elena, cubriendo una superficie de alrededor del 97% del territorio cantonal para poder desarrollar estas actividades. En cuanto a la acuicultura y pesca, esta rama se refiere casi en su totalidad a la producción y comercialización industrial del camarón. Hasta el 2010, la provincia contaba con más de 200 laboratorios para

la producción de nauplios y larvas, además de 30 acuerdos ministeriales para la producción de piscinas de tierra, 36 gremios registrados y con un total de más de 4.671 hectáreas para la realización de estas y demás actividades relacionadas dentro de la provincia (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

2.2.3.4. Infraestructura para el fomento productivo

El enfoque del presente trabajo está centrado en la actividad petrolera en el bloque 2. Por tanto, la infraestructura productiva corresponde a toda aquella infraestructura utilizada para las actividades de explotación de crudo.

Dentro del bloque 2 existen 2958 pozos perforados de los cuales 1283 están productivos y son los que aportan a la actividad económica. Los pozos restantes se encuentran en estado parado transitorio y/o están abandonados después de las actividades de cierre de pozos en los que se cubren dichos pozos con una caja de cemento.

Para el acopio de crudo existen tres tanques depósitos en los que las unidades móviles depositan el crudo en campo. Del mismo modo existen 133 tanques de menor capacidad que recogen el crudo del sistema de extracción de Bombeo mecánico. Estos tanques se encuentran anclados a un pozo o a varios de los cuales se encuentran mayor producción.

En la ciudad de Ancón se encuentra establecida la base de operaciones. Las oficinas administrativas gestionan el campo y el área de talleres vehiculares y operaciones alberga las unidades móviles (de extracción, recolección y medición de crudo). En la misma ciudad está el centro de acopio general de toda la producción del bloque, conocida como “casa bomba”.

En estas instalaciones se encuentran tanques de recolección de crudo. El crudo aquí tratado para a la refinería de La Libertad, ubicada en la ciudad del mismo nombre, a través de oleoductos para su procesamiento y distribución. La red de oleoductos en el bloque es de alrededor de 80 km.

Las vías que conectan y permiten el acceso a los pozos son de lastre y en este estudio se denominan *caminos vecinales*. Los caminos vecinales tienen una longitud de 713 km de vía lastrada. Las vías son la infraestructura que permite las actividades petroleras en el bloque.

2.2.3.5. Amenazas a la infraestructura y áreas productivas

La principal amenaza está directamente relacionada con los caminos vecinales. Las inundaciones corresponden a la amenaza que puede generar pérdidas de producción y daños a la infraestructura vial. A inicios del 2017 se constató como un fenómeno torrencial, después de años, afectó las vías de acceso por lo que las unidades móviles no pudieron ingresar a realizar actividades productivas en campo. Este se reflejó en la baja producción durante esa fecha.

2.2.4. Componente de asentamientos humanos

2.2.4.1. Infraestructura y acceso a servicios básicos, déficit, cobertura, calidad: agua potable, electricidad, saneamiento, desechos sólidos

En cuanto a las condiciones habitables de las poblaciones, se puede identificar que en la provincia de Santa Elena hay un sistema de agua potable deficiente ya que según datos del INEC para el año 2010, el 41% de los hogares hervía su agua para poder tomarla, el 37% compraba agua purificada, es decir un 78% de los hogares no presentaban confianza respecto al agua potable que les llegaba a sus hogares (figura 20).

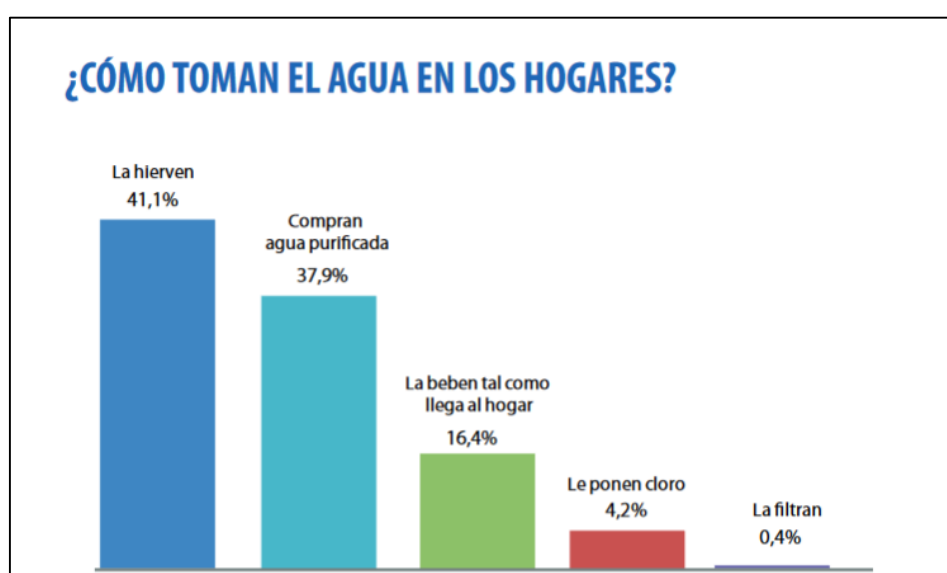


Figura 20. Consumo de agua en Santa Elena.

Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

El acceso a los demás servicios básicos, en el año 2010, se registró que de un total de 74.315 viviendas encuestadas en la provincia de Santa Elena, el 11,99% de las viviendas no contaban con servicio eléctrico, el 83.19% no contaba con servicio telefónico, 17.769 viviendas contaban con otra fuente diferente a la red pública para el abastecimiento de agua (23,91%), 4.122 hogares tenían formas alternativas para la eliminación de residuos y desechos y un 69% de las viviendas no tenían conexión al servicio higiénico público o la red pública de alcantarillado (INEC, 2010). Como se muestra en la figura 21.

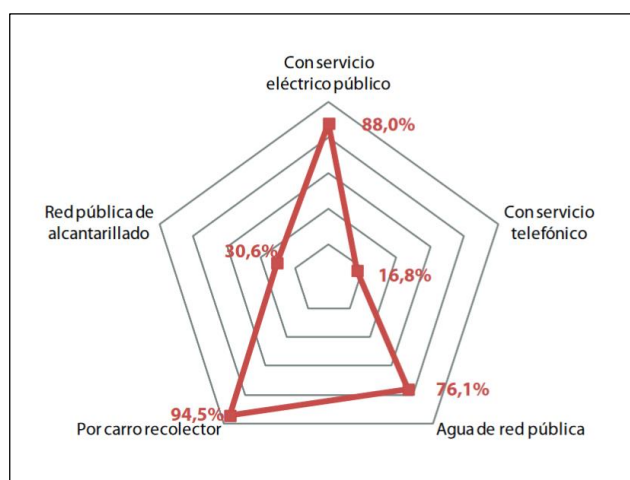


Figura 21. Acceso a servicios básicos.
Tomado de: PDOT del GAD de Santa Elena, 2015.

2.2.4.2. Acceso de la población a vivienda y catastro predial

Según los datos del último censo nacional, la tenencia a una vivienda en Santa Elena se encontraba mayoritariamente representada por las viviendas propias y totalmente pagadas con un 41,3% seguido de las viviendas propias fueran estas adquiridas por donación, herencia, regalo o posesión con un 19,4% y las viviendas prestadas o cedidas, es decir que no fueron pagadas con un 13,9% (figura 22) (INEC, 2010).

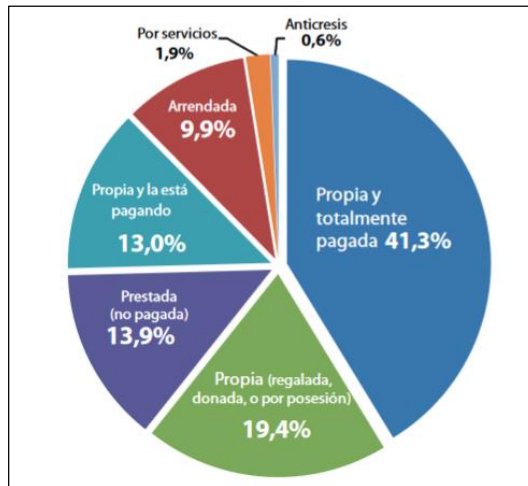


Figura 22. Tenencia de la vivienda.
Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

En cuanto al tipo de viviendas en la provincia de Santa Elena, en la figura 23 se muestra que se encuentran mayoritariamente en la forma de casas o villas con un 77% de las viviendas clasificándose en este grupo. Los ranchos son el tipo de vivienda en segundo lugar en la provincia con 7,5% y las mediaguas en tercer lugar con un 5,5%. A pesar de no ser significativa dentro de la muestra total, cabe recalcar la presencia de 0,3% o 305.679 viviendas clasificadas como chozas (INEC, 2010).

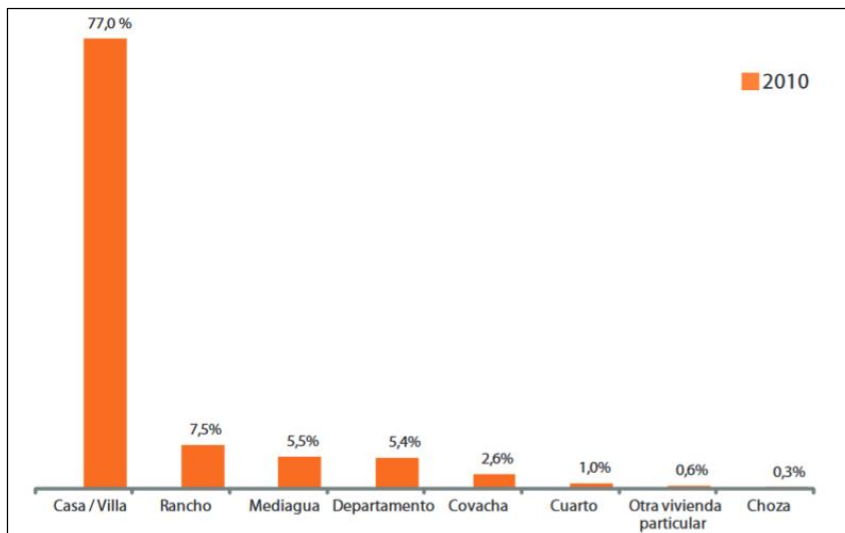


Figura 23. Tipos de vivienda.
Tomado de: Fascículo provincial de Santa Elena. INEC, 2010.

2.2.5. Componente movilidad, energía y conectividad

2.2.5.1. Redes viales y de transporte

En cuanto al acceso a los diferentes cantones, la provincia cuenta con vías primarias, secundarias y terciarias, las mismas se dividen por la competencia bajo el cual están a cargo, que puede ser del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (vías estatales) o del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Santa Elena (vías provinciales). Para la provincia de Santa Elena, existe un 69% de vías provinciales y un 30% de vías estatales, de estas últimas, según el informe del GADPSE, se encontraban en un 45% en buen estado, y un 65% en estado regular o malo para el año 2015 (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

2.2.6. Componente político institucional y participación ciudadana

2.2.6.1. Instrumentos de planificación y ordenamiento territorial vigentes o existentes en el gobierno autónomo descentralizado, así como el marco legal vigente

Dada la creación de la provincia de Santa Elena en el 2007, dentro del Registro Oficial número 206, también se dispuso la delimitación del territorio, así como también la creación de los cantones que pertenecen a esta unidad territorial, política y administrativa (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

Conforme a las leyes ecuatorianas vigentes para la ordenación pública y territorial, el Prefecto de la provincia es quien lidera el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Santa Elena. Internamente, el GAD Provincial de Santa Elena durante su corta vida jurídica en comparación a los demás gobiernos autónomos del país, ha creado 9 instrumentos legales para poder realizar la transición de su gestión en el territorio, entre ellos:

- Ordenanza de Sustitución de Denominación de Consejo Provincial de Santa Elena a Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena,
- Ordenanza de Regulación para el Ejercicio de la Función de Participación Ciudadana y Control Social del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena,

- Ordenanza de Constitución y regulación del Consejo de Planificación del Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena,
- Ordenanza de Constitución y Regulación del Funcionamiento de la Silla Vacía en las Sesiones del Consejo Provincial de Santa Elena, entre otros (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

El Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena, contempla con un mecanismo de articulación en territorio que tiene su primera instancia el Consejo de Participación Ciudadana y Control Social, con la creación del Consejo de Planificación Local para la Provincia de Santa Elena, el cual promueve la participación ciudadana en la formulación de planes de desarrollo a nivel provincial y ordenamiento territorial, el equilibrio territorial entre las instituciones públicas y privadas y el fortalecimiento de procesos de planificación para contribuir de manera positiva a los derechos de los pueblos, nacionalidades y comunidades que habitan dentro del territorio (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

Adicional, el Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Santa Elena, también conocido por sus siglas en español como GADPSE, ha creado otro mecanismo que permite la intervención directa de la ciudadanía los mismos que son recibidos a través de canales de comunicación como lo son los requerimientos y/o solicitudes directas, la presentación de proyectos y/o propuestas y la entrega de comentarios y sugerencias durante el proceso continuo de socialización de proyectos o intervenciones por para del GADPSE (GAD Provincial de Santa Elena, 2015).

2.3. Amenazas, vulnerabilidad y riesgo

Las amenazas las constituyen las inundaciones y la erosión hídrica. Aunque sus características climatológicas demuestran que es un área árida y con precipitaciones que no superan los 300 mm, no son esperadas las inundaciones. Cuando las condiciones climáticas se modifican, pueden ocurrir eventos torrenciales y la capacidad del terreno para soportar tal cantidad de lluvia colapsa por lo que se inunda gran parte del área, debido a que es un terreno con una pendiente suave a muy suave.

El último fenómeno El Niño, de 1997-98, provocó desastres: murieron 61 personas, se inundaron zonas agrícolas y se dañaron carreteras que impidieron el transporte en la península, se paralizó el flujo de turistas, hubo ruptura del acueducto de Guayaquil Salinas (Corporación Andina de Fomento, 2000).

Las poblaciones humanas y la infraestructura productiva y de transporte son los más vulnerables. Las poblaciones se ubican en zonas planas y cerca de ríos por el bajo acceso a los contados recursos hídricos que, cuando ocurren eventos extraordinarios, estos crecen e inundan sus relieves colindantes. Las vías pavimentadas también presentan vulnerabilidad por la destrucción de puentes o mal drenaje urbano. Pero las vías de lastre, que determinan las actividades productivas petroleras, son las más sensibles a estos daños pues no presentan una geometría o diseño que soporte un evento de inundación.

El riesgo de afectación por inundaciones depende de las características de las precipitaciones y las condiciones de temperatura superficial del mar, principalmente.

2.4. Modelo territorial actual

Ver anexo 1 para visualizar el modelo territorial actual del bloque 2.

La mayor concentración de población está en el cantón La Libertad, seguido de Santa Elena y Salinas. Los flujos terrestres de movilización de estos grupos poblacionales se realizan por la vía principal o corredor arterial que conecta con Manta al norte y con Guayaquil al este, el último flujo es el de mayor magnitud pues es el principal acceso al centro municipal más cercano y punto económico de mayor influencia en el país, como lo es Guayaquil. Del mismo modo, la población flotante (actividad turística) es mayoritariamente de Guayaquil. Las principales actividades productivas corresponden al turismo y a la extracción petrolera.

La infraestructura petrolera del bloque está compuesta por los pozos, los tanques y las vías que los conectan. Los pozos petroleros muestran mayor concentración en las zonas entre Ancón, Atahualpa y Anconcito, aunque también existen pozos en la zona urbana de Salinas, La Libertad y Santa Elena. La producción de

dichos pozos dirige su flujo hacia “casa bomba” en Ancón para el acopio general de todo el campo y luego ser redireccionado a la refinería de La Libertad.

Desde la refinería de La Libertad se distribuye y vende el crudo que es transportado por buques de transporte de petróleo, lo que constituyen los flujos marítimos hacia el norte. En la población de Anconcito se realiza una importante actividad de pesca controlada por el MAE, tanto en la reserva protegida como en aguas cercanas. Este constituye el flujo de menor magnitud hacia el sur del área.

Existen elementos condicionantes de las actividades en el territorio que son: las zonas de inundación y la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla “Santa Elena” (REMACOPSE) se ubica al noroeste del bloque petrolero, en la que se permiten actividades controladas.

La principal amenaza externa a la producción petrolera del bloque 2 es la amenaza de inundación por precipitaciones fuertes, mayores a las normales climáticas, que afectan negativamente a la infraestructura vial que es un componente estructural de todas las actividades hidrocarburíferas.

Por tanto, las vías que conectan los pozos petroleros y permiten la realización de actividades productivas, son el elemento vulnerable que está en riesgo físico de sufrir remoción de la cobertura de lastrado, destrucción de vías por inundaciones y desbordes de ríos, interrupción de la conectividad, aislamiento de acceso a pozos, entre otras.

La diversidad de actividades productivas, además de la hidrocarburífera, representan la fortaleza del territorio del bloque 2. De esta forma se asegura la independencia del territorio de la actividad petrolera pero al mismo tiempo se genera un entorno para desarrollar la planificación territorial del bloque desde el sector público y el sector privado.

Capítulo III. Vulnerabilidad física y amenazas de inundación.

3.1. Recolección de información

3.1.1. Datos históricos de precipitaciones

Los registros pluviométricos corresponden a las estaciones meteorológicas: “La Libertad”, administrada por el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR); y “Santa Elena”, administrada por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Ambas estaciones se encuentran dentro del área de concesión petrolera, por lo que se han considerado para entender el fenómeno de precipitaciones a nivel local, particularmente el evento del 2017.

La estación “Santa Elena” presenta datos de una serie de tiempo de 15 años (2002 a 2016) (ver anexo 2). Algunos datos no son continuos y existen falta de información en los registros, por lo que no es posible determinar cuál es el año de mayor acumulación de precipitaciones aunque se aprecia que, en los años con datos más completos, la época de mayor precipitación corresponde al primer cuatrimestre de cada año.

La estación “La Libertad” presenta dos registros por separado: un registro de 1995 a 1999 en el que se puede observar el último Fenómeno del Niño en 1998 (tabla 9), y un registro consecutivo de 10 años (de 2009 a 2018) con la excepción del primer año con datos faltantes en el último trimestre y los datos que aún no se registran del 2018. Ambos cuentan con un valor normal establecido entre 1981 – 2010, que es la precipitación promedio en serie de tiempo mencionada. Como se observa en el anexo 3, los meses con mayor precipitación corresponden a los mismos que para la estación “Santa Elena”, es decir: Enero, Febrero, Marzo y Abril.

Como se puede observar en la tabla 9, el año de 1998 presentó valores extremos de precipitaciones. El acumulado anual fue de 2.007,1 mm, una cifra 7 veces mayor a los valores normales. Los primeros cinco meses del año fueron los más lluviosos en la península y en todo el país. En este periodo aconteció uno de los dos Fenómenos del Niño más fuerte de los últimos 100 años, considerados desde la magnitud de las alteraciones. El otro corresponde al Fenómeno de 1982-1983, cuyo acumulado anual, recogido por la estación “Santa Elena”, fue de 2.833 mm (Corporación Andina de Fomento, 2000).

Tabla 8. Precipitación mensual acumulada de la estación "La Libertad" - INOCAR, serie 1995 - 1999.

Mes	Precipitación mensual acumulada (mm)*					
	Normal**	1995	1996	1997	1998	1999
Enero	34	9,3	3,7	6,5	413,7	0,6
Febrero	104,1	158,7	25,6	32,9	445,4	193,4
Marzo	98	7	2,3	94	728,9	16,1
Abril	23,6	3,4	5,3	24,3	211,8	21,1
Mayo	10,2	0	0	0,3	205,5	0,9
Junio	0,4	0,1	0,1	0	1	0,9
Julio	0,8	0	0,1	0,1	0,2	0
Agosto	0,5	0,2	0	0,2	0,3	0,1
Septiembre	1,1	0,2	0,2	2,2	0,2	0,1
Octubre	1	2	0,2	-	0,1	0,5
Noviembre	4,5	0,2	0	-	0	-
Diciembre	17,5	0,4	0	-	0	-
<i>Acumulado anual</i>	<i>295,7</i>	<i>181,5</i>	<i>37,5</i>	<i>-</i>	<i>2007,1</i>	<i>-</i>

Nota. Adaptado de los anuarios meteorológicos del INAMHI, disponibles en su página web:

<http://www.serviciometeorologico.gob.ec>.

*Los valores de precipitación acumulada, expresada en mm, se definen como l/m2.

**Los valores normales son las precipitaciones mensuales promedio tomadas como referencia del periodo 1981 – 2010.

Como se aprecia en la figura 24, los valores de la estación "La Libertad" para los cinco primeros meses del año 1998 superaron significativamente los valores establecidos por el INOCAR como promedios normales de precipitación. El mes de marzo fue el más lluvioso con una acumulación de 728,9 mm.

