

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN:**

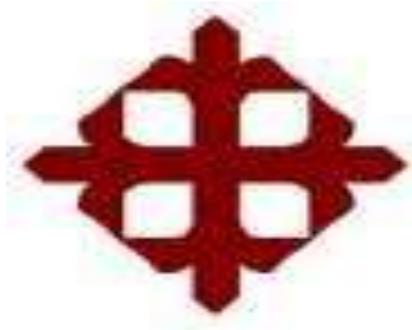
**Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro  
logístico regional en la provincia del Guayas utilizando  
Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

**AUTORA:**

**Méndez Herrera Sugeidy Stefannia**

**Previo a la obtención del Grado Académico:  
Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía  
Automatizada y Fotogrametría Digital**

**Guayaquil, Ecuador  
2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la **Ingeniera Civil, Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

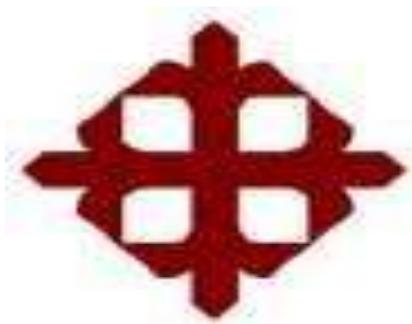
**REVISOR(A)**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Armando Echeverría, Mgs.**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

\_\_\_\_\_  
**Ing. Armando Echeverría, Mgs.**

**Guayaquil, a los 26 del mes de julio del año 2025**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGAMETRÍA DIGITAL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**

**DECLARO QUE:**

El trabajo “**Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)**” previa a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

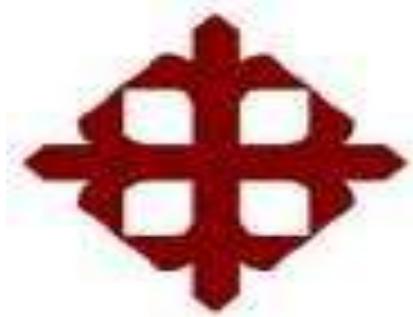
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

**Guayaquil, a los 26 del mes de julio del año 2025**

**EL AUTOR**

---

**Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**

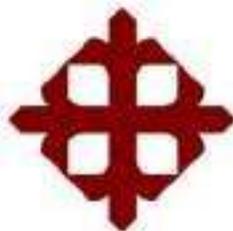
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Trabajo de titulación en Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital** titulado: **Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, a los 26 del mes de julio del año 2025**

**EL(LOS) AUTOR(ES):**

---

**Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
SUBSISTEMA DE POSGRADO  
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA  
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL

REPORTE COMPILATIO

 **INFORME DE ANÁLISIS**  
magister

## MENDEZ HERRERA SUGEIDY STEFANNIA

**9%**  
Textos sospechosos

**0%** Similitudes  
0% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas

**0%** Idiomas no reconocidos (ignorado)

**9%** Textos potencialmente generados por IA

|  |   |                              |
|--|---|------------------------------|
| Nombre del documento: MENDEZ HERRERA SUGEIDY STEFANNIA.pdf | Depositante: Neptalí Armando Echeverría Llumpinca | Número de palabras: 7577     |
| ID del documento: e079c49f5ceb47ee90a36ef81335f41bd59ef    | Fecha de depósito: 24/7/2025                      | Número de caracteres: 51.924 |
| Tamaño del documento original: 3,64 MB                     | Tipo de carga: interface                          |                              |
|  | fecha de fin de análisis: 24/7/2025               |                              |

Ubicación de las similitudes en el documento:

## **AGRADECIMIENTO**

A **Lex**, mi amado esposo.

Por ser mi roca. Gracias por tu paciencia, por impulsarme cuando sentía desfallecer y por sostenerme con amor en cada etapa de este camino. Este logro no habría sido posible sin tu fe constante en mí.

Este triunfo es tan tuyo como mío.

**Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**

## DEDICATORIA

Agradezco profundamente a mis tíos **Lupe Herrera** y **José Cherrez**, quienes hicieron posible la materialización de este sueño. Su apoyo incondicional, generosidad y fe en mi potencial fueron fundamentales para alcanzar esta meta. Su gesto quedará grabado en mi corazón con gratitud eterna.

A mis queridos padres **Mery Herrera** y **John Méndez**, por su amor inquebrantable, sus sacrificios silenciosos y su ejemplo de constancia y esfuerzo. Gracias por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo, humildad y valentía.

A mi hermano, **John** por estar presente en los momentos más importantes, por su apoyo silencioso y su cariño constante. Tu compañía ha sido una fuerza invisible pero siempre presente en este logro.

A mis primas, **Yelena** y **Dennisse** por su amistad, solidaridad y por compartir esta etapa con complicidad, risas y apoyo mutuo. Su presencia hizo que este proceso fuera más llevadero, humano y enriquecedor.