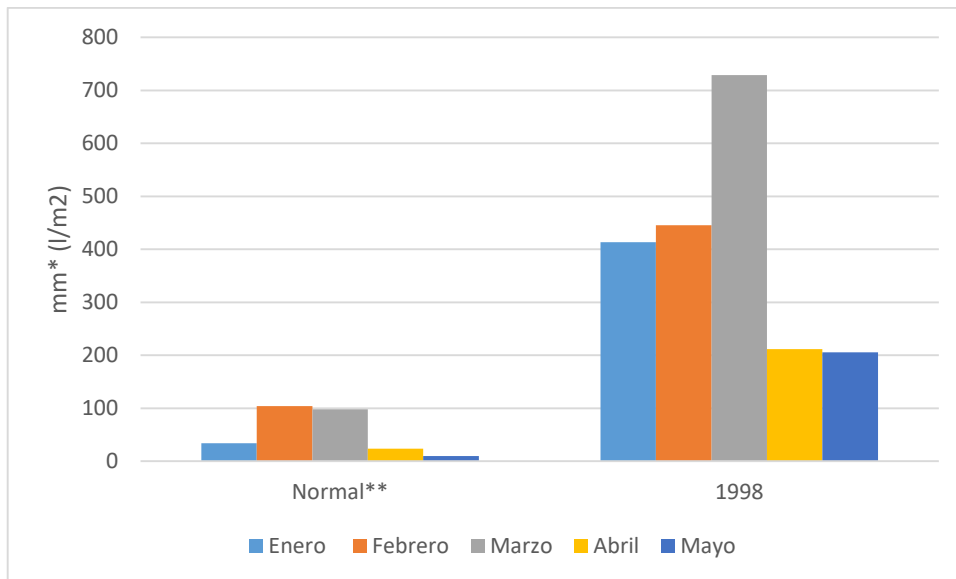


Figura 24. Relación del primer cuatrimestre de 1998 con los valores normales de precipitación, estación "La Libertad".

El monto total de los daños ocasionados por el evento El Niño de 1997-1998 en todo el país, fue de US\$2.882 millones. Al compararlo con la economía de la nación en esa época, tomando como referencia el PIB, Ecuador fue el país más afectado en la región con un impacto del 14,6% al PIB. El evento de 1997-98 fue el más fuerte del último siglo, con 19 meses de lluvias continuas, considerables y de larga duración (Jovel, 2001). Este evento fue el último de gran magnitud en la península y en todo el país hasta la época lluviosa de 2017.

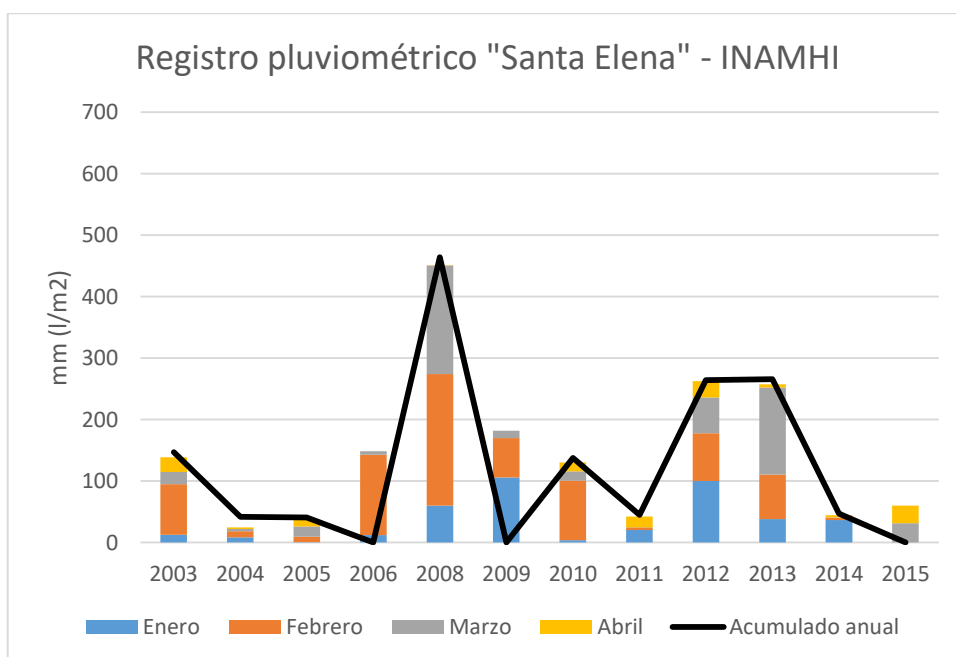


Figura 25. Registro pluviométrico estación "Santa Elena" - INAMHI

El registro pluviométrico muestra la serie de tiempo tomada por la estación “Santa Elena” donde el año de mayores precipitaciones corresponde al 2008, con un acumulado de 464,20 mm (figura 25). La figura 26 muestra las precipitaciones registradas por el INOCAR hasta el 2017, cuyos valores cerraron el año en 655,9 mm de precipitación acumulada. Ambas figuras presentan la misma escala, de 0 a 800 mm, para poder comparar los dos registros pluviométricos. En la serie de tiempo analizada, el evento torrencial del 2017 constituye la mayor época de lluvias desde 1998.

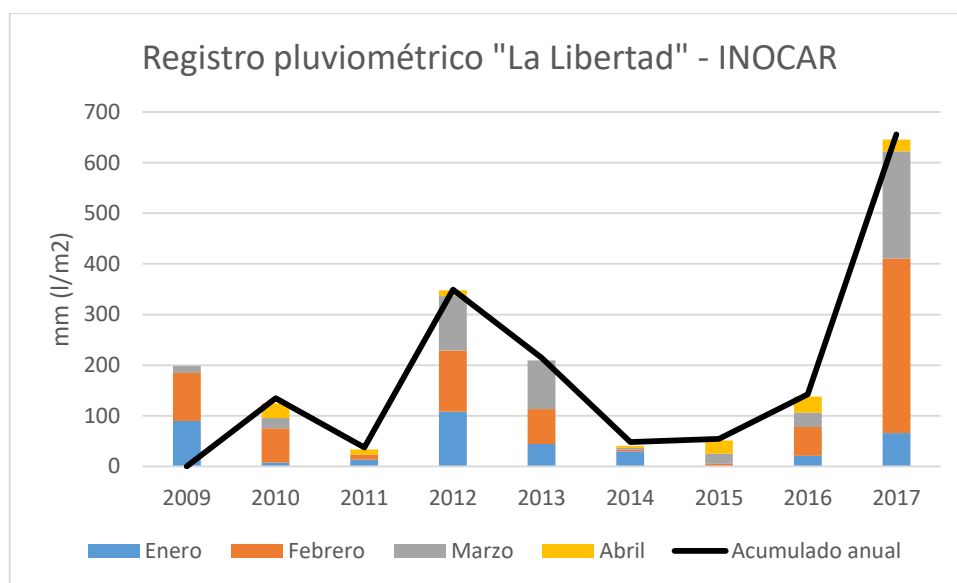


Figura 26. Registro pluviométrico estación "La Libertad" – INOCAR

Después de comparar los dos registros pluviométricos más reciente, se aprecia que Febrero es el mes más lluvioso y el 2017 ha sido el año en el que más volumen de precipitación se ha registrado entre la serie de tiempo analizada, a razón de 344,9 mm para Febrero y un acumulado anual de 655,9 mm, según los registros de la estación “La Libertad”. Para visualizar la serie de datos de las estaciones mencionadas ver los anexos 2 y 3

Por otro lado, los reportes quincenales de las condiciones océano-atmosféricas elaborados por el INOCAR durante los primeros meses del 2017, señalan que durante los primeros 20 días de Enero se mantuvo el déficit de precipitación en la estación “La Libertad”, con un acumulado del 17% respecto a su normal. Sin embargo, a finales del mismo mes todas las estaciones costeras terminaron con superávit de precipitaciones, siendo “La Libertad” y “Guayaquil” las que presentaron las mayores precipitaciones.

Hasta el 19 de Febrero, el acumulado de precipitaciones de “La Libertad” excedió 2,5 veces al acumulado normal, terminando el mes con superávit. Para el mes de Marzo se mantuvieron continuas las lluvias en las estaciones costeras del centro del litoral (Manta, La Libertad y Guayaquil) pero su intensidad y frecuencia fue disminuyendo a lo largo del mes, en el que hubo pocos días de precipitaciones superiores a 20 mm en “La Libertad”, hasta principios de Abril. Desde este mes, las precipitaciones se hicieron menos frecuentes y de menor duración hasta que el reporte del 15 al 28 de Mayo expresa que las precipitaciones casi han desaparecido en la región costera.

A finales de Mayo “La Libertad” finaliza el mes con un acumulado de 3,6 mm, cuando las estimaciones del INOCAR esperaban un valor de 10,2 mm para esta estación. Ya para el mes de Junio se habla de precipitaciones casi nulas en las estaciones costeras del centro y sur del país.

De igual forma, el Boletín de Alerta Climática (BAC), elaborado por el INOCAR y publicado mensualmente por la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), analiza las condiciones oceánicas y atmosféricas del Pacífico Suroriental, dentro del estudio regional del Fenómeno del Niño (ERFEN).

En Enero, las precipitaciones en la zona litoral estuvieron cercan o superiores a sus medias (INOCAR, 2017a). El BAC emitido en febrero, expresa que durante aquél mes la región litoral del Ecuador sufrió precipitaciones intensas. Así, las provincias de Manabí, Santa Elena y Guayas sobrepasaron los valores climatológicos normales. Estas provincias tuvieron la influencia directa del ramal sur de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y las importantes anomalías positivas de temperatura superficial del mar hacia el Sur (INOCAR, 2017b).

El BAC publicado en marzo, determina que las precipitaciones durante ese mes superaron o estuvieron muy próximas a las normales en la costa central ecuatoriana (INOCAR, 2017c). En Abril, las precipitaciones continuaban causando situaciones adversas para la población y la infraestructura en diferentes zonas del país, aunque en la zona del perfil costero disminuyeron (INOCAR, 2017d).

3.1.2. Análisis de la producción en Ancón para el año 2017

El presente trabajo se originó como respaldo técnico de análisis y propuesta para prevenir los daños causados a la infraestructura vial que se generaron a inicios del 2017 por causa de precipitaciones mayores a los promedios normales en la península de Santa Elena.

Los daños consistieron en erosión superficial del lastrado de las vías que conectan los pozos, generando surcos por el gran peso (más de 7 toneladas para los vehículos de extracción y tanqueros) de las unidades que aumentaron el deterioro de las vías; así como, la interrupción de varias vías debido al desbordamiento de ríos y cauces considerados intermitentes por lo que no se pudo acceder a los pozos para la extracción de crudo.

Estos hechos afectaron negativamente la producción del bloque incurriendo en pérdidas económicas por no cumplir los objetivos de producción y además por los trabajos direccionados a reestablecer las condiciones viales para el acceso de unidades de extracción, medición y recolección de petróleo.

La producción no cumplió el objetivo del perfil de producción establecido por las oficinas centrales aunque hubo una recuperación en los meses de agosto y septiembre (figura 27). En los meses de febrero y marzo se produjo la mayor diferencia entre lo esperado y lo real.

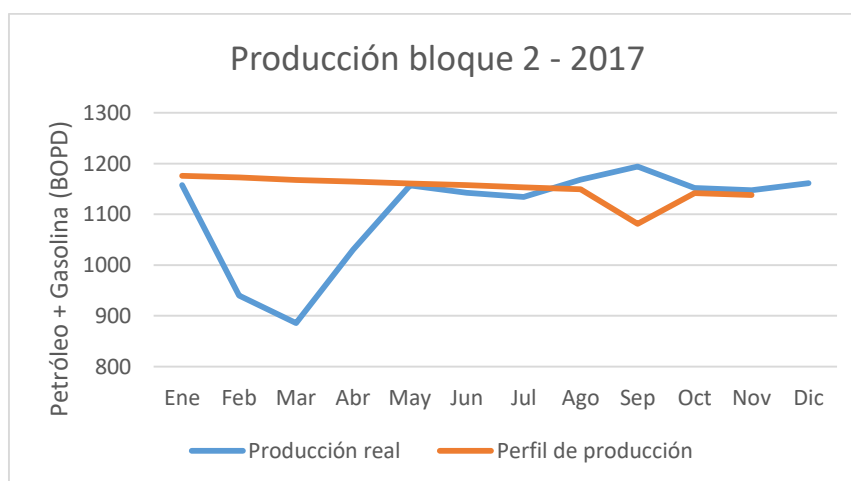


Figura 27. Producción real vs producción esperada en 2017.

Como muestra la figura 28, las precipitaciones de mayor magnitud e intensidad ocurrieron en febrero y marzo, por consecuencia, las pérdidas expresadas en

barriles de petróleo y gasolina fueron las más importantes del año. Durante la época lluviosa, no se pudieron realizar actividades en 287 pozos que significaron la diferencia de más de 15 mil barriles a comparación del perfil estimado de producción para dichas fechas.

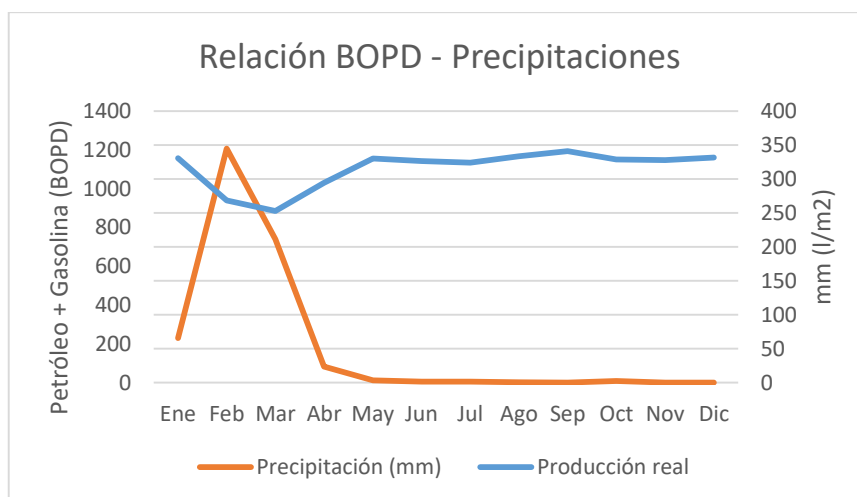


Figura 28. Relación producción real y precipitaciones, año 2017.

Pasadas las inundaciones, se repararon 65 km de vías mediante el lastrado de la cobertura superficial y se realizaron reparaciones mecánicas a los vehículos que sufrieron daños por vías en mal estado. Si se compara la pérdida de producción con el promedio de costo por barril de petróleo, estimado para el crudo de la península por su grado API, se obtiene que la baja producción y los gastos para actividades correctivas después de la inundación superaron los \$800.000 dólares. Esta cifra representó el 4% del presupuestado para el año.

3.1.3. Imágenes satelitales

Las imágenes fueron adquiridas por la Pacifpetrol S.A. a raíz del evento de lluvia torrencial de 2017. Se utilizaron imágenes satelitales del sensor RapidEye para entender diferencia de vegetación entre una época seca y un evento lluvioso como el de 2017 la zona de estudio y de insumo para digitalizar las vías susceptibles de análisis que corresponde a las vías de lastre que conectan los pozos petroleros. Estas vías se digitalizaron en base a imágenes de una época seca (2016) al realizar un filtro con los valores negativos del NDVI determinado más adelante.

RapidEye es una constelación de cinco satélites equipados con sensores idénticos que orbitan a una altura de 630 km sobre la Tierra y tienen un ancho de barrido de 77 km. La resolución espacial es de cinco metros y posee 5 bandas en el espectro electromagnético. En el mercado existen dos tipos de productos RapidEye: 1B, producto básico para ser procesado por el cliente; 3A, contiene correcciones radiométricas y de sensor y es ortorectificado usando un modelo de elevación (Planet, 2018). Para el presente estudio se emplearon imágenes RapidEye de nivel 3A. En la tabla 11 se detallan las principales características de las imágenes satelitales.

Tabla 9. Principales especificaciones de las imágenes RapidEye, nivel 3A.

<i>Características</i>	<i>Especificaciones</i>	
Altura de órbita	630 km	
Hora de cruce ecuatorial	11:00 am hora local (aproximadamente)	
Periodo de revisita	Diario	
Tipo de sensor	Push Broom Multiespectral	
Bandas espectrales	Azul	440 – 510 nm
	Verde	520 – 590 nm
	Rojo	630 – 685 nm
	Red-edge	690 – 730 nm
	NIR	760 – 850 nm
Tamaño de píxel el terreno (nadir)	6,5 m	
Tamaño de píxel (ortorectificado)	5 m	
Ancho de barrido	77 km	
Tamaño del producto	25 x 25 km	
Datum horizontal	WGS 84	
Proyección	UTM	

Nota. Adaptado de las especificaciones del producto. Planet (2018). *Planet imagery product specifications*.

Cabe destacar que para abarcar el área del bloque son necesarias dos imágenes RapidEye para cubrir el territorio analizado. De esta forma, se trabajan con dos imágenes satelitales por cada año de estudio en el caso de RapidEye.

El análisis de imágenes satelitales está enfocado en comprender el último evento de inundaciones del año 2017, cuáles fueron las zonas y vías afectadas; así

como, servir de insumo para el análisis de zonas inundables expuesto más adelante en este trabajo.

Para esto, se realizaron análisis en dos épocas diferentes: la primera en época seca en 2016 y la segunda en abril del 2017, mes subsecuente del último fenómeno torrencial de lluvias. Las imágenes de 2016 corresponden a los meses de agosto y noviembre, para el extremo oriental y occidental respectivamente. Las imágenes de 2017 corresponden ambas al 10 de abril.

3.1.4. Datos topográficos

Los datos del terreno corresponden a coberturas que contienen datos de ubicación y de altura:

- Topografía,
- Sísmica, y
- Curvas de nivel cada 10 metros.

La topografía y la sísmica son proyectos que fueron desarrollados por empresas privadas en el bloque petrolero. La cobertura de curvas de nivel fue generada por el IGM y descargada de su portal en línea.

3.2. Tratamiento de la información

3.2.1. Imágenes satelitales

3.2.1.1. Preprocesamiento

Las correcciones se realizaron utilizando el módulo ENVI 5.1. A través de la extensión *Radiometric calibration* se obtuvieron valores de radiancia a partir de los niveles digitales (ND) de cada banda. Esta herramienta también permite transformar los valores de radiancia a $\mu W / (cm^2 * nm * sr)$ y el formato de salida BIL. Ambos parámetros son obligatorios para el uso posterior en el módulo FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes).

FLAASH es un módulo avanzado de corrección atmosférica que se basa en el algoritmo de transferencia de radiación MODTRAN, incluye opciones para calcular una visibilidad promedio (cantidad de aerosol/neblina), dando como resultado una imagen expresada en valores de reflectancia y cuyo componente intrusivo de la atmósfera es eliminado (Aguilar, Mora, & Vargas, 2014).

Con ayuda de los metadatos de la imagen satelital se ingresan los valores requeridos por el módulo FLAASH, tales como fecha y hora de captura, tipo de sensor, altura promedio, tipo de modelo atmosférico, modelo de aerosol y visibilidad. El resultado es una composición de bandas corregidas atmosféricamente con valores de reflectancia en una escala de 1 hasta 10.000, así como píxeles afectados por sombras cuyo valor es negativo (Lora López, 2016).

Para que los valores de reflectancia estén en un rango de 0 a 1, como los que utilizan todas las librerías espectrales y puedan ser procesados en el índice de vegetación posterior, se aplica la siguiente fórmula en la herramienta *Band Math*:

Ecuación 1. Normalización de los valores de reflectancia.

$$(b1 \leq 0) * 0 + (b1 \geq 10.000) * 1 + (b1 > 0 \text{ and } b1 < 10.000) * \text{float}(b1)/10.000$$

La expresión convierte todos los valores de píxel negativos a cero (0), todos los valores de píxel mayores a 10.000 en uno (1) y todos los valores de píxel entre 0 y 10.000 a valores entre cero (0) y uno (1).

3.2.1.2. Procesamiento

Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

La clorofila (pigmento) en las hojas de la planta absorbe la luz visible para la fotosíntesis, mientras que la estructura celular de las hojas refleja el infrarrojo cercano (Weier & Herring, 2000). De tal modo se pueden establecer índices que indiquen la salud vegetal de una región, entendidos como medidas cuantitativas para medir la biomasa en base a la radiación que las plantas emiten o reflejan (Díaz García-Cervigón, 2015). El Índice de vegetación de diferencia normalizada propuesto por Rouse et al. (1973) es utilizado en el presente trabajo. El NDVI se calcula a partir de las bandas roja e infrarroja cercana (NIR por sus siglas en inglés) mediante la siguiente fórmula:

Ecuación 2. Índice de vegetación de diferencia normalizada

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Al ser un índice normalizado sus valores se encuentran expresados entre -1 y 1 para un píxel determinado, en los que los valores positivos cercanos a 1 indican mayor densidad de hojas verdes y los valores de cero y cercanos a cero, que no hay vegetación (Weier & Herring, 2000). Los valores negativos indican suelo desnudo y cuerpos de agua (Meneses-Tovar, 2011).

El NDVI es utilizado ya que caracteriza la salud vegetal en el área de estudio aplicado en imágenes satelitales obtenidas pocos meses después de los eventos de lluvias torrenciales. Por consiguiente, se analizan los cambios en la vegetación después de un aguacero torrencial. Pourrut (1983) afirma que las únicas ocasiones en las que reverdece el paisaje en la península de Santa Elena son debido a “*precipitaciones excepcionalmente fuertes*”. Se utilizó el análisis del 2016 para la caracterización vial realizada a continuación, pues el porcentaje de nubosidad es del 0%, según su metadato y permite visualizar todas las vías de lastre en el bloque 2.

La aplicación de la fórmula del NDVI se realizó en el software ENVI 5.3 mediante la herramienta *Band Math*, en la cual se escribe la fórmula y se determinan las bandas que serán utilizadas para el proceso.

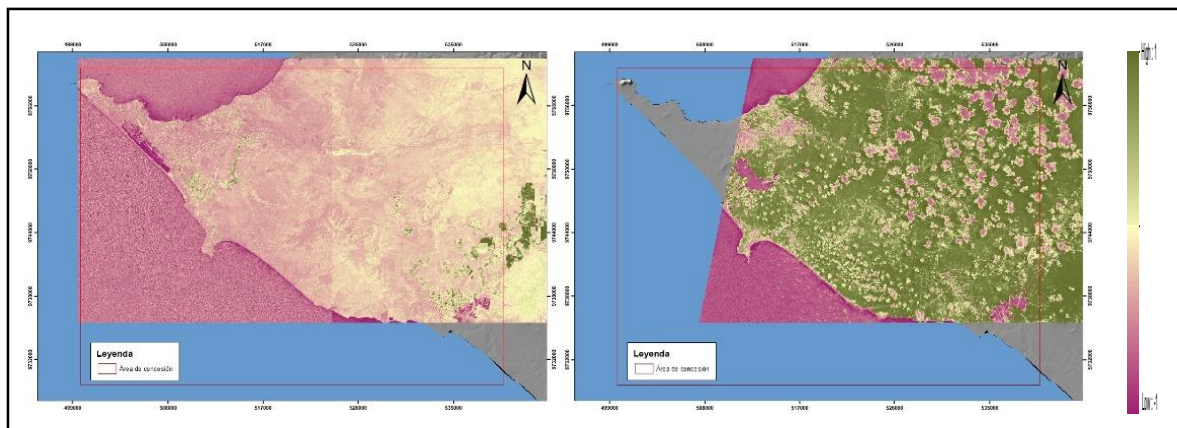


Figura 29. NDVI de imágenes RapidEye

Nota. La imagen de la izquierda corresponde al año 2016 y la de la derecha al año 2017.

Como se observa en la figura 29, la toma de muestra de imágenes en el 2016 muestra que hasta ese momento se mantenía el régimen árido característico de la región. Solo se pueden visualizar cobertura vegetal saludable en la parte oriental de la imagen y en menor proporción en los bordes de los ríos perennes. La mayor parte del territorio presenta un índice de vegetación cercano a cero, lo

que indica suelo desnudo y ausencia de vegetación. También se caracteriza los cuerpos de agua con valores negativos observables en las camaroneras.

Por otro lado, el índice de vegetación para las imágenes del 2017 muestra que ha ocurrido un fenómeno de revegetación a gran escala. La toma de muestra de las imágenes corresponde a abril, un mes después de las fuertes lluvias que precipitaron en la península, de acuerdo a los datos meteorológicos antes analizados. En todo el territorio se aprecia que el índice de vegetación es positivo con valores cercanos a uno, lo que indica un estado de vegetación saludable.

Se puede observar también cuerpos de agua, que presentan valores negativos, en el embalse en la zona occidental de la imagen. Aunque existen valores negativos que representan a las nubes, se pueden despreciar estos valores y observar el cambio en la vegetación que hubo desde el 2016 hasta mediados del 2017. De esta forma se puede visualizar los efectos de las intensas lluvias a inicios del año 2017 en el que reverdeció el paisaje.

3.2.1.3. Digitalización de cobertura vial

Las coberturas fueron caracterizadas en base a las imágenes satelitales corregidas del sensor RapidEye, representadas por vectores y digitalizadas en el software ArcGIS 10.3. Para diferenciar las vías de lastre del terreno árido circundante con poca vegetación se utilizaron los valores negativos del NDVI para el año 2016, en una época seca. Las imágenes del 2016 no presentan nubosidad que afecte a la interpretación del sistema vial.

La escala a la cual se digitalizó la cobertura vial fue determinada mediante la ecuación:

Ecuación 3. Relación directa entre el tamaño de celda y la escala.

$$Scale = Cell\ Size \times 96/0.0254$$

Esta ecuación fue determinada por ESRI para que sea aplicada en su plataforma ArcGIS. Por lo tanto, para el tamaño de celda de las imágenes RapidEye (5 metros), la escala de trabajo es de 1:18.898.

La red vial del bloque se categorizó de acuerdo a la clasificación funcional de la Norma Ecuatoriana Vial -NEVI-12- desarrollada por el Ministerio de Transporte y

Obras Públicas (MTO, 2013). Aquí es necesario aclarar que se diferenci6 la categorí a de *caminos locales*, mencionada en la norma, para identificar los caminos que conforman la infraestructura urbana y es de jerarquía superior a los caminos vecinales. Entonces se clasifican las vías en cuatro jerarquías funcionales: corredor arterial, vía colectora, camino local y camino vecinal como lo muestra la Tabla 12.

Tabla 10. Descripción de la categorización de la red vial. Adaptado de: NEVI-12, 2013.

<i>Tipo de vía</i>	<i>Descripción</i>	<i>Longitud (km)</i>
Corredor arterial	Caminos de alta jerarquía funcional. Sirven para viajes de larga distancia y deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y estándares geométricos adecuados para un tráfico eficiente y seguro.	49,04
Vía colectora	Caminos de mediana jerarquía funcional. Recolectan el tráfico de una zona rural o región para conducirlo a la malla estratégica de corredores arteriales.	77,3
Camino local	Caminos convencionales dentro una zona urbana.	860,75
Camino vecinal	Caminos convencionales básicos que incluyen a todos los caminos rurales, destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos.	71,97

Para el presente estudio se toman en cuenta únicamente los caminos vecinales que son las principales vías de acceso a los pozos, no presenten una geometría o parámetros definidos por la normativa ecuatoriana, son caminos cuya rodadura se compone del terreno natural del lugar y son susceptibles a recurrentes daños por los efectos de inundaciones leves, moderadas o fuertes (MTO, 2013).

Los caminos vecinales dentro del bloque están destinados al flujo de vehículos que realizan la medición, extracción o recolección de crudo en los diferentes pozos, son aquellos construidos para fines petroleros por las diferentes empresas que han tenido la concesión del bloque desde la explotación realizada por la empresa inglesa Anglo Ecuadorian Oilfields en 1920. Todas las vías que conectan los pozos y el área circundante de los mismos son de lastre, es decir

que su superficie está cubierta sólo de piedra traída de las canteras. En la figura 30 se observa la distribución de la red vial del bloque 2.

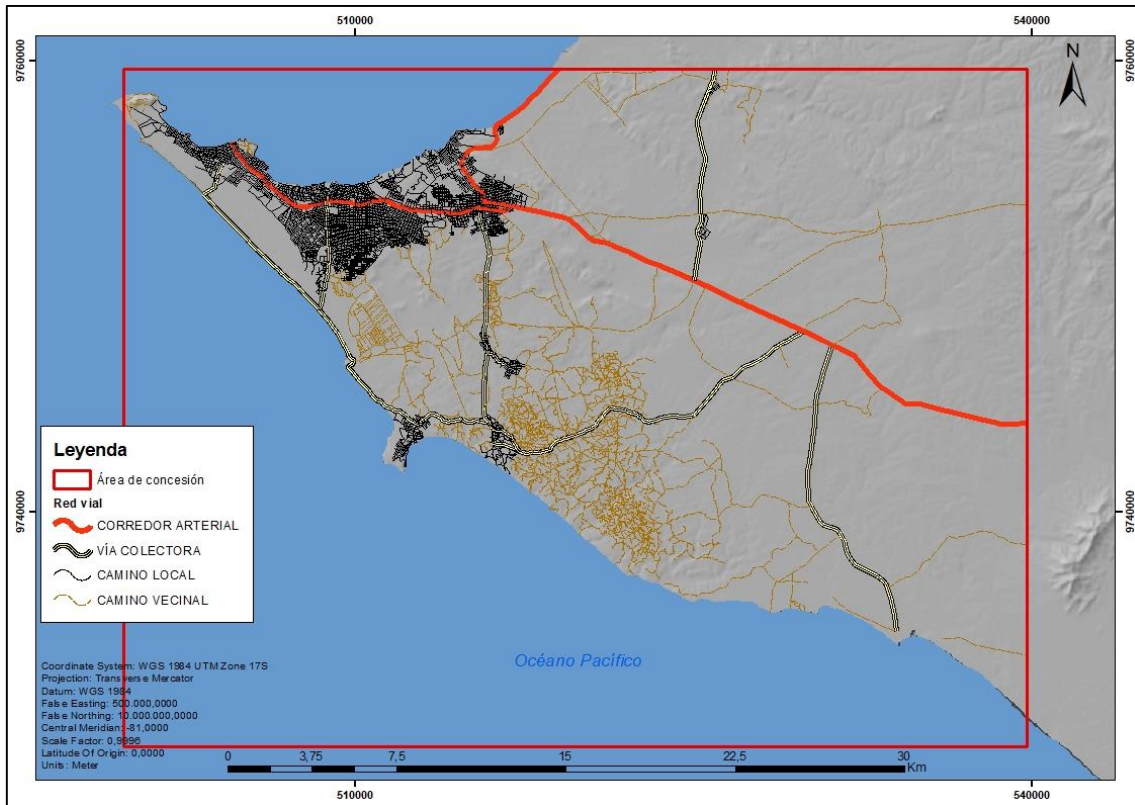


Figura 30. Mapa de la red vial existente en el bloque 2.

3.2.2. Información topográfica

El análisis topográfico permite visualizar las características superficiales del terreno, especialmente en la zona media del bloque. Al incorporar las líneas sísmicas con sus respectivas cotas, la topografía realizada y las curvas de nivel se obtiene un modelo digital de elevación (DEM) con una resolución espacial de 13,23 metros por cada celda.

El tamaño de celda fue determinado mediante una relación directa entre el tamaño de celda y la escala expuesta en la ecuación 3. Para establecer el tamaño de píxel se tomó en cuenta las curvas de nivel pues son la cobertura de entrada que menor resolución tienen, digitalizados por el IGM a 1:50.000. Mediante la ecuación 3 se determinó que el tamaño de píxel sea de 13,23 x 13,23 metros.

El DEM que resulta de esta interpolación de datos topográficos presenta datos negativos, pues no está ajustado a la precisión vertical de los instrumentos con

los cuales se obtuvo la información en campo. Para corregir este error se utilizó la herramienta *Fill* de ArcGIS, que relleno las depresiones en el DEM de origen. Así pues, tenemos dos MDE que sirven como insumos para obtener los sumideros del terreno (figura 31).

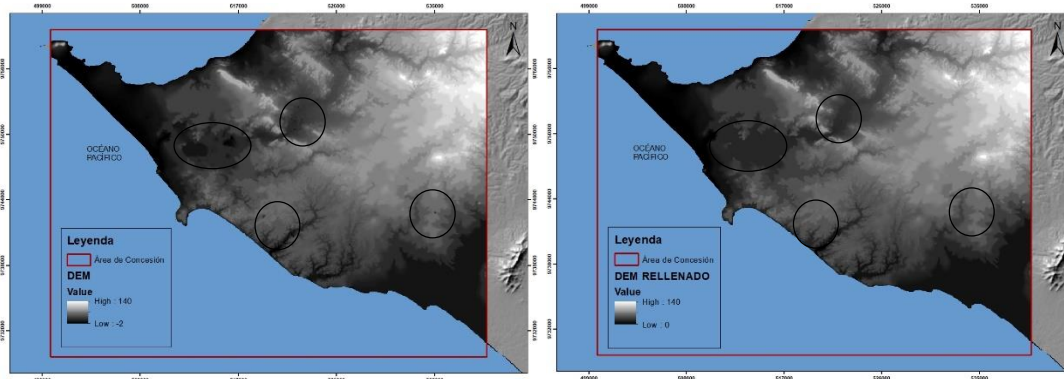


Figura 31. Modelos digitales de elevación. Diferencias entre el DEM sin relleno (izquierda) y el DEM con relleno (derecha) después de utilizar la herramienta *Fill*. Elaboración propia.

Los sumideros corresponden a todas las depresiones del terreno en las cuales se puede acumular agua y, que dependiendo del volumen de precipitación que se acumule, pueden desbordarse y así incurrir en inundaciones.

El modelo original para determinar estos sumideros fue desarrollado por el Dr. Thomas Balstrøm (2015), el cual encuentra “puntos azules” con base a datos LIDAR, analiza los datos de elevación con herramientas de hidrología para buscar las ubicaciones de puntos azules (Balstrøm, 2015). Este modelo fue adaptado para trabajar con los datos obtenidos del DEM del bloque 2 y ajustado con la precisión vertical de los instrumentos con los cuales se obtuvieron los datos de la topografía.

Los procesos principales en el flujo de trabajo consistieron en rellenar dos veces el DEM, una vez para llenar los sumideros inferiores a 6,46 m, que se consideran errores de los datos (DEM verdadero) y otra para rellenar los sumideros hasta su punto de rebosamiento (DEM llenado).

A continuación se sustrajeron los valores del DEM verdadero de los valores del DEM llenado celda por celda. El resultado muestra las ubicaciones y las profundidades de los sumideros o puntos azules válidos. Se realizó una *evaluación condicional* para obtener un dataset ráster que contiene dos valores,

uno para las celdas de puntos azules y otro para las restantes. Se procedió a agrupar celdas de puntos azules contiguos (incluidas las celdas contiguas diagonalmente) en regiones con un número único. Para determinar el volumen de los puntos azules se debe considerar que el volumen de un punto azul es la suma de las profundidades de todas las celdas del punto azul multiplicada por el área de una celda (Balstrøm, 2015).

Mediante la herramienta *Estadísticas zonales como tabla* se sumaron las profundidades de las celdas para cada una de las regiones de puntos azules y se almacenaron los resultados en una tabla. La herramienta se ejecutó dos veces porque la profundidad de una celda es la diferencia entre su valor llena (cuando se ha llenado hasta la superficie) y el margen de error de su valor llena, igual a 6,46 metros. Se calculó el área de la cuenca hidrográfica local de cada sumidero.

Posterior, se utilizó la herramienta *Agregar campo* tres veces: para agregar un campo en el que se puedan almacenar los volúmenes de los puntos azules, la segunda vez para agregar un campo en el que se puedan almacenar las áreas de cuencas hidrográficas, y la tercera vez se utiliza para agregar un campo en el que se puedan almacenar los valores de llenado de los puntos azules.

Después se utiliza la herramienta *Calcular campo*. Una vez para calcular el volumen de los sumideros definida como el área de una celda multiplicada por la suma de profundidades de celdas (definidas como la suma de las profundidades llenadas menos la suma de las profundidades llenadas hasta el margen de error). Una segunda vez para calcular las áreas de las cuencas hidrográficas; es decir, el área de una celda multiplicada por el número de celdas de la cuenca hidrográfica. Y una tercera vez para calcular los valores de llenado de los puntos azules.

De esta forma, la cantidad de lluvia que se necesita para llenar un punto azul es el volumen del punto azul dividido por el área de la cuenca hidrográfica. El volumen se multiplica por 1000 para convertir las unidades de metros a milímetros. Por último, se convirtió el dataset ráster final de los puntos azules al formato poligonal para la selección espacial y la visualización; y se disolvió los polígonos en su atributo de código de cuadrícula (el valor único asignado durante el agrupamiento de regiones) (figura 32).

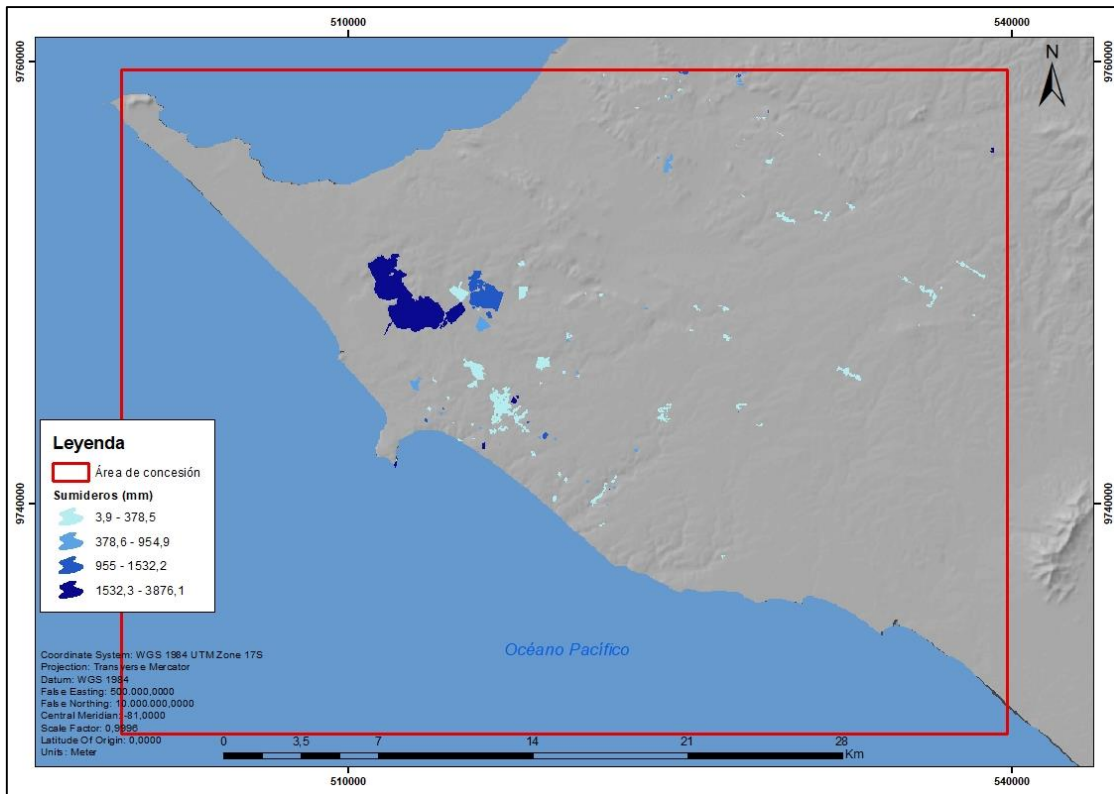


Figura 32. Sumideros en el bloque 2. Elaboración propia.

La ecuación de balance del agua $P = I + E + A_o + A_u + Q$ afirma que la precipitación (P) es igual al agua interceptada por la vegetación (I) más la evaporación (E) más la escorrentía superficial (A_o) más la infiltración en el suelo (A_u) más el depósito en los embalses locales (Q). En este contexto, los embalses locales son los puntos azules (Balstrøm, 2015).

Los sumideros representados expresan todas las zonas donde el agua lluvia se concentrará, mientras que el volumen consiste en la cantidad de agua a la que el sumidero se llenara, si sobrepasa este valor se desbordará. Este es un resultado parcial pero de mucha aplicación práctica, constituye un insumo para determinar ubicación de pozos a perforar, construcción de nuevas vías, zonas para recolección de agua lluvia.

3.2.3. Análisis AHP

3.2.3.1. Determinación de variables

El AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) es un método matemático que evalúa varias alternativas, las estructura, mide y sintetiza con el fin de solucionar

problemas (Osorio & Orejuela, 2008). Esta herramienta se utilizó para elaborar dos diferentes análisis dentro del área de concesión.

El primer análisis se trata del riesgo de inundación, evento que afecta de forma directa a la producción de crudo dentro del campo pues afecta a las vías de acceso a los diferentes pozos ubicados a lo largo del territorio peninsular. El segundo análisis corresponde a la determinación de las mejores zonas, de acuerdo a varios criterios, de construcción de piscinas de disposición de ripios y lodos de perforación, que consisten en piscinas para depositar residuos contaminados por hidrocarburos provenientes de las actividades de perforación, para su posterior tratamiento.

Las variables que se utilizaron para las matrices de comparación de pares se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11. Caracterización y operacionalización de variables utilizadas en matrices de comparación de pares para la amenaza de inundación

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>	<i>Escala</i>	<i>Fuente</i>	<i>Indicador</i>
Cobertura y uso del suelo	Representa la cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental para el año 2016 (MAE, 2016).	1:100.000	MAE, 2016	Nivel II
Pendientes	El grado de inclinación de las vertientes con relación a la horizontal (IEE, 2012).	1:25.000	IEE, 2012	Porcentaje
Relieve	Formas accidentan la superficie del globo terráqueo (RAE, 2018).	1:25.000	IEE, 2012	Unidad geomorfológica
Textura del suelo	Contenido relativo de partículas de diferente tamaño (FAO, 2018).	1:25.000	IEE, 2012	Textura (limo, arcilla, arena)
Precipitación	Agua procedente de la atmósfera que se deposita sobre la superficie de la tierra (RAE, 2018)	1:25.000	IEE, 2012	mm

Cómo se revisó en el diagnóstico, las lluvias torrenciales son poco frecuentes en la zona y corresponden a un Fenómeno del Niño. Por lo tanto, se realizaron dos escenarios de análisis, de acuerdo al método de Saaty: a) el primero toma en cuenta las isoyetas generadas de acuerdo a estimaciones climáticas, es decir en un periodo de 30 años, y considera el volumen de desborde de los sumideros; b) el segundo no se restringe a las isoyetas y considera toda la zona con precipitaciones torrenciales, es decir mayores a 2.000 mm, y no toma en cuenta el volumen de desborde de los sumideros, pues el 99% se desborda con menos de 2.000 mm.

Para el primer caso la jerarquización de Saaty se ajusta a la ponderación de cada rango de precipitación (anexo 3); mientras que para el segundo caso la ponderación se unifica para todos los rangos de precipitación, en todo el territorio y la jerarquía toma mayor peso con respecto a las otras variables.

3.2.3.2. Ponderación de variables

Para establecer el peso dentro de capa se analizó los campos que las componían. Se asignó una escala de 1 a 3, que representa la influencia que tienen las características de cada variable para generar una inundación. De este modo el valor de 1 es la menor influencia que tiene la variable para aportar con un contexto en el que se puedan generar inundaciones. El valor de 2 presenta características que pueden contribuir a la generación de inundaciones pero también dependen de otros factores (como la cantidad de lluvia o su estado actual). El valor de 3 representa la mayor influencia que tienen las variables para promover un evento de inundaciones por precipitaciones.

Los valores de cero (0) se aplicaron a todas las coberturas que no pueden inundarse (como pendientes mayores a 70%) y aquellas en las cuales se necesitan otros estudios (como el alcantarillado en zonas urbanas). Se aplicó otro valor de 0,5 para aquellas variables que no cumplen con los requisitos de promover una inundación pero tampoco son excluyentes.

Se obtuvieron dos clases de variables: fijas, para las que no son afectadas directamente por el volumen de precipitación; y versátil, para la precipitación pues es el elemento meteorológico que determina las inundaciones.

Variables fijas:

Cobertura y uso del suelo (CUT): Esta cobertura corresponde a los diferentes usos del suelo que fueron levantado en el 2016 por el MAE. Mediante imágenes satelitales se actualizó esta cobertura.

Tabla 12. Ponderación de la cobertura y uso del suelo

<i>Cobertura y uso del suelo</i>	<i>Peso</i>
Área poblada	0
Área sin cobertura vegetal	3
Artificial	1
Bosque nativo	1
Infraestructura	0
Natural (cuerpo de agua)	0
Tierra agropecuaria	1
Vegetación arbustiva	2
Vegetación herbácea	2

Pendientes: Las pendientes representan la inclinación del terreno con respecto a un plano horizontal. Estas están expresadas en porcentaje, el valor de N/A corresponde a cuerpos de agua.

Tabla 13. Ponderación de las pendientes

<i>Pendiente</i>	<i>Peso</i>
N/A	3
0-5%	3
5-12%	2
12-25%	1
25-40%	1
40-70%	0
>100%	0

Relieve: Las geformas presentes en el bloque 2 responden a bajas pendientes y un terreno relativamente plano. Están presentes las siguientes formas del relieve:

Tabla 14. Ponderación de las formas del relieve

<i>Relieve</i>	<i>Peso</i>
Acantilados	0
Cerro testigo	0
Coluvio aluvial antiguo	1
Coluvio aluvial reciente	1
Coluvion antiguo	1
Coluvion reciente	1
Cordón litoral	2
Embalse	0
Encañonamiento de mesa marina	0
Escarpe de cuesta marina	0
Glacis de esparcimiento	2
Planicie costera	3
Playa marina	3
Relieve colinado bajo	1
Relieve colinado medio	0
Relieve colinado muy bajo	1
Relieve ondulado	2
Río	3
Salitral	2
Superficie de colmatación	2
Superficie de cono de deyección antiguo	1
Superficie de cuesta marina	1
Superficie de erosión	3
Superficie de mesa marina	3
Superficie disectada de mesa marina	2
Superficie plana intervenida	3
Terraza alta	3
Terraza baja y cauce actual	3

Terraza media	3
Terrazas indiferenciadas	3
Urbano	1
Valle fluvial	3
Valle indiferenciado	3
Vertiente de mesa marina	2
Vertiente de superficie de erosión	2

Textura del suelo: La textura del suelo proviene de la cobertura de Geopedología obtenida del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE). Se agrupo la textura en grandes grupos que son: arenas, arcillas y suelos francos. Estos suelos están presentes en el bloque. De este modo, las arenas son las que menos peso tienen debido a su alta infiltración y las arcillas las de mayor peso debido a su capacidad de retención de líquido superficial.

Tabla 15. Ponderación de los tipos de textura del suelo

<i>Textura del suelo</i>	<i>Peso</i>
Arcilloso-limoso	3
Arcilloso	3
Arena	0.5
Areno francoso	0.5
Franco	2
Franco arcilloso-arenoso	1
Franco arcilloso	2
Franco arenoso	1
Franco limoso	1
No aplicable	0

Variable versátil:

Precipitación: En épocas normales, las precipitaciones no superan los 500 mm. En lluvias más fuertes puede llegar a los 655 mm, como en el año 2017; mientras que en fenómenos torrenciales (Fenómeno El Niño) puede alcanzar hasta 2.000 mm. Se establecieron dos escenarios de precipitaciones, para épocas normales,

el escenario 1 de 0 – 500 mm; y para épocas de lluvias más intensas de lo normal, el escenario 2 de 500 – 1.000 mm.

No se evaluó el caso extremo en un Fenómeno del Niño. Así como en el caso de los sumideros, se ponderan estas variables en dos eventos y las relaciones en la matriz de Saaty toman mayor importancia con respecto a otras variables.

Tabla 16. Ponderación de los escenarios de precipitación

	<i>Rango pluviosidad</i>	<i>Peso</i>
Escenario 1	0 – 200 mm	1
	200 – 300 mm	1
	300 – 400 mm	2
	400 – 500 mm	2
Escenario 2	600 – 700 mm	3
	700 – 800 mm	3
	800 – 900 mm	3
	900 – 1.000 mm	3

3.2.3.3. Evaluación en la matriz de Saaty

El método AHP permite estructurar, medir y sintetizar problemas mediante un modelo matemático para evaluar alternativas de solución en base a varios criterios (Osorio & Orejuela, 2008). Este proceso utiliza comparaciones de pares, a través de juicios de expertos, para derivar escalas de prioridad (Saaty, 2008).

Los valores utilizados para determinar la importancia o prioridad de cada variable para cumplir el objetivo se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 17. Escala fundamental de números absolutos.

<i>Intensidad de importancia</i>	<i>Definición</i>	<i>Explicación</i>
1	Igual importancia	Dos actividades contribuyen igualmente al objetivo
2	Débil o leve	
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen un poco a un criterio frente al otro
4	Más moderado	
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente a un criterio frente al otro
6	Más fuerte	
7	Muy fuerte o importancia demostrada	Un criterio es favorecido muy fuertemente sobre el otro. En la práctica se puede demostrar su dominio
8	Muy, muy fuerte	
9	Extrema importancia	La evidencia favorece en la más alta medida a un factor frente al otro

Nota. Los valores pares son valores medios de importancia. Adaptado de Saaty, Thomas L. (2008). *Decision making with the analytic hierarchy process*. International Journal of Services Sciences, 83-98.

Las matrices de comparaciones pareadas se estructuraron de tal manera que las filas y columnas tengan el mismo orden de comparación. Se evaluó la prioridad de cada variable que puede influir en una inundación en la ocurrencia de precipitaciones normales o fuertes. Por lo tanto, se obtuvieron dos matrices para cada escenario de precipitaciones.

Para establecer las jerarquías primero se sumaron los valores en cada columna de la matriz de comparaciones de pares, luego se dividió cada elemento entre el total de su columna y se obtiene como resultado una matriz de comparaciones de pares normalizada. En esta matriz, se calculó el promedio de los elementos de cada renglón de prioridades relativas de los elementos que se comparan.

Por último, se calculó la razón de consistencia (RC). Este índice determina la calidad de la decisión final de acuerdo a la consistencia de los juicios que muestra el tomador de decisiones en las comparaciones de pares. El grado de

consistencia puede ser inaceptable (>10%) o aceptable (<10%). De ser el caso aceptable se puede continuar con el trabajo, de lo contrario se deben reconsiderar las comparaciones de pares (Toskano, 2005). La RC se calcula mediante la expresión:

Ecuación 4. Razón de consistencia

$$RC = \frac{IC}{IA}$$

En donde IC es el índice de consistencia y se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Índice de consistencia

$$IC = (n_{max} - n) / (n - 1)$$

La n se refiere al número de elementos que participan en la comparación de pares. También se tomó en cuenta el índice de consistencia aleatorio (IA) que es el índice de consistencia de una matriz de comparaciones de pares generada en forma aleatorio y responde al número de variables que interviene en la comparación (Toskano, 2005).

De esta forma, el valor utilizado de IA para las 5 variables que se determinaron en este estudio es de 1,11, como lo muestra la siguiente figura:

Nº de Elementos que se comparan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice Aleatorio de Consistencia (IA)	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49

Figura 33. Índice aleatorio de consistencia (IA) para el número de elementos que se comparan.

Nota. Tomado de: *El Proceso de análisis jerárquico (AHP) como herramienta para la toma de decisiones en la selección de proveedores: aplicación en la selección del proveedor para la Empresa Gráfica Comercial MyE S.R.L. Toskano, Gérard. 2005.*

Como se muestra en la tabla 20, la matriz de comparaciones de pares para el escenario 1 presenta un RC menor al 10%, por tanto se utiliza para la creación del mapa de amenazas. En esta matriz la precipitación tiene mayor prioridad que las demás variables pero con una ponderación de menor magnitud que el escenario 2.

Las precipitaciones en el escenario 2 se sobredimensionaron en su ponderación y la prioridad en la matriz de comparación de pares es mayor que para el primer escenario. Como se muestra en la tabla 21, en el escenario 2, la variable determinante de las inundaciones son las fuertes precipitaciones, que se generan inesperadamente y actúan sobre un territorio considerado árido.

Tabla 18. Matriz de comparación de pares para inundaciones por precipitaciones menores a 500 mm.

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones (< 500 mm)													
Tamaño de la Matriz													
n=		5											
Código	C1	C2	C3	C4	C6	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
						C1	C2	C3	C4	C6			
	Pendiente	Precipitaciones	Suelos	Geoformas	CUT						Ti	λmax	
C1	Pendiente	1	0.5	2	3	3.0	0.240	0.188	0.273	0.383	0.231	0.263	1.095
C2	Precipitaciones	2.000	1	2	3.0	3.0	0.480	0.375	0.273	0.383	0.231	0.348	0.929
C3	Suelos	0.500	0.500	1	0.5	3.0	0.120	0.188	0.136	0.064	0.231	0.148	1.083
C4	Geoformas	0.333	0.333	2.000	1	3.0	0.080	0.125	0.273	0.128	0.231	0.167	1.310
C6	CUT	0.333	0.333	0.333	0.333	1	0.080	0.125	0.045	0.043	0.077	0.074	0.962
Total		4.167	2.667	7.333	7.833	13.000						1.000	5.379
Fórmulas		Descripción				Resultados							
CI = $\frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia				CI= 0.095							
IA= 1.115		Índice de consistencia Ale				n= 5							
RC= IC/IA		Ratio de consistencia				RC= debe ser menor al 10% RC= 9.47							

Tabla 19. Matriz de comparación de pares para inundaciones por precipitaciones mayores a 500 mm hasta 1000 mm.

Identificación de ponderados según criterios asignados a la amenaza de inundaciones (> 1000 mm)													
Tamaño de la Matriz													
n=		5											
Código	C1	C2	C3	C4	C6	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
						C1	C2	C3	C4	C6			
	Pendiente	Precipitaciones	Suelos	Geoformas	CUT						Ti	λmax	
C1	Pendiente	1	0.3333	3	2	4.0	0.197	0.157	0.265	0.306	0.222	0.229	1.166
C2	Precipitaciones	3.000	1	4	3.0	5.0	0.590	0.472	0.353	0.459	0.278	0.431	0.911
C3	Suelos	0.333	0.250	1	0.3	3.0	0.066	0.118	0.088	0.051	0.167	0.098	1.110
C4	Geoformas	0.500	0.333	3.000	1	5.0	0.098	0.157	0.265	0.153	0.278	0.190	1.243
C6	CUT	0.250	0.200	0.333	0.200	1	0.049	0.094	0.029	0.031	0.056	0.052	0.933
Total		5.084	2.117	11.334	6.533	18.000						1.000	5.364
Fórmulas		Descripción				Resultados							
CI = $\frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia				CI= 0.091							
IA= 1.115		Índice de consistencia Aleator				n= 5							
RC= IC/IA		Ratio de consistencia				RC= debe ser menor al 10% RC= 9.10							

3.3. Amenaza de inundaciones

Para establecer el grado de amenaza se transformó a ráster todas las coberturas con base a su previa ponderación. El tamaño de celda y la escala de trabajo se determinó en base a la cobertura de menor escala, es decir la cobertura de CUT (1:100.000). Aplicando la ecuación 3 se obtuvo un valor de 26,46 metros.

Se utilizó la herramienta *Raster calculator* para generar un solo ráster que incluya todas las variables determinadas y que tengan una jerarquía de acuerdo al vector propio analizado en las matrices de Saaty. Se reclasificó para obtener un dataset ráster que presente únicamente los 3 niveles de amenaza y la categoría de No aplica. Por último, se vectorizó el dataset ráster en polígonos.

Debido a la cantidad e intensidad de las lluvias en la península, la amenaza de inundaciones se realizó para dos casos: condiciones de precipitaciones normales y condiciones de precipitaciones mayores a las normales. Para lo cual se establecieron tres categorías de amenaza: alta, media y baja. Y una categoría excluyente denominada “No aplicable” para las zonas urbanas ya que no se toman en cuenta en este estudio porque son de administración pública.

A este análisis se incluyeron los sumideros determinados anteriormente. Estos sumideros se ponderaron de acuerdo al volumen de agua necesario para que se desborden cuando hayan sobrepasado su capacidad máxima de relleno (tabla 22). Los sumideros también se remuestrearon para definir un tamaño de celda igual al de las categorías de amenaza de inundación según AHP.

Los sumideros son las depresiones del terreno que acumulan agua, que depende de diversas condiciones (escorrentía, infiltración, evaporación, absorción por la vegetación, y drenaje natural); sin embargo, estas condiciones se anulan en aguaceros torrenciales, debido a la gran cantidad de agua. Como se analizó anteriormente; en una lluvia torrencial, se puede presuponer que el agua interceptada, la evaporación y la infiltración en el suelo son iguales a cero, en la ecuación de balance hídrico. Por tanto, se pondera para los escenarios de precipitaciones antes expuestos, de acuerdo al volumen al cual se desbordarían, calculado anteriormente.

Tabla 20. Pesos de los sumideros para los escenarios propuestos.

<i>Volumen desborde sumideros</i>	<i>Peso para el escenario 1</i>	<i>Peso para el escenario 2</i>
< 500 mm	3 (Alto)	3 (Alto)
500 – 1000 mm	2 (Medio)	3 (Alto)
> 1000 mm	1 (Bajo)	2 (Medio)





La vinculación de ambos análisis se realiza mediante un AHP para determinar el grado de importancia en el análisis de inundación del bloque 2. Las consideraciones se las puede observar en la tabla siguiente.

Tabla 21. Matriz de comparación de pares para el análisis de inundaciones

Identificación de ponderados según criterios asignados al análisis de amenaza de inundaciones							
Tamaño de la Matriz							
n=		2					
	Código	C1	C2	Normalización de la matriz		Vector propio	Vector lambda máximo
				C1	C2		
	Amenaza inundaciones	1	2	0,667	0,667	0,667	1,000
	Sumideros	0,500	1	0,333	0,333	0,333	1,000
	Total	1,500	3,000			1,000	2,000
Fórmulas		Descripción		Resultados			
$CI = \frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia		CI= 0,000			
IA= 0		Índice de consistencia Ale		n= 2			
RC= IC/IA		Ratio de consistencia		RC= debe ser menor al 10%		%	
				RC=		0,00	

De tal forma se obtiene la amenaza para precipitaciones normales y para precipitaciones fuertes, mayores a las normales, con tres niveles de amenaza y una categoría excluyente que se detallan en la tabla 23.

Tabla 22. Nivel de amenaza para inundaciones.

Nivel	Descripción	Leyenda
Bajo	Bosque nativo y tierras agropecuarias, pendientes mayores al 25%, relieves fuertes y suelos arenosos y franco arenosos.	
Medio	Vegetación arbustiva y herbácea, pendientes de entre 5 - 12%, relieves moderados y suelos francos con mayor contenido de arcilla.	
Alto	Área sin cobertura vegetal, pendientes menores a 5%, relieves suaves y suelos arcillosos.	
No aplicable	Zonas urbanas, infraestructura y acantilados	

Las categorías de amenaza de inundación fueron obtenidas con una escala de trabajo de 1:100.000 y con un tamaño de píxel de 26,46 metros. A continuación se detallan los resultados obtenidos.

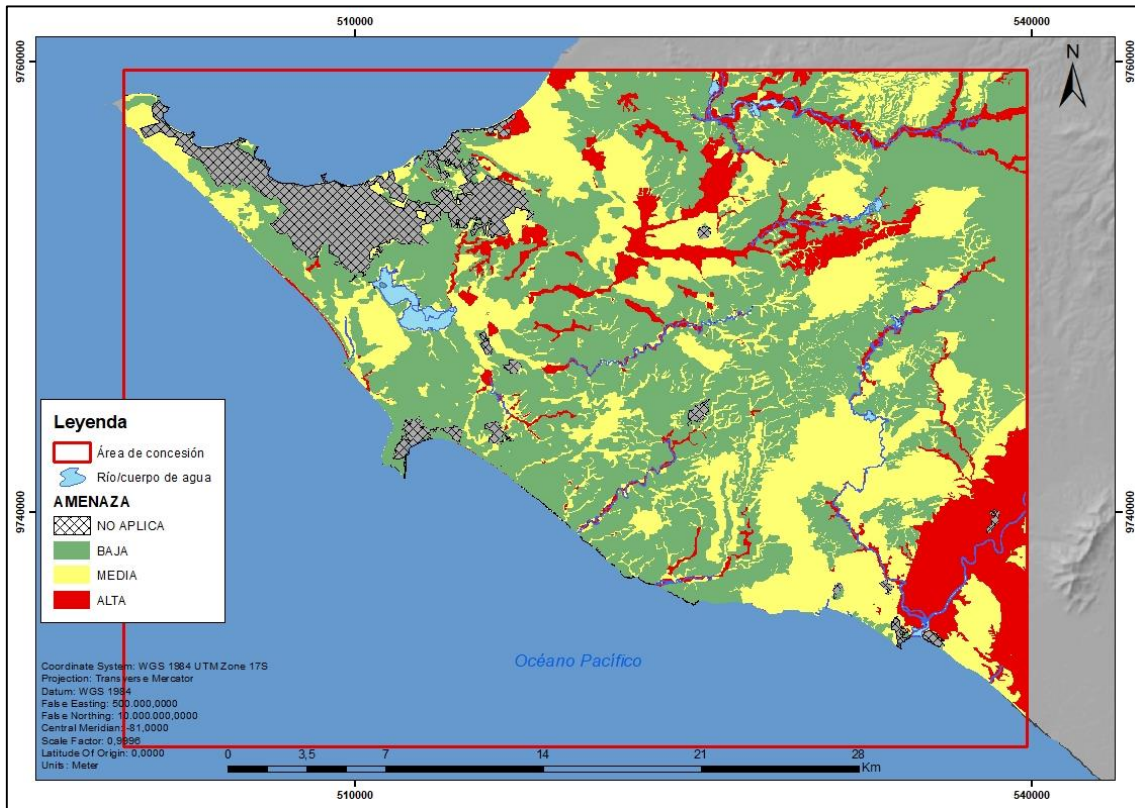


Figura 34. Mapa de amenaza de inundaciones para el escenario 1.

La figura 34 muestra las categorías de amenaza de inundación determinadas para el escenario 1. En un evento de precipitaciones dentro de los rangos climáticos normales se obtuvo que 33.878,5 has presentan baja amenaza ante inundaciones; 20.152,9 has ante una amenaza media de inundaciones; y 8.042,3 para un nivel de amenaza alto. La categoría de “No aplica” no es analizada en este estudio.

El nivel de amenaza alto de inundaciones concuerda con los cauces de los ríos permanentes que podrían sumergir terrenos aledaños a los mismos. Se observa que al sureste del bloque existe una amenaza alta que es significativa que corresponde a las isoyetas de hasta 500 mm. Los sumideros que presentan una amenaza alta pueden desbordarse por su limitada capacidad pero al encontrarse en zonas donde la vulnerabilidad es baja se deben tomar en cuenta factores como radiación solar, evapotranspiración y absorción por las plantas.

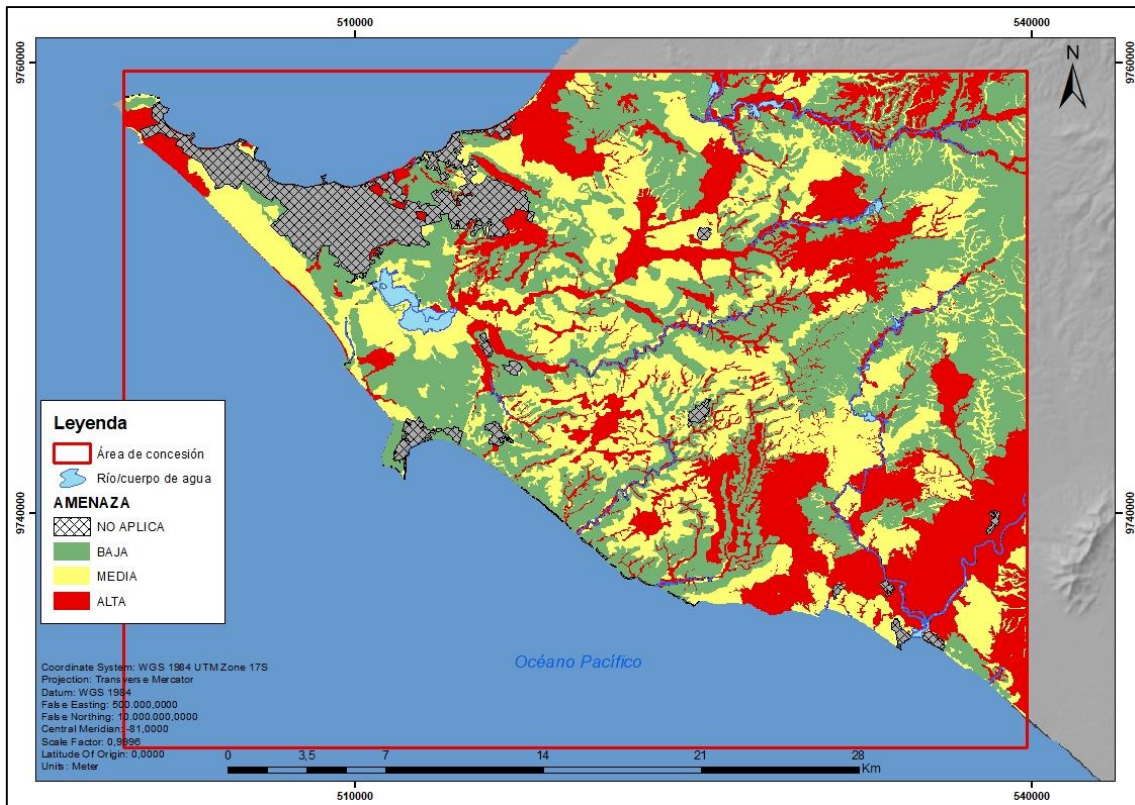


Figura 35. Mapa de amenaza de inundaciones para el escenario 2.

La figura 35 muestra la categorización de amenaza para inundaciones en el escenario 2. Para el escenario de fuertes precipitaciones, es decir mayores a las medias climáticas normales se obtuvo 24.880,9 has para la categoría de nivel bajo. La categoría de amenaza media de inundaciones en 19.249,3 has. Mientras que 17.921,6 has de nivel alto de amenaza de inundaciones por precipitaciones anormales.

El escenario 2 se considera un evento extraordinario de precipitaciones en las que son despreciables la infiltración, la evaporación y la absorción por la vegetación.

El área de amenaza alta incrementó, del escenario 1 al escenario 2, en relación de 9.879,3 has. y disminuyó la extensión de la categorías media y baja en 903,6 has. y 8.997,6 has., respectivamente.

Para ambos escenarios, la categoría de “No aplica” tiene una extensión de 4775 has que representan las zonas urbanas, el embalse y los ríos principales pues se consideran que se deben estudiar y analizar más variables que determinen el nivel de amenaza en estas coberturas.

Capítulo IV. MTD y propuesta de lineamientos

4.1. Resultados

4.1.1. Riesgo de inundación a la infraestructura productiva

La infraestructura productiva en el bloque está constituida principalmente por los pozos petroleros y las vías de acceso a dichos pozos. De todo el entramado vial, únicamente se toman en cuenta las vías vulnerables que, en este caso, serían los “caminos vecinales” de acuerdo a la jerarquía establecida.

Las vías restantes corresponden a vías con características geométricas y de diseño acordes a la normativa vial nacional y que son competencia de los GADs en sus distintos niveles jerárquicos. Los caminos vecinales son todas aquellas vías vulnerables a daños provocados por la ocurrencia de una inundación. El siguiente mapa muestra el riesgo para cada vía de acuerdo a su ubicación y convergencia con las zonas de amenazas antes analizadas.

Para determinar el riesgo para las vías se realizó una extracción de los vectores en base a los niveles de amenaza.

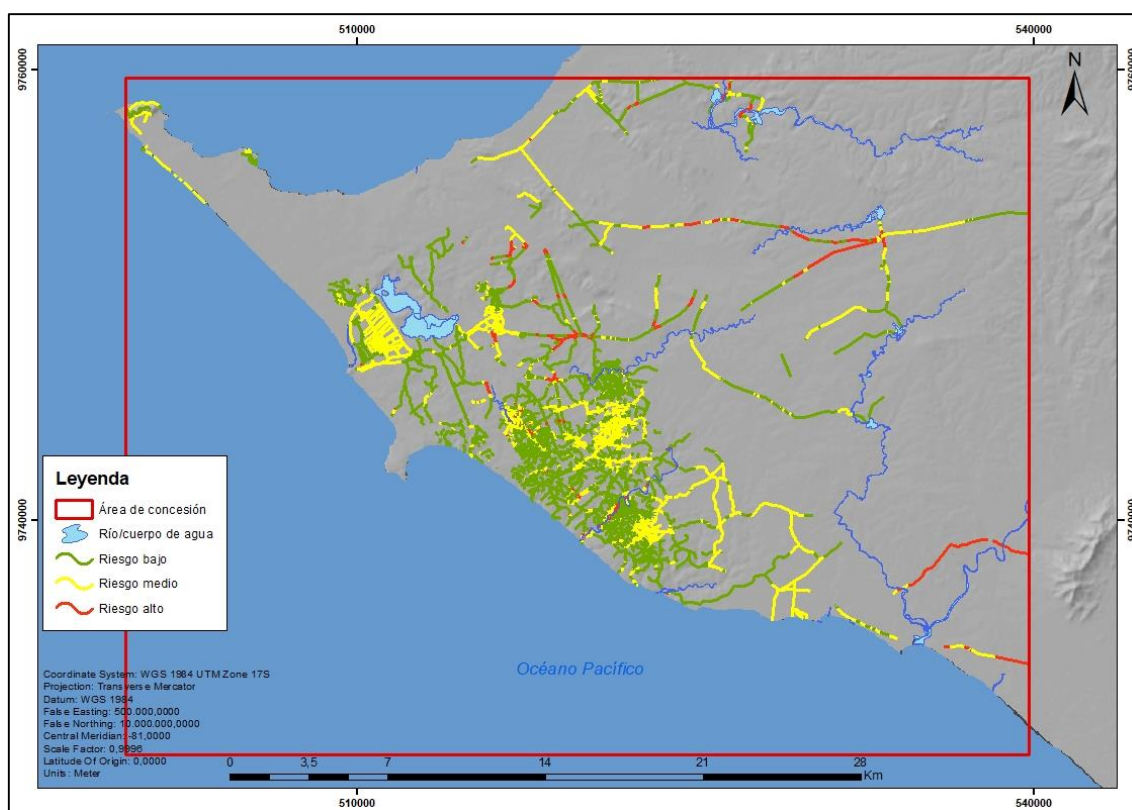


Figura 36. Riesgo vial ante inundaciones para el escenario 1.

Se determinaron 43,5 km de vías con riesgo alto, 244,3 km de vías en riesgo medio, y 431,7 km de caminos vecinales en riesgo bajo de afectación por inundaciones.

Las vías que presentan un riesgo alto de daños por inundaciones para el escenario 1 son las que mayor prioridad reciben para ejecutar proyectos de reestructuración para prevenir daños por inundaciones. Estas vías serán afectadas cuando ocurran inundaciones de baja o alta magnitud. El nivel medio corresponde a zonas que se inundarán si se cumplen los parámetros antes establecidos; es decir, que un nivel medio para el escenario 1 debe tomar en cuenta evaporación, volumen máximo de precipitación y condiciones topográficas que podrían generar o no daños.

Para el escenario 2, el nivel medio no toma en cuenta la evaporación ni el drenaje pues en un evento de intensidad y magnitud extraordinarias, las lluvias sobrepasan la capacidad del terreno de cumplir con estos parámetros. El nivel de riesgo alto aumenta con relación al escenario 1.

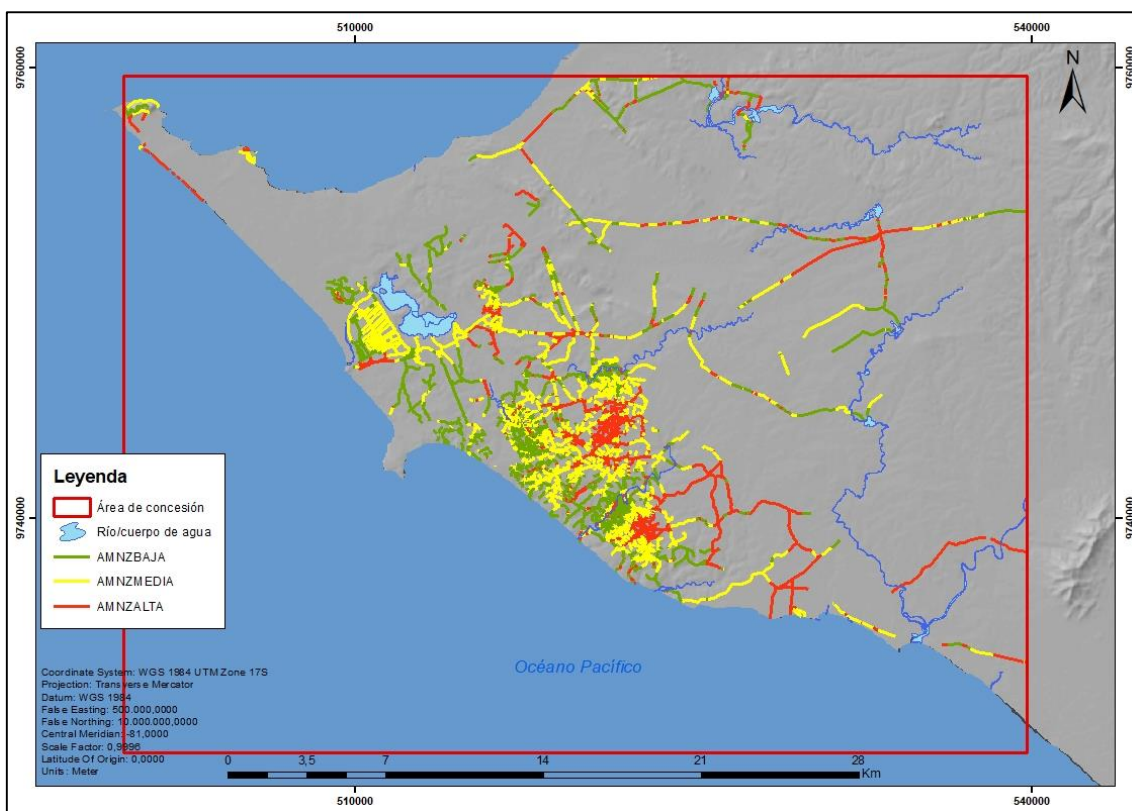


Figura 37. Riesgo vial ante inundaciones para el escenario 2.

Debido a que el escenario 2 es inesperado, no cumple con las condiciones meteorológicas normales, así como lo ocurrido con las precipitaciones del 2017. Las categorías de riesgo para este escenario demuestran que la infraestructura vial es altamente susceptible a daños estructurales porque no existen medidas preventivas para este caso de inundaciones.

Se determinaron 194,3 km de caminos vecinales en la categoría de riesgo alto; 299,1 km de vías con un riesgo medio de afectación por inundaciones y 226,1 km de caminos vecinales con riesgo bajo de afectación por inundaciones (figura 39). La diferencia de longitud de los caminos vecinales en riesgo, para un escenario de precipitaciones mayores a las normales, es de un aumento de 150,8 km de riesgo alto, 54,8 km de riesgo medio y una disminución de 205,6 km de riesgo bajo de afectación.

4.2. Modelo territorial deseado

Ver anexo 4 para visualizar el modelo territorial deseado.

El Modelo Territorial Deseado (MTD) propuesto responde a las necesidades productivas del bloque 2. Los nuevos pozos a perforar son los proyectos que están en curso, presentan las características técnicas y están aprobados según la legislación nacional. Se estiman que con la perforación de estos pozos aumentará la producción de barriles de crudo, por tanto aumenta el flujo de producción petrolera. Los pozos a perforar ubicados al centro norte del bloque se encuentran en un área de alta amenaza de inundación, según este estudio. En esta zona, denominada El Morrillo, se espera realizar proyectos estructurales y no estructurales para disminuir el riesgo de afectación por inundaciones.

La densidad de pozos se concentra en la zona central, en donde se prevé una gestión vial teniendo en cuenta los sumideros existentes y las zonas de inundación, para épocas normales de precipitaciones y épocas extraordinarias. La gestión incluye el análisis de ruteo óptimo para actividades petroleras. En esta zona también existen proyectos de perforación, que de ser concretados necesitan un depósito para los residuos contaminados. Para esto se determinan tres áreas para construir piscinas de landfarming, para depositar residuos contaminados para su posterior tratamiento, in situ o en otro lugar.

Las vías principales (corredores arteriales y vías colectoras) aumentarán su capacidad y mejorarán sus características, de acuerdo a la normativa vial ecuatoriana. Con el desarrollo de los núcleos poblados existirá mayor demanda por una red vial adecuada para el transporte y comercio, para esto se expresa una conexión nacional en base a la planificación y desarrollo de los gobiernos autónomos descentralizados, que beneficiará a todo el territorio.

Como parte del sector productivo, se espera un crecimiento agrícola en las zonas de mayores nutrientes, al este del bloque. La capacidad agrícola dependerá de las condiciones climatológicas y del buen uso del suelo y los recursos hídricos.

4.3. Lineamientos para la optimización de la producción

4.3.1. Modelo de ruteo de vehículos

La problemática de ruteo de vehículos (VRP, *Vehicle Routing Problem*) establece modelos que incorporan las características de la realidad, y, por otro lado, algoritmos que permiten resolver los problemas de manera eficiente. El desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica es fundamental para lograr una adecuada interacción de los modelos y algoritmos con los encargados de la planificación (Olivera, 2004).

Los vehículos de producción petrolera se conforman por: camiones de extracción y recolección de crudo y camionetas equipadas, que se movilizan en jornadas diurnas y nocturnas. Las unidades de extracción son las encargadas de sustraer petróleo/agua de los pozos para depositarlos en uno de los tres diferentes tanques de acopio distribuidos en el campo y continuar su recorrido de extracción, almacenando la producción en dichos tanques cada vez que llega a la capacidad máxima del tanque instalado.

Las unidades de recolección reúnen todos los barriles depositados en los tanques de acopio y en las zonas de descarga para llevarlos al centro de acopio general en Ancón. Las camionetas equipadas transportan los balancines móviles a los diferentes pozos, realizan medición de tanques y actividades de soporte y mantenimiento.

Tanto la extracción, la medición y la recolección dependen del ciclo y el potencial al cual el pozo es capaz de producir. Estos parámetros junto con otras variables

determinan la planificación diaria de visitas a los pozos y es ejecutada por los operarios recorriendo el campo de acuerdo a su criterio y experiencia propia.

Este es un problema de ruteo de vehículos con instalaciones satélite (VRPSF, *VRP with Satellite Facilities*) pues contempla la reposición/depósito de la carga de los vehículos durante una ruta mediante instalaciones satélite. “Poseer una instalación satélite posibilita que los conductores continúen con las entregas hasta el final de su turno sin la necesidad de volver al depósito (Molina, 2013).”

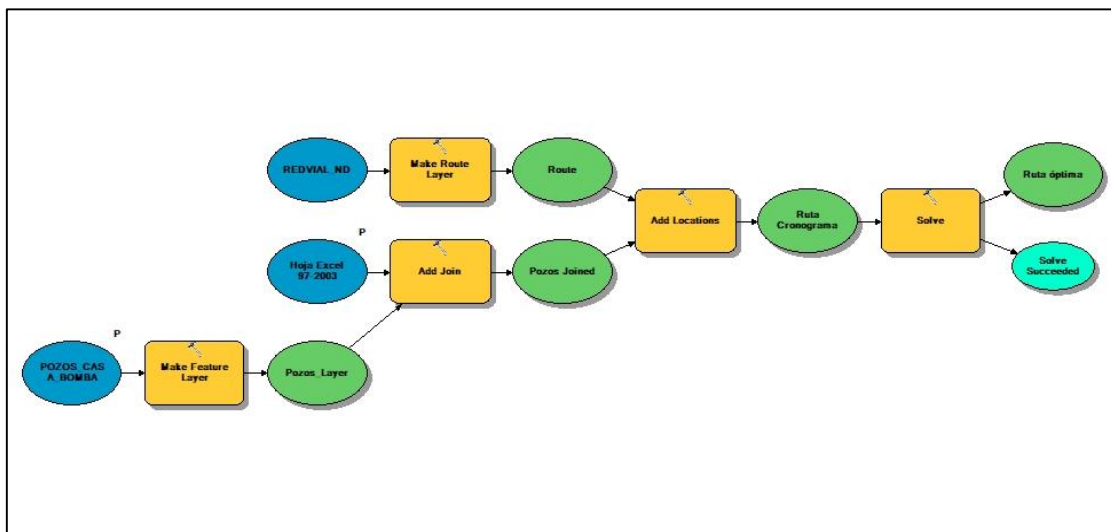


Figura 38. Modelo cartográfico de ruteo vehicular

En la figura 38 se presenta un modelo cartográfico hecho en ModelBuilder del software ArcGIS 10.3, para generar rutas según impedancia de tiempo, después de haber realizado la planificación diaria en oficinas. Este modelo selecciona los pozos escogidos para su visita y aplica la función de resolver un problema de rutas dentro de una red de conectividad con parámetros establecidos en el programa.

La aplicación del modelo se limita a las unidades de medición de tanques y recolección de crudo de las zonas de acopio resuelto como un problema de ruteo vehicular. Para solucionar el VRPSF, se debe trabajar con la extensión *Network Analyst* que genera un problema de ruteo de vehículos en la que se pueden modificar las condicionantes de la ruta, que en este caso son el potencial, el ciclo y la capacidad del tanque instalado en el vehículo.

4.3.2. Piscinas de disposición de ripios y lodos de perforación

La tecnología conocida como landfarming es un método de remediación de hidrocarburos de petróleo a través de la biodegradación. Consiste en un vertido controlado de hidrocarburos sobre una superficie de terreno, el cual se somete a un proceso de remoción mediante arado y riego superficial con agregado de fertilizantes, con o sin incorporación de microorganismos (Castillo-Rojas, 2009).

El Reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE) dictamina en su art. 66 apartado b.4 que *“el sitio de disposición (de desechos sólidos) no debe localizarse en las cercanías de áreas residenciales, zonas pantanosas, hábitats sensibles de fauna silvestre, canales de drenaje, áreas sujetas a inundaciones temporales y cercanías a cuerpos de agua (Ministerio de Energía y Minas, 2010)”*. Sin embargo no se determinan las condiciones para establecer la ubicación de dichas piscinas.

Para proponer las zonas de construcción de piscinas se tomó en cuenta la distancia de las poblaciones (mayor a 1 km), el tipo de suelo (arcilloso), la cobertura y uso del suelo (prohibido para zonas urbanas y cuerpos de agua) la intersección con ríos o caudales, y las zonas de amenaza de inundación estimado para el escenario 2 de precipitaciones.

El análisis de recomendación de construcción de piscinas para disposición de ripios y lodos de perforación se basó en la metodología AHP aquí expuesta. Las variables antes mencionadas fueron ponderadas en una escala de 0 a 2 en la que el valor 0 se aplica a las condiciones en las que está prohibido la construcción de piscinas, el valor de 1 se aplicó a condiciones que no son propicias para la construcción de piscinas y el valor de 2 se fijó para las condiciones consideradas aptas para la construcción de piscinas. A continuación se muestra la ponderación realizada en este análisis, ver tabla 25.

Tabla 23. Variables ponderadas para la recomendación de construcción de piscinas para disposición de ripios y lodos de perforación

Variable	Indicador	Peso
Pendiente	N/A	0
	0-5%	2
	5-12%	2
	12-25%	1
	> 25%	0
Amenaza inundaciones	Alta	0
	Media	1
	Baja	2
Suelos	Arcillosos	2
	Francos	1
	Arenosos	0
CUT	Área poblada	0
	Área sin cobertura vegetal	2
	Artificial	0
	Bosque nativo	1
	Infraestructura	0
	Natural	0
	Tierra agropecuaria	0
	Vegetación arbustiva	2
	Vegetación herbácea	2

La tabla 26 muestra la comparación de pares realizada para determinar zonas recomendables de construcción de piscinas. Todos los parámetros están basados en la metodología expuesta en el presente trabajo.

Tabla 24. Matriz de comparación de pares para determinar zonas recomendables de construcción de piscinas para disposición de ripios y lodos de perforación

Identificación de ponderados según criterios asignados a la construcción de piscinas											
Tamaño de la Matriz											
n=		4									
Código	C1	C2	C3	C4	Normalización de la matriz						
					C1	C2	C3	C4	Ti	λmax	
C1	Pendiente	1	2,00	4	0,5	0,267	0,375	0,333	0,222	0,299	1,122
C2	Amenaza inundaciones	0,50	1	3	0,5	0,133	0,188	0,250	0,222	0,198	1,057
C3	Suelos	0,25	0,333	1	0,25	0,067	0,063	0,083	0,111	0,081	0,971
C4	CUT	2,000	2,000	4,000	1	0,533	0,375	0,333	0,444	0,422	0,948
Total		3,750	5,333	12,000	2,250						1,000
Fórmulas		Descripción		Resultados							
$CI = \frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$		Índice de Consistencia		CI= 0,033							
IA= 0,89		Índice de consistencia Alea		n= 4							
RC= IC/IA		Ratio de consistencia		RC= debe ser menor al 10% RC= 0,037 3,71							

La distancia a los ríos fue determinada en 100 m debido a que la Ley de Recursos Hídricos Usos y Aprovechamiento del Agua, vigente en Ecuador, en su art 64. expresa que “la zona de protección hídrica tendrá una extensión de 100 metros de anchura medidos horizontalmente a partir del cauce o de la máxima extensión ordinaria de la lámina de agua en los embalses superficiales... (SENAGUA, 2015)”. Se eliminaron los polígonos que corresponde a la zona de protección hídrica y la distancia de zonas urbanas de 1 km, para así dar como resultado las zonas de recomendación de construcción de piscinas.

En la figura 39 se puede observar el resultado de este análisis. Se recomienda elegir los polígonos con un área mayor a 8.000 m², pues los residuos esperados de perforación alcanzarán un volumen equivalente.

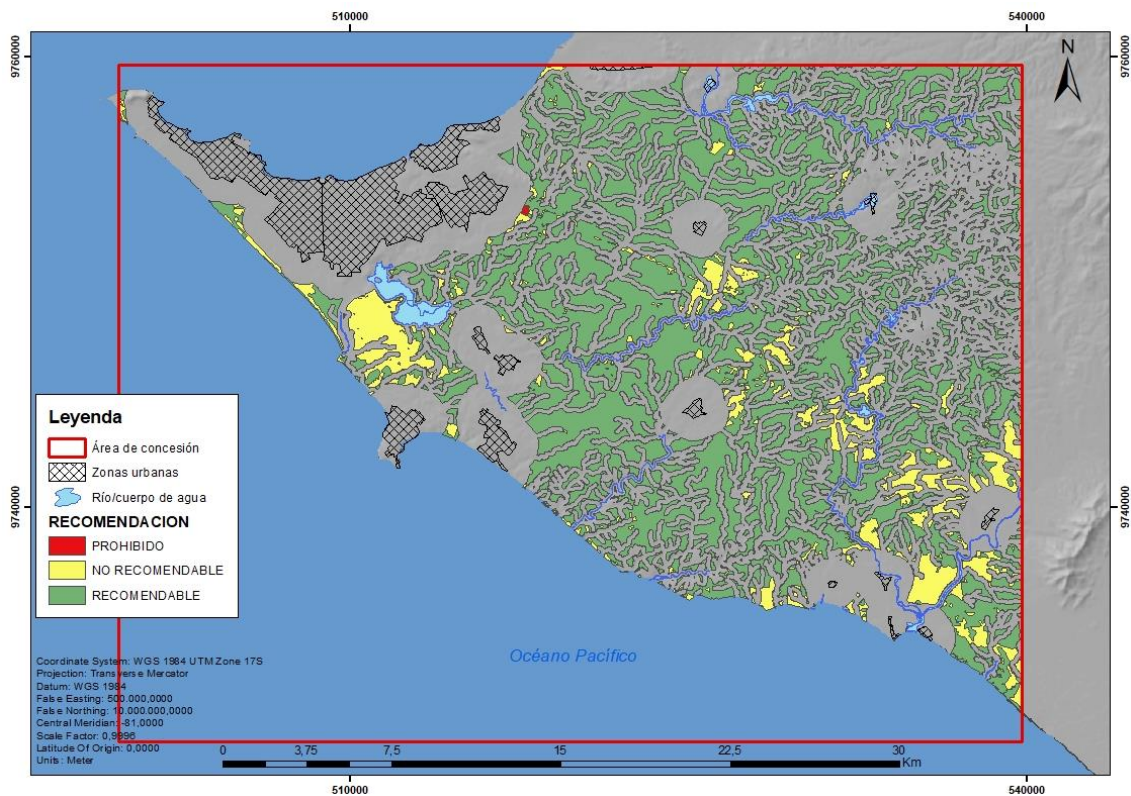


Figura 39. Mapa de zonas recomendadas para la construcción de piscinas de desechos sólidos.

4.3.3. Medidas estructurales y no estructurales

Es necesario esclarecer que no se puede eliminar el riesgo de inundación por completo pero se puede reducirlo. Las medidas estructurales comprenden todas aquellas obras civiles que se ejecutan con el fin de proteger áreas frente a inundaciones. Las medidas no estructurales comprenden políticas, advertencias,

medidas que permiten la reducción del riesgo (Escuder, Morales, Castillo, & Perales, 2010). Aquí se presentan las medidas consideradas aplicables y de ayuda para la reducción del riesgo de inundaciones.

A continuación se presentan medidas estructurales y no estructurales basadas en el estudio de *Riesgo residual y análisis de vulnerabilidad* (2010), como parte del proyecto SUFRI (Strategies of Urban Flood Risk Management):

Tabla 25. Medidas estructurales

	Medida	Descripción
Estructuras secundarias de retención en las proximidades de zonas vulnerables	Estanques de retención	Estanques o balsas de retención construidas para contener agua de forma permanente, en general, con apariencia natural. El embalse detiene y trata el agua de escorrentía, mediante sedimentación y mecanismos biológicos de absorción
	Estanques de detención	Áreas inundables durante eventos de tormenta, mediante el almacenamiento de agua por un periodo reducido de tiempo. Presentan menos costes que las estructuras anteriores para un mismo nivel de almacenamiento, pues requieren de menor excavación.
	Estructuras subterráneas de retención	Reducción del caudal pico de descarga. Pueden permitir filtraciones al subsuelo, o bien pueden ser impermeables, devolviendo el agua almacenada al sistema siguiendo ratios controlados de descarga
Protección directa frente a inundaciones	Diques	Se construyen siguiendo el cauce del río, mar o el perfil de lagos naturales.
	Muros	Estructuras verticales cuya principal función consiste en prevenir el sobrevertido y la inundación de áreas colindantes.

Modificación de las características del cauce	Ensanchamiento de la sección	Consiste en el ensanchamiento de la sección del cauce para reducir el calado resultante para el mismo nivel de descarga
	Cambio de la rugosidad	Niveles más bajos de la rugosidad dan lugar a mayores velocidades del flujo, dando como resultado calados inferiores en el cauce (por ejemplo, actuando en la vegetación del cauce).
	Encauzamientos	Construcción de un nuevo lecho en el cauce, reduciendo en gran medida el riesgo de inundación. Sin embargo, esta medida es más destructiva desde el punto de vista medioambiental.
	Nuevos cauces	Se basa en la ejecución de un nuevo cauce, divergiendo el cauce natural del río.
	Modificación de las características de la cuenca	Tareas de reforestación de la cuenca que incrementan la interceptación del agua de lluvia y reducen los caudales pico en el río.
Sistemas de drenaje	Cubiertas vegetadas	Un sistema multicapa que cubre la cubierta de un edificio o bien una estructura con vegetación sobre una capa drenante.
	Áreas de bioretención	Estructuras de control de agua de lluvia que capturan y tratan el agua de escorrentía de eventos de precipitación de carácter frecuente.
	Franjas filtrantes	Secciones del suelo uniformemente graduadas y con una elevada densidad de vegetación, diseñadas para tratar el agua de escorrentía y eliminar contaminantes por filtrado, mediante vegetación o infiltración.
	Mejora de cunetas	Canales a cielo abierto con vegetación que tratan el agua de escorrentía por medio de celdas (húmedas o secas) construidas mediante bermas permeables.
	Filtros de arena	Estructuras multicelulares diseñadas para el tratamiento de agua de escorrentía mediante

		filtración, empleando balsas de pretratamiento de sedimentos, un lecho de arena como filtro primario y, normalmente, un sistema recolector bajodren.
	Estructuras de retención subterráneas	Estas estructuras permiten la retención de agua en el subsuelo, reduciendo el caudal de descarga por almacenamiento.
	Zanjas de infiltración	Excavaciones poco profundas, rellenas mediante escombros o piedras que constituyen un almacenamiento sub-superficial temporal para que el agua de escorrentía infiltre en el subsuelo circundante.
	Pavimentos permeables	Proveen un pavimento adecuado para peatones y/o el tráfico rodado, a la vez que permiten la infiltración del agua de lluvia a través de su superficie hacia la capa inferior. El agua se almacena temporalmente antes de ser reutilizada o devuelta a un curso o sistema de drenaje.

Tabla 26. Medidas no estructurales

	Medida	Descripción
Políticas y planeamiento urbano	Políticas y planeamiento urbano	Desarrollo de normativa que limite los usos de suelo y el tipo de edificación en zonas de elevado riesgo de inundación. Estas restricciones pueden variar desde la prohibición de determinados usos del suelo (como residencial, industrial, etc.) hasta requisitos en cuanto a utilización de materiales de construcción y elementos estructurales resistentes a la acción del agua.

Predicción de inundaciones	Predicción meteorológica	Es la información necesaria para los modelos de precaracterización de avenidas y tiene el objetivo de predecir la inundación antes de que ocurra.
	Pre-caracterización de avenidas	Estimación del instante de inicio y duración de una avenida, en un determinado punto, así como el hidrograma de la avenida, a partir de la información obtenida mediante predicción meteorológica.
Comunicación	Comunicación general	La comunicación general se compone, principalmente, de formación a la población y se basa en la comunicación del riesgo existente en condiciones normales. De este modo, la población puede aprender cómo actuar en caso de inundación. Esta medida es especialmente importante para la población situada en áreas de elevado riesgo de inundación.
	Comunicación durante el evento de inundación: Sistemas de alarma	Los sistemas de alarma (o aviso) se centran en el aviso a la población de un inminente evento de inundación. Un sistema adecuado, junto con actividades de formación a la población, puede reducir significativamente el número de víctimas, ya que son una herramienta fundamental para iniciar y desarrollar los procedimientos de evacuación.

Seguros e indemnizaciones	Seguros e indemnizaciones	Los seguros incluyen la distribución de riesgos y pérdidas entre un elevado número de personas o activos. Un sistema de seguros adecuado puede reducir notablemente las consecuencias indirectas de la inundación, de modo que las pérdidas económicas pueden cubrirse rápidamente para reestablecer la situación previa.
---------------------------	---------------------------	---

5. Conclusiones

- El bloque 2 constituye una región geográfica en la que interrelacionan todos los elementos territoriales que determinan un territorio. Las principales actividades económicas son el turismo, la agropecuaria y la explotación hidrocarburífera. Existe una red vial que conecta la infraestructura productiva y los asentamientos humanos. Al ser un área donde el crudo brota naturalmente, la actividad petrolera se presenta como una fortaleza que aprovecha los recursos de la península. Sin embargo, las condiciones climáticas cambiantes del mundo pueden generar inundaciones inesperadas que afectan negativamente la infraestructura de actividades petroleras.
- Las inundaciones del 2017 provocaron daños a la infraestructura productiva y urbana, mientras que la producción no cumplió sus objetivos como consecuencia de tal evento. Existen zonas, que por sus características, son susceptibles de inundarse en condiciones climáticas extraordinarias, como en un fenómeno El Niño.
- La planificación territorial aplicada a la actividad petrolera sirve de soporte para gestionar las actividades productivas y disminuir el riesgo de pérdidas económicas relacionadas a los componentes territoriales.
- El uso de los Sistemas de Información Geográfica permite establecer las relaciones de los componentes territoriales y realizar un análisis que sirva de soporte técnico para los tomadores de decisiones. Junto con la información generada por las diversas instituciones públicas y privadas se profundiza el análisis y los resultados se generan en base a una metodología teórica aplicada.
- Se generó un Modelo Territorial Deseado que presenta las necesidades productivas del bloque 2 y los objetivos propuestos por la gerencia. El MTD está direccionado a la proyección de los objetivos de producción, desde un enfoque territorial, para la toma de decisiones que permitan cumplir dichos objetivos.

6. Recomendaciones

- Es necesario profundizar los estudios de predicciones de inundaciones y complementar el presente estudio con modelos hidrológicos.
- Tomar en cuenta las zonas de construcción de piscinas para la disposición de ripios y lodos de perforación para planificar la construcción de las mismas en zonas determinadas técnicamente.
- Tomar acciones conjuntas con los GADs para la ejecución de proyectos que aumenten la resiliencia del territorio estudiado. Estas acciones beneficiarán tanto a la comunidad como a la producción petrolera.
- Implementar medidas estructurales y no estructurales para la prevención de daños por inundaciones.
- Realizar un análisis de ruteo de vehículos para aplicar el modelo aquí expuesto. La planificación de producción apoyada en información geográfica puede optimizar el recorrido de los vehículos, reducir consumo de gasolina, aumentar visitas de pozos y reducir costos de mantenimiento.
- Para futuros proyectos de perforación y construcción de facilidades petroleras, el DEM y los sumideros encontrados sirven de base para una acertada ubicación que deberá ser comprobada en campo.

7. Bibliografía

- ALNAP. (Enero de 2008). *Inundaciones. Aprendiendo de anteriores operaciones de emergencia y recuperación*. Recuperado el 15 de Febrero de 2018 de Instituto de Estudios sobre Conflictos y Acción Humanitaria:
https://iecah.org/images/stories/publicaciones/libros/descargas/LIBRO_ALNAP-INUNDACIONES.pdf
- Arenas, F., Lagos, M., & Hidalgo, R. (Octubre de 2010). Los riesgos naturales en la planificación territorial. *Centro de políticas públicas UC(39)*, 14.
- ARQHYS. (2018). *Características de la planificación*. Recuperado el 26 de Mayo de 2018 de:
http://www.arqhys.com/caracteristicas_de_la_planificacion.html
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Recuperado el 08 de Enero de 2018 de Asamblea Nacional de la República del Ecuador: <http://www.asambleanacional.gov.ec/>
- Balstrøm, T. (2015). *Find Areas at Risk of Flooding in a Cloudburst*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017 de Learn ArcGIS:
<https://learn.arcgis.com/en/projects/find-areas-at-risk-of-flooding-in-a-cloudburst/>
- Buzai, G., & Baxendale, C. (2010). Análisis espacial con sistema de información geográfica. Aportes de la geografía para la elaboración del diagnóstico en el ordenamiento territorial. *Postgrados UNAH*, 55-67.
- Castillo-Rojas, P. (Piura de 2009). *APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE LANDFARMING PARA LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS CON HIDROCARBUROS*. Recuperado el 16 de Febrero de 2018 de Universidad de Piura:
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/31113/ICI_171.pdf?sequence=1
- CENAPRED. (2014). *Inundaciones. Serie Fascículos*. Recuperado el 10 de Febrero de 2018 de Centro Nacional de Prevención de Desastres de México: <http://www.cenapred.gob.mx/es/Publicaciones/archivos/3-FASCCULOINUNDACIONES.PDF>
- CIVICUS. (2001). *Descripción general de la planificación*. Recuperado el 03 de Mayo de 2018 de:
<https://www.civicus.org/documents/toolkits/Description%20general%20de%20la%20planificacion.pdf>
- Corporación Andina de Fomento. (2000). *El Fenómeno El Niño 1997 - 1998. Memoria, retos y soluciones*. Recuperado el 16 de Mayo de 2018 de Programa de preparación ante desastres de la Comisión Europea (DIPECHO-LAC): <http://dipecholac.net/>

- Cuadra, D. E. (2014). *LOS ENFOQUES DE LA GEOGRAFÍA EN SU EVOLUCIÓN COMO CIENCIA*. Recuperado el 30 de Enero de 2018 de Revista Geográfica Digital:
<http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/default.htm>
- Díaz García-Cervigón, J. J. (Junio de 2015). Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión.
- EIRD. (2008). *La gestión del riesgo de desastres hoy. Contextos globales, herramientas locales*. Recuperado el 20 de Abril de 2018 de Naciones Unidas: <https://www.unisdr.org/we/inform/publications/2280>
- Escuder, I., Morales, A., Castillo, J., & Perales, S. (Diciembre de 2010). *Riesgo residual y análisis de vulnerabilidad*. Recuperado el 20 de Abril de 2018 de Universidad Politécnica de Valencia:
http://www.ipresas.upv.es/docs/2010_12_15_Memoria_SUFRI_WP3_borrador.pdf
- ESPOL-CGC. (Abril de 1999). INFORME GEOLÓGICO Y DE RESERVORIOS DEL ÁREA. *Campos Petroleros de la Península de Santa Elena "Ing. Gustavo Galindo Velasco", Guayas Ecuador*.
- Facuse, M. (2003). *Revista de Epistemología* . Recuperado el 15 de Enero de 2018 de Una epistemología pluralista. El anarquismo de la ciencia de Paul Feyerabend.: <http://www.moebio.uchile.cl/17/facuse.html>
- FAO. (2018). 6. *TEXTURA DEL SUELO*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de FAO web site:
http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm
- FEMM. (2009). *Plan de Manejo de la Reserva de Producción Faunística Marino Costera Puntilla de Santa Elena*. Recuperado el 20 de Mayo de 2018 de Sistema Único de Información Ambiental (SUIA):
<http://suia.ambiente.gob.ec>
- GAD Provincial de Santa Elena. (2015). *Resumen Ejecutivo Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Provincial* . Recuperado el 15 de Diciembre de 2017 de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968580510001_Resumen%20Ejecutivo_PDOT%20SANTA%20ELENA%202015_14-08-2015_16-21-31.pdf
- GADMSE. (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL-CANTÓN SANTA ELENA 2014-2019*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2018 de Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Santa Elena: <http://www.gadse.gob.ec/gadse/>

- Grupo Synergy E&P Ecuador. (2013). *Nuestra empresa: Grupo Synergy E&P Ecuador*. Recuperado el Agosto de 2017, de Grupo Synergy E&P Ecuador Web site: <http://www.gruposynergyecuador.com>
- Herran, A. (2005). *Consideracion sobre premisas y conceptos metodologicos* . Recuperado el 27 de Febrero de 2018 de Fundamentos, aplicacion y nuevas perspectivas: https://www.uam.es/personal_pdi/fprofesorado/agustind/textos/premisasepis.pdf
- IEE. (2012). *Memoria Técnica. Cantón Santa Elena. PROYECTO: "GENERACIÓN DE GEOINFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN DEL TERRITORIO A NIVEL NACIONAL ESCALA 1: 25 000"*. Recuperado el 09 de Febrero de 2018 de Instituto Espacil Ecuatoriano: www.ideportal.iee.gob.ec
- ILPES. (2009). *Manual de Planificación Estratégica e Indicadores de Desempeño en el Sector Público*. CEPAL.
- INEC. (2010). *Fascículo Provincia de Santa Elena*. Recuperado el 20 de Diciembre de 2017 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manu-lateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf
- INEC. (30 de Septiembre de 2012). *Proyecciones de la Poblacion de la República del Ecuador 2010 - 2050*. Quito.
- INEC. (2016). *Registro Estadístico de Recursos y Actividades de Salud - RAS 2016*. Recuperado el 26 de Junio de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- INETER & COSUDE. (Agosto de 2005). *Inundaciones fluviales. Mapas de amenazas. Recomendaciones técnicas para su elaboración*. Recuperado el 15 de Marzo de 2018 de Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales: <http://webserver2.ineter.gob.ni/proyectos/metalarn/inundaciones.pdf>
- INOCAR. (2018). *Precipitaciones por estaciones*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018 de: <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo . (2018). *Pobreza por necesidades basicas insatisfechas*. Recuperado el 29 de Abril de 2018 de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/pobreza-por-necesidades-basicas-insatisfechas/>
- IPCC. (2013). *Cambio climático 2013. Base de ciencia física*. Recuperado el 02 de Febrero de 2018 de Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático: https://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/ar5/ar5_wg1_headlines_es.pdf

- Jovel, R. J. (2001). *El impacto del Fenómeno del Niño de 1997-1998 en la Comunidad Andina de Naciones*. Recuperado el 15 de Mayo de 2018 de Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres las Américas (EIRD): http://www.eird.org/esp/revista/No1_2001/pagina22.htm
- Lavell, A. (2001). *Sobre la Gestión del Riesgo: Apuntes hacia una Definición*. Recuperado el 15 de Mayo de 2018 de United Nations Development Programme: http://www.undp.org/content/dam/undp/documents/cpr/disred/espanol/_glr_andino/docs/METODOLOGIA%20DE%20SISTEMATIZACION%20PARA%20DIAGRAMAR/apuntes_hacia_una_definicion_de_la_gestion_de_riesgo_Allan_Lavell.pdf
- Lopez, M. F. (2015). *El sistema de planificación y ordenamiento territorial para el Buen Vivir en el Ecuador*. Recuperado el 20 de Mayo de 2018 de Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales: <file:///C:/Users/mcbd9/AppData/Local/Temp/102802-189314-1-PB.pdf>
- Lora López, J. C. (Julio de 2016). *Comparativa de sensores espaciales de diferente resolución espectral en la exploración minera*. Recuperado el 12 de Marzo de 2018 de Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Manresa: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/96828/lora%20lopez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Madrid Soto, A., & Ortiz López, L. (2005). *Análisis y síntesis en cartografía: Algunos procedimientos*. (N. Suárez, Ed.) Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Humanas: Siglo del Hombre Editores.
- MAE. (2007). *Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007 - 2016. Resumen Ejecutivo*. Recuperado el 07 de Marzo de 2018 de Sistema Único de Información Ambiental: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/369324/11.-PLAN+ESTRAT%C3%89GICO+DEL+SNAP-Resumen+Ejecutivo.pdf/72b6c299-cb55-4be4-8aa4-70591adf23a1>
- MAE. (2013). Modelo de unidades geomorfológicas. Quito.
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*. Recuperado el 15 de Abril de 2018 de Sistema Nacional de Información (SNI): <http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
- Meneses-Tovar, C. L. (2011). El índice normalizado diferencial de la vegetación como indicador de la degradación del bosque. *Unasyuva*, 62(238), 39-46.
- Ministerio Coordinador de Desarrollo Social. (2017). *Informe de Desarrollo Social 2007 - 2017*. Quito.

- Ministerio de Energía y Minas. (2010). *Reglamento ambiental para las operaciones hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE)*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/RAOHE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf>
- Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos. (1974). *Hoja Geológica Santa Elena*. Recuperado el 20 de Enero de 2018 de Instituto Nacional de Investigación Geológico, Minero, Metalúrgico: http://www.geoinvestigacion.gob.ec/mapas/100K_r/HOJAS_GEOLOGICAS_100k/SANTA_ELENA_PSAD56_Z17S.compressed.pdf
- Molina, J. (Noviembre de 2013). *PROBLEMA DE OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE VEHÍCULOS CON ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017 de Universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70512/>
- MTOP. (2013). Norma para estudios y diseños viales. *Norma ecuatoriana vial NEVI-12, II*. Quito, Ecuador.
- Núñez, E., & Dugas, F. (1986). *Guía geológica del Suroeste de la costa ecuatoriana*. Guayaquil, Ecuador: ESPOL.
- Olivera, A. (Agosto de 2004). *Heurísticas para Problemas de Ruteo de Vehículos*. Recuperado el 17 de Diciembre de 2017 de Universidad de la República - Uruguay: <https://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0408.pdf>
- Osorio, J. C., & Orejuela, J. P. (Septiembre de 2008). EL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP) Y LA TOMA DE DECISIONES MULTICRITERIO. EJEMPLO DE APLICACIÓN. *Scientia et Technica*(39), 247-252.
- PACIFPETROL. (2013). *Historia de la empresa*. Recuperado el 05 de Octubre de 2017 de <http://www.pacifpetrol.com/es/historia>
- Planet. (Enero de 2018). *Planet imagery. Product specifications*. Recuperado el 15 de Enero de 2018 de Planet web site: https://www.planet.com/products/satellite-imagery/files/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_December2017.pdf
- RAE. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 25 de Junio de 2018, de <http://dle.rae.es>
- Rodríguez Becerra, M., & Mance, H. (Noviembre de 2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. Recuperado el 15 de Marzo de 2018 de Foro Nacional Ambiental de Colombia: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/07216.pdf>
- Rodríguez, J. C. (2018). *Planificación Territorial y Urbanismo*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2017 de Pasado, presente y futuro del planeamiento

- urbanístico:
http://www.geografia.us.es/web/contenidos/profesores/materiales/archivos/PLANIFICACION_TERRITORIAL_Y_URBANISMO.pdf
- Román, M. (2014). METODOLOGÍAS MULTICRITERIO PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL . *ORDENAMIENTO TERRITORIAL RURAL. Conceptos, métodos y experiencias*. Buenos Aires .
- Rubio Romero, P. (1996). La teoría general de sistemas y el paisaje. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia* , 91-104.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process . *International Journal of Services Sciences*, 83-98.
- Sanabria, S. (2014). *La ordenacion del territorio: origen y significado* . Recuperado el 10 de Diciembre de 2017 de Red de Revistas Científicas de America Latina, el Caribe, Espana y Portugal:
<http://www.redalyc.org/pdf/721/72132516003.pdf>
- Sandoval Escudero, C. (2014). Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local. *CEPAL - Serie Desarrollo Territorial N° 17*. Santiago de Chile.
- SENAGUA. (2015). *Reglamento a la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de Secretaria del Agua: <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/REGLAMENTO-LEY-RECURSOS-HIDRICOS-USOS-Y-APROVECHAMIENTO-DEL-AGUApdf.pdf>
- SIISE. (2015). Definiciones del SIISE. *Glosario*.
- Toskano, G. (2005). *EL PROCESO DE ANÁLISIS JERÁRQUICO (AHP) COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES : APLICACIÓN EN LA SELECCIÓN DEL PROVEEDOR PARA LA EMPRESA GRÁFICA COMERCIAL MYE S.R.L*. Recuperado el 22 de Febrero de 2018 de Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Perú:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/monografias/Basic/toskano_hg/toskano_hg.htm
- UN. (9 de Mayo de 1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Recuperado el 06 de Junio de 2018 de Naciones Unidas: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Universidad Rafael Landivar. (2018). *Planeacion Estrategica Territorial*. Recuperado el 18 de Noviembre de 2017 de <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiU19nd773aAhWfXfKkKHQOcBHoQFggYMAE&url=http%3A%2F%2Fcourseware.url.edu.gt%2FFacultades%2FFacultad%2520de%2520Ciencias%2520Pol%25C3%25ADticas%2520y%2520Sociales%2FGest>

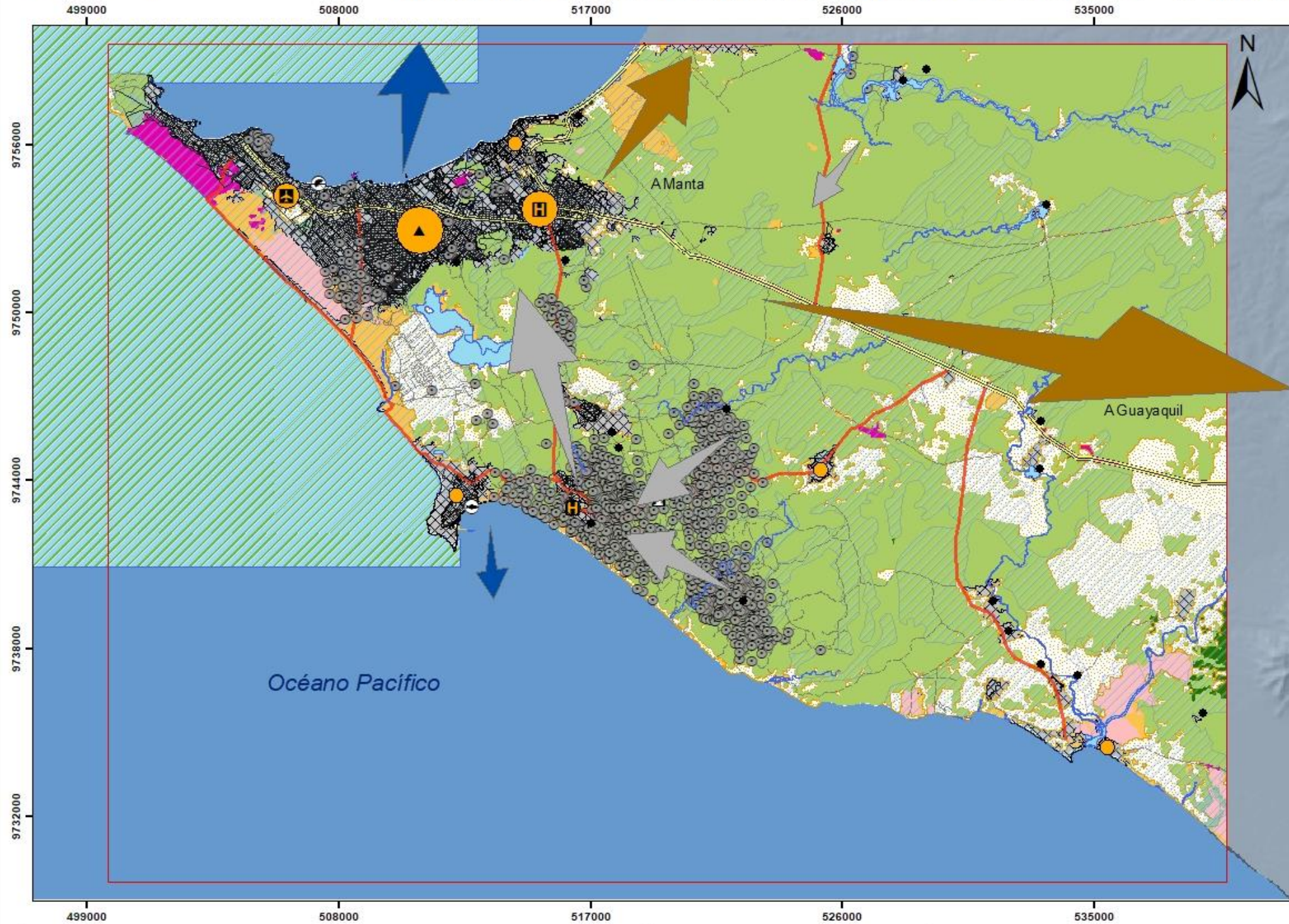
- Useros Fernández, J. L. (2013). El cambio climático: sus causas y efectos medioambientales. *Anales de la Real Academia de Medicina y Cirugía de Valladolid*, 71-98.
- Vergara, J. C., Fontalvo, T., & Maza, F. (2010). *La planeación por escenarios: Revisión de conceptos y propuestas metodológicas*. Recuperado el 14 de Marzo de 2018 de https://uac.edu.co/images/stories/publicaciones/revistas_cientificas/prospectiva/volumen-8-no-2/articulo03.pdf
- Villalaz, L. (1999). *Planificación Estratégica*. Recuperado el 30 de Diciembre de 2017 de Raices, puntos de vista y modelo "estandar" de la estrategia: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_4/mod_virtuales/modulo5/5.2.pdf
- Weier, J., & Herring, D. (30 de Agosto de 2000). *Measuring vegetation (NDVI & EVI)*. Recuperado el 27 de Diciembre de 2017 de The Earth Observatory of NASA : <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/MeasuringVegetation/>
- Winckell, A. (1982). Relieve y geomorfología del Ecuador. *Documentos de Investigación* , 3-19. Quito: CEDIG.
- Wolf, T. (1892). *GEOGRAFÍA Y GEOLOGÍA DEL ECUADOR*. Ecuador.
- Wolf, T. (1892). *Geografía y geología del Ecuador publicada por orden del supremo Gobierno de la República*. Quito: Leipzig, Alemania: Tipografía de F. A. Brockhaus.
- WWAP. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. . París: UNESCO. Recuperado el 12 de Marzo de 2018 de Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas.

8. Anexos

**Anexo 1. Modelo territorial actual del bloque 2 “Gustavo Galindo Velasco”
– Santa Elena.**

Ecuador 1:150.000

MODELO TERRITORIAL ACTUAL DEL BLOQUE 2 - SANTA ELENA



Leyenda

SOCIOECONÓMICO

- Gasolinera
- Aeropuerto
- Pesca
- Refinería La Libertad
- Salud
- Turismo
- Pozos petroleros existentes

Red de asentamientos humanos

- 2970 - 26213 hab
- 26213 - 49456 hab
- 49456 - 72699 hab
- 72699 - 95942 hab

Cobertura y uso del suelo

- AREA POBLADA
- AREA SIN COBERTURA VEGETAL
- ARTIFICIAL
- BOSQUE NATIVO
- INFRAESTRUCTURA
- NATURAL
- TIERRA AGROPECUARIA
- VEGETACION ARBUSTIVA
- VEGETACION HERBACEA

Condicionantes

- Zonas de inundación
- REMACOPSE

Simbología

- Poblados
- Área de concesión
- Río/cuerpo de agua

Red vial

- Corredor arterial
- Vía colectora
- Camino local
- Camino vecinal

Flujos

- Flujo de movilidad terrestre
- Flujo de movilidad marítima
- Flujo de producción petrolera

Mapa de Ubicación



1:150.000

0 1,5 3 6 9 12 Km

Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500.000.000
 False Northing: 10.000.000.000
 Central Meridian: -81,0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

		Análisis estratégico territorial del bloque 2 "Gustavo Galindo Velasco"	
Tema: Modelo territorial actual del bloque 2		Fuentes: - MAE, 2016. - INEC, 2013. - IGM, 2013. - IEE, 2012.	
Elaborado por: Paúl Sabando		Revisado por: Mg. Santiago Jaramillo	
Escala 1:150.000	Fecha: Mayo de 2018	Mapa N°: 1	

Anexo 2. Registro de precipitación mensual acumulada de la estación meteorológica “Santa Elena” – INAMHI, serie 2002 – 2016

<i>Mes</i>	<i>Precipitación mensual acumulada (mm)</i>														
	<i>2002</i>	<i>2003</i>	<i>2004</i>	<i>2005</i>	<i>2006</i>	<i>2007</i>	<i>2008</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>
Enero	14.40	12.6	8.3	0.6	12	-	59.9	105.7	3.9	20.3	99.9	38	36.4	0	18.8
Febrero	-	82.1	10.2	9	130.7	-	214	64.3	97	4.2	77.6	72.7	3.9	0	86.1
Marzo	436	20	3.4	16.4	6	-	176.8	11.8	14.9	0.3	58.6	141.7	0.5	31.6	-
Abril	-	23.8	2.8	11.4	0	-	0.3	0	14.6	17.5	26.5	4.8	3.8	28.2	-
Mayo	-	0.6	8.7	0	0.8	-	7.4	-	0.6	0	0.8	1.8	0.4	3	-
Junio	-	0.3	0	0	0	-	0.2	-	0.1	0	0	0	0	0	-
Julio	-	1.1	2.8	0	0	-	0.2	-	1.6	2	0	2.4	0	0	-
Agosto	-	1.1	0.5	0	-	-	0.6	1.4	1	0	0.2	0.7	0	-	-
Septiembre	0.1	0.9	3	0.5	-	-	0.5	-	0.6	0	0	0.8	0.8	0	-
Octubre	-	2.2	1.8	1.9	0.2	1.7	0.1	-	0.6	0	0.3	2.2	0.9	2.7	-
Noviembre	-	2	0.4	0.2	-	1	4.2	-	1	0.3	0	0.5	0.1	3.2	-
Diciembre	-	0.4	0	1	-	0	0	-	1.5	0.6	0	0	0	0	-
<i>Acumulado anual</i>	-	147.10	41.90	41.00	-	-	464.20	-	137.40	45.20	263.90	265.60	46.80	-	-

Anexo 3. Registro de precipitación mensual acumulada de la estación meteorológica “La Libertad” – INOCAR, serie 2009 - 2018

<i>Mes</i>	<i>Precipitación mensual acumulada (mm)*</i>										
	<i>Normal**</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2011</i>	<i>2012</i>	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Enero	34	90.1	7.5	13	108.1	44.3	29.7	0.2	20.8	65.6	0.2
Febrero	104.1	94.6	67.7	10.7	121	68.7	3.7	4.9	57.3	344.9	215.7
Marzo	98	14.1	20	0	107.1	96.6	3.4	20.4	27.9	211.5	2.9
Abril	23.6	0	29.6	10	11.9	0	3.7	25.7	32.1	23.7	0
Mayo	10.2	5.8	0.3	0	0	1.2	1.4	1.3	0	3.6	-
Junio	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	1.6	-
Julio	0.8	0.9	2.9	2	0	2.1	0	0.2	0	1.5	-
Agosto	0.5	0	0	1.5	0	0.2	0	0	0.3	0.6	-
Septiembre	1.1	0	0.1	0	0	0	1.5	0.1	0.1	0.2	-
Octubre	1	-	0	0.2	0.6	0.2	4.4	1.1	1.1	2.4	-
Noviembre	4.5	-	0.7	0	0.1	1.3	0	0.6	0	0.3	-
Diciembre	17.5	-	5.6	0	0	0	0	0	2.8	0	-
<i>Acumulado anual</i>	295.7	-	134.4	37.4	348.8	214.6	47.8	54.5	142.4	655.9	-

Nota. Adaptado de la página web oficial del Instituto Oceanográfico de la Armada: <http://www.inocar.mil.ec/web/index.php>.

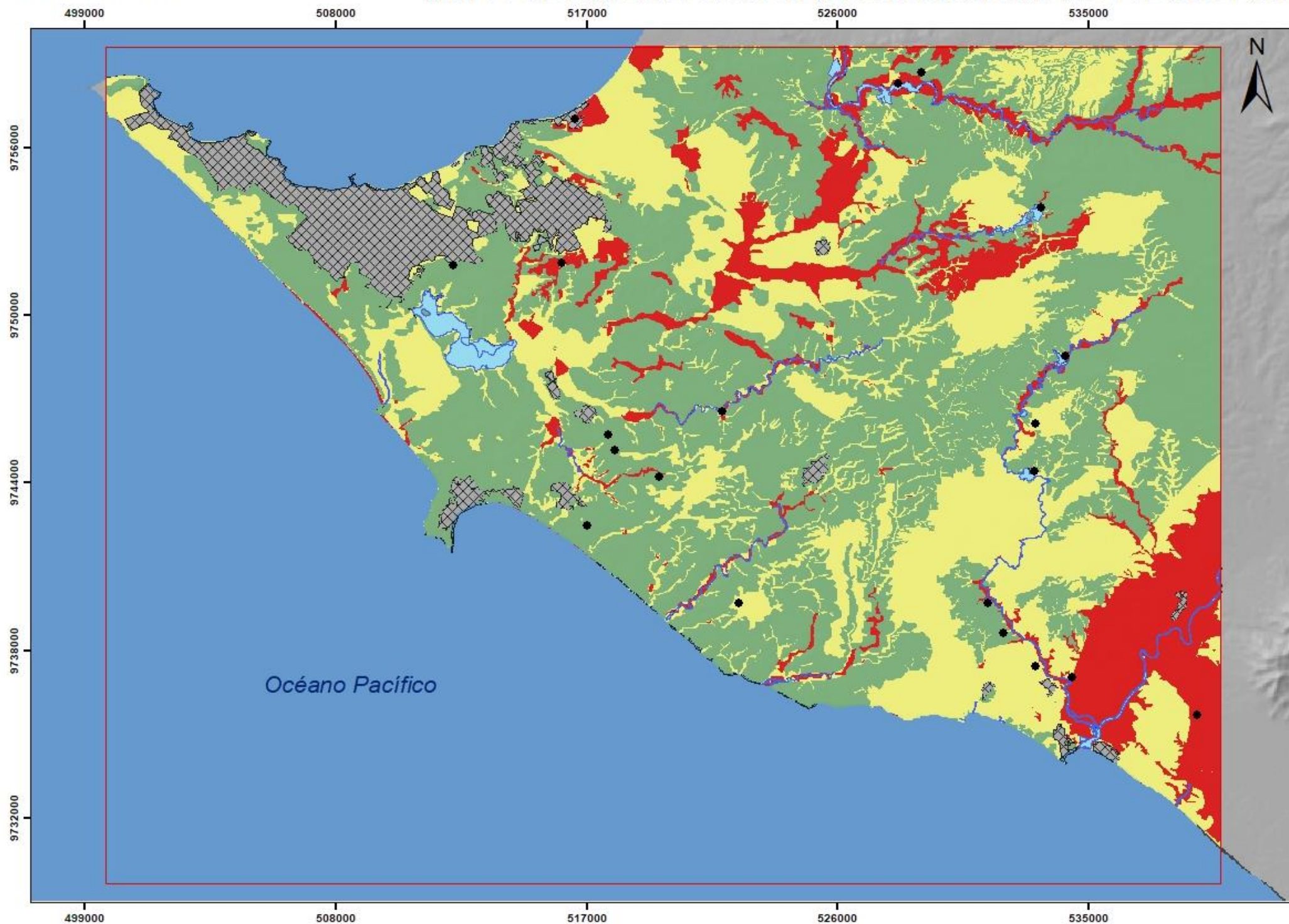
*Los valores de precipitación acumulada, expresada en mm, se definen como l/m2.

**Los valores normales son las precipitaciones mensuales acumuladas tomadas como referencia del periodo 1981 – 2010.

Anexo 4. Mapa de amenaza de inundación para el escenario 1.

Ecuador 1:150.000

MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN PARA EL ESCENARIO 1



Leyenda

Amenaza de inundación

-  NO APLICA
-  BAJA
-  MEDIA
-  ALTA


Amenaza baja: Bosque nativo y tierras agropecuarias, pendientes mayores al 25% relieves fuertes y suelos arenosos y franco arenosos.

Amenaza media: Vegetación arbustiva y herbácea, pendientes de entre 5 - 12%, relieves moderados y suelos francos con mayor contenido de arcilla.

Amenaza alta: Área sin cobertura vegetal, pendientes menores a 5%, relieves suaves y suelos arcillosos.

No aplica: Zonas urbanas, infraestructura y acantilados.

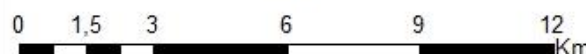
Simbología

-  Poblados
-  Área de concesión
-  Río/cuerpo de agua

Mapa de Ubicación

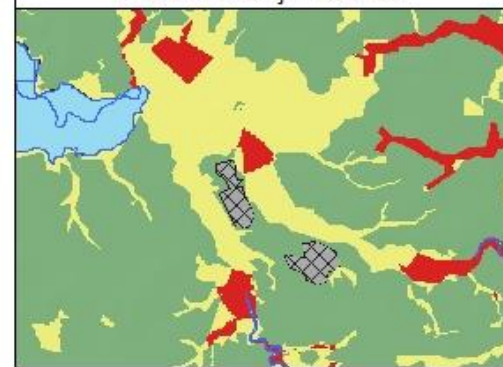


1:150.000



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -81.0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

Escala de trabajo 1:100.000



Análisis estratégico territorial del bloque 2 "Gustavo Galindo Velasco"

Tema: Mapa de amenaza de inundación para el escenario 1.

Elaborado por:
Paúl Sabando

Fuentes:
- MAE, 2016.
- INEC, 2013.
- IGM, 2013.
- IEE, 2012.

Revisado por:
Mg. Santiago Jaramillo

Escala 1:150.000

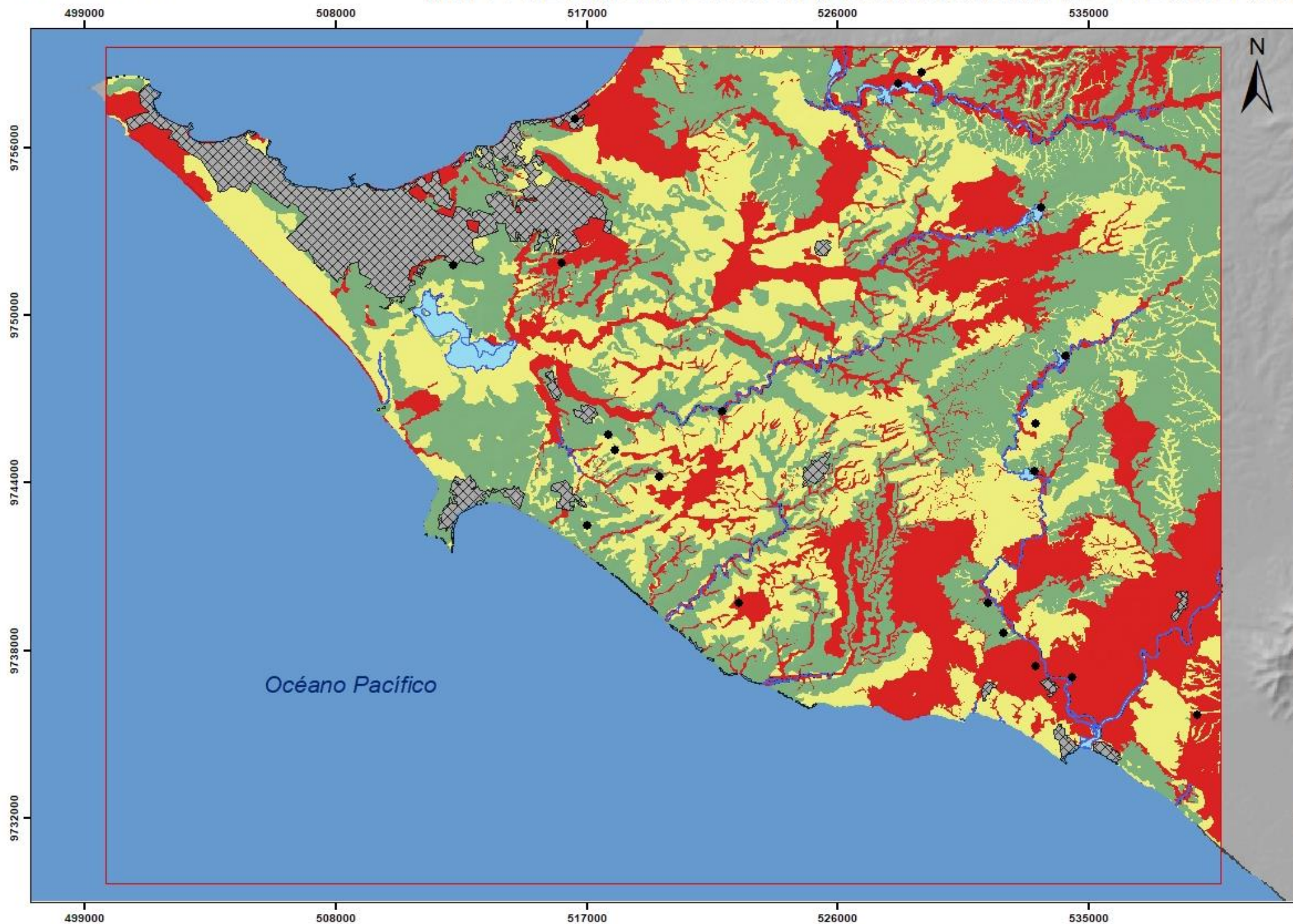
Fecha: Mayo de 2018

Mapa N°: 2

Anexo 5. Mapa de amenaza de inundación para el escenario 2.

Ecuador 1:150.000

MAPA DE AMENAZA DE INUNDACIÓN PARA EL ESCENARIO 2



Leyenda

Amenaza de inundación

-  NO APLICA
-  BAJA
-  MEDIA
-  ALTA




Amenaza baja: Bosque nativo y tierras agropecuarias, pendientes mayores al 25% relieves fuertes y suelos arenosos y franco arenosos.

Amenaza media: Vegetación arbustiva y herbácea, pendientes de entre 5 - 12%, relieves moderados y suelos francos con mayor contenido de arcilla.

Amenaza alta: Área sin cobertura vegetal, pendientes menores a 5%, relieves suaves y suelos arcillosos.

No aplica: Zonas urbanas, infraestructura y acantilados.

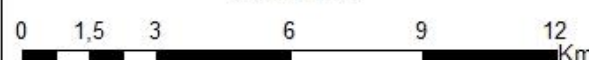
Simbología

-  Poblados
-  Área de concesión
-  Río/cuerpo de agua

Mapa de Ubicación

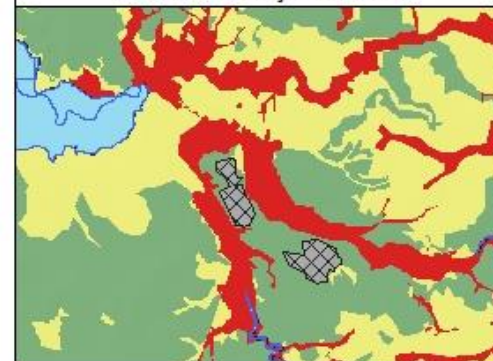


1:150.000



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -81.0000
 Scale Factor: 0,9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

Escala de trabajo 1:100.000

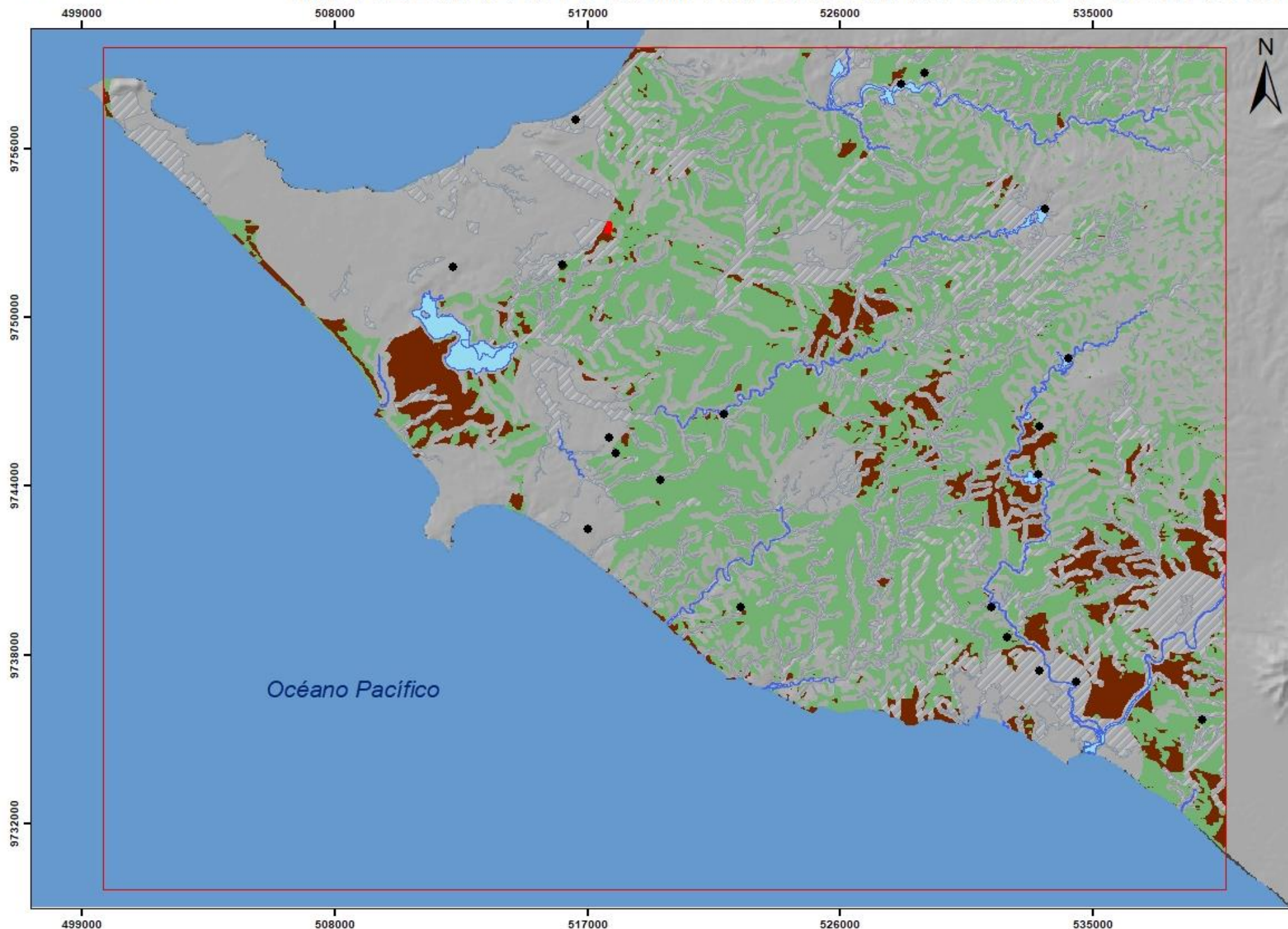


		Análisis estratégico territorial del bloque 2 "Gustavo Galindo Velasco"	
Tema: Mapa de amenaza de inundación para el escenario 2.			
Elaborado por: Paúl Sabando		Fuentes: - MAE, 2016. - INEC, 2013. - IGM, 2013. - IEE, 2012.	
Revisado por: Mg. Santiago Jaramillo			
Escala 1:150.000	Fecha: Mayo de 2018	Mapa N°: 3	

Anexo 6. Mapa de áreas recomendadas para la construcción de piscinas de desecho sólidos.

Ecuador 1:150.000

MAPA DE ÁREAS RECOMENDADAS PARA PISCINAS DE DESECHOS SÓLIDOS



Leyenda

Zonas urbanas

RECOMENDACIÓN

PROHIBIDO

NO RECOMENDABLE

RECOMENDABLE

Prohibido: amenaza de inundaciones alta, suelos arenosos, áreas pobladas, áreas intervenidas y cuerpos de agua.

No recomendable: pendientes de 12 - 25%, amenaza de inundaciones media, suelos francos, bosque nativo.

Recomendable: pendientes planas, amenaza de inundaciones baja, suelos arcillosos, áreas sin cobertura vegetal, vegetación arbustiva y herbácea.

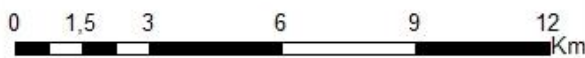
Simbología

- Poblados
- Área de concesión
- Río/cuerpo de agua

Mapa de Ubicación

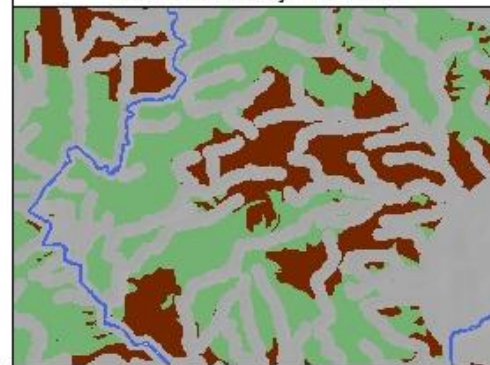


1:150.000



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM Zone 17S
 Proyección: Transverse Mercator
 Datum: WGS 1984
 False Easting: 500.000.0000
 False Northing: 10.000.000.0000
 Central Meridian: -81,0000
 Scale Factor: 0.9996
 Latitude Of Origin: 0,0000
 Units: Meter

Escala de trabajo 1:100.000



Análisis estratégico territorial del bloque 2 "Gustavo Galindo Velasco"

Tema: Mapa de áreas recomendadas para la construcción de piscinas de desechos sólidos.

Elaborado por:
Paúl Sabando

Fuentes:

- MAE, 2016.
- INEC, 2013.
- IGM, 2013.
- IEE, 2012.

Revisado por:
Mg. Santiago Jaramillo

Escala 1:150.000

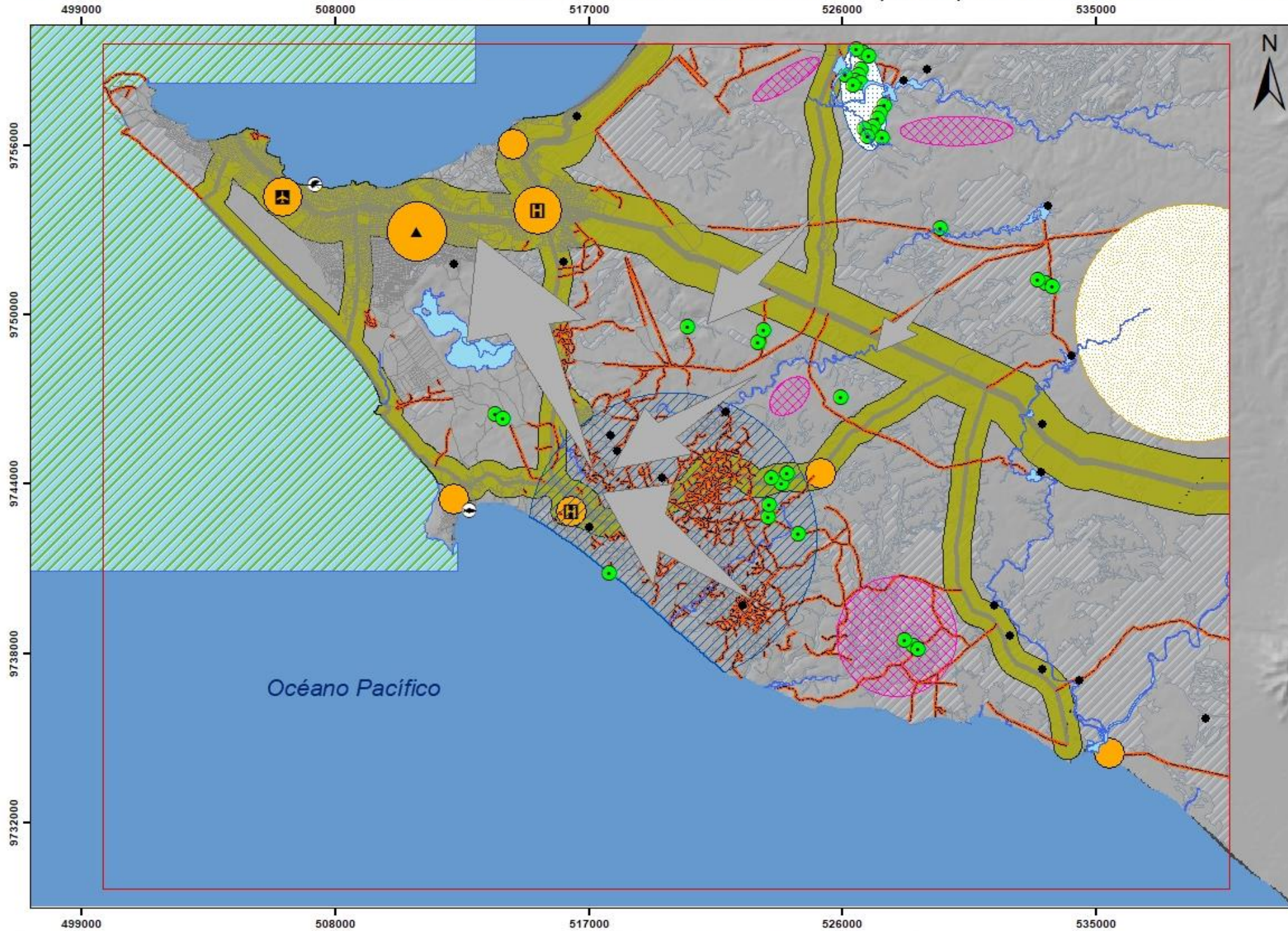
Fecha: Mayo de 2018

Mapa N°: 4

Anexo 7. Modelo territorial deseado del bloque 2 “Gustavo Galindo Velasco” – Santa Elena.

Ecuador 1:150.000

MODELO TERRITORIAL DESEADO (MTD) DEL BLOQUE 2 - SANTA ELENA



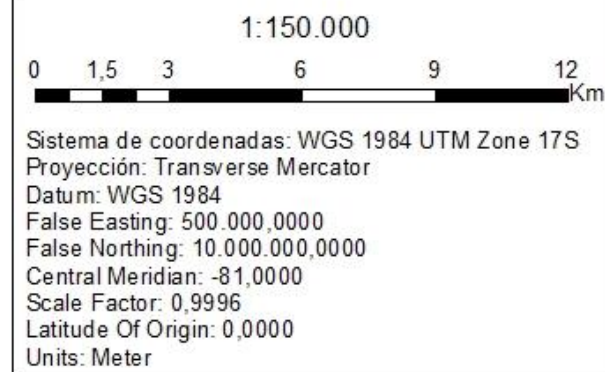
Leyenda

SOCIOECONÓMICO

- Gasolinera
- Aeropuerto
- Pesca
- Refinería La Libertad
- Salud
- Turismo
- Pozos petroleros existentes
- Nuevos pozos perforados
- Núcleos de población
- Crecimiento agrícola
- Gestión vial del riesgo de inundación
- Proyectos de prevención de inundaciones
- Recomendación piscinas de desechos sólidos
- Vías con proyectos para la reducción del riesgo
- Corredor de conexión nacional
- Áreas de inundación en fuertes precipitaciones
- REMACOPSE

Simbología

- Poblados
- Flujo de producción petrolera
- Área de concesión
- Red vial existente
- Río/cuerpo de agua



		Análisis estratégico territorial del bloque 2 "Gustavo Galindo Velasco"	
Tema: Modelo territorial deseado (MTD)			
Elaborado por: Paúl Sabando		Fuentes: - MAE, 2016. - INEC, 2013. - IGM, 2013. - IEE, 2012.	
Revisado por: Mg. Santiago Jaramillo		Fecha: Mayo de 2018	
Escala 1:150.000		Mapa N°: 5	