A cada uno de ustedes, de todo corazón **gracias por creer en mí.**

**Sugeidy Stefannia Méndez Herrera**

## ÍNDICE

|   |  |    |
|---|--|----|
| Análisis Multicriterio Para La Localización Óptima De Un Centro Logístico Regional En La<br>Provincia Del Guayas Utilizando Sistemas De Información Geográfica (SIG)..... |  | 1  |
| 1.1.  | Problemática.....  | 2  |
| 2   | Objetivos.....   | 3  |
| 3   | Metodología.....   | 4  |
| 3.4.1   | Definición de criterios y subcriterios:.....                                   | 11 |
| 3.4.2   | Construcción de la matriz de comparación por pares: .....                      | 11 |
| Criterio de ponderación   | Escala de Saaty .....  | 12 |
| 3.4.3   | Cálculo de los pesos y verificación de consistencia .....                      | 13 |
| 3.6.1   | Accesibilidad vial .....   | 16 |
| 3.6.2   | Proximidad urbana .....  | 17 |
| 3.6.3   | Cercanía a puertos.....  | 18 |
| 3.6.4   | Impacto ambiental .....  | 19 |
| 3.6.5   | Susceptibilidad a inundaciones.....  | 20 |
| 3.6.6   | Topografía .....   | 21 |
| 3.6.7   | Uso de suelo .....   | 23 |
| 3.6.8   | Análisis multicriterio.....  | 24 |
| 3.7.1   | Validación inicial por clasificación no supervisada de imágenes SAR .....      | 28 |
| 3.7.2   | Refinamiento de ubicación del centro logístico mediante imágenes ópticas ..... | 34 |
| 4   | Resultados .....   | 38 |
| 5   | Conclusiones.....  | 41 |
| 6   | Recomendaciones .....  | 42 |
| 7   | Referencias bibliográficas.....  | 44 |
| 8   | Anexos .....   | 47 |

## TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <i>Tabla 1 Criterios para análisis</i> .....                                     | 6  |
| Tabla 2 Capas de información en sistema de referencia EPSG:32717 - WGS 84 /..... | 7  |
| Tabla 3 Escala de Saaty .....  | 11 |
| Tabla 4 Criterios de ponderación .....   | 12 |
| Tabla 5 Matriz de comparación de pares .....                                     | 13 |
| <i>Tabla 6 Índice de Consistencia Relativo según Saaty</i> .....                 | 14 |
| Tabla 7 Matriz de pesos .....  | 14 |
| Tabla 8 Criterios para variable de Accesibilidad Vial .....                      | 16 |
| Tabla 9 Criterios para variable de Proximidad urbana .....                       | 17 |
| Tabla 10 Criterios para variable de Cercanía a puertos.....                      | 18 |
| Tabla 11 Criterios para variable de Impacto ambiental.....                       | 19 |
| Tabla 12 Criterios para variable de Susceptibilidad a inundaciones.....          | 21 |
| Tabla 13 Criterios para variable de Susceptibilidad a inundaciones.....          | 22 |
| Tabla 14 Criterios para variable de Uso de Suelo.....                            | 23 |
| Tabla 15 Cantones candidatos de acuerdo al nivel de seguridad y aptitud.....     | 27 |
| Tabla 16 Reclasificación para índice NDVI .....                                  | 36 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 Esquema de procesamiento de mapa de pendientes .....   | 9  |
| Figura 2 Conexión a servicio WCS del IGM .....  | 9  |
| Figura 3 Exportar MDT como archivo ráster local .....   | 10 |
| Figura 4 Esquema de procesamiento de capas para AMC.....  | 15 |
| Figura 5 Clasificación de proximidad a vías de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS.....                  | 17 |
| Figura 6 Clasificación de proximidad urbana de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS.....                  | 18 |
| Figura 7 Clasificación de proximidad a puertos de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS.....               | 19 |
| Figura 8 Clasificación de proximidad a las zonas protegidas de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS ..... | 20 |
| Figura 9 Clasificación de Susceptibilidad a inundaciones de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS .....    | 21 |
| Figura 10 Clasificación de pendientes de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS.....                        | 22 |
| Figura 11 Clasificación de uso de suelo de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS.....                      | 24 |
| Figura 12 Expresión de pesos en calculadora ráster para AMC software QGIS.....  | 24 |
| Figura 13 Herramienta “Calculadora ráster” para AMC software QGIS.....  | 25 |
| Figura 14 Resultado del AMC software QGIS.....  | 25 |
| Figura 15 Zonificación de aptitud territorial software QGIS.....  | 27 |
| Figura 16 Esquema de determinación de ubicación óptima del centro logístico regional. ....                              | 28 |
| Figura 17 Herramienta Graph Builder para preprocesamiento de imágenes SAR en software SNAP .....                        | 30 |
| Figura 18 Esquema de procesamiento de imagen radar en software QGIS.....  | 31 |
| Figura 19 Clasificación no supervisada imagen SAR software QGIS.....  | 32 |
| Figura 20 Zonificación de aptitud territorial Imágenes SAR software QGIS.....   | 32 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 21 Validación espacial de zonas aptas software QGIS .....                                    | 33 |
| Figura 22 Bandas de productos Sentinel 2 con nivel de procesamiento L2A .....                       | 34 |
| Figura 23 Herramienta Graph Builder para preprocesamiento y algebra de mapas en software SNAP ..... | 35 |
| Figura 24 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada Software QGIS.....                         | 36 |
| Figura 25 Ubicación del centro logístico regional Software QGIS .....                               | 37 |

# **Análisis Multicriterio Para La Localización Óptima De Un Centro Logístico Regional En La Provincia Del Guayas Utilizando Sistemas De Información Geográfica (SIG)**

## **1 Introducción**

La provincia del Guayas es uno de los principales centros económicos del Ecuador. Su intensa actividad comercial e industrial ha generado una creciente demanda de infraestructuras logísticas eficientes que optimicen el flujo de mercancías, reduzcan los costos operativos y fortalezcan la competitividad regional.

Según Ballou, (2004, p. 5) la logística comprende las actividades para gestionar el flujo de bienes y servicios desde su origen hasta la llegada al consumidor, a su vez Ragás, (2012, p. 30) describe un centro logístico regional como una plataforma que integra el almacenamiento, distribución y transporte de mercadería, optimizando la consolidación, desconsolidación y distribución de cargas, volviendo más eficiente la cadena de suministro.

Para el presente caso de estudio, surge la necesidad de planificar un nuevo centro logístico regional como respuesta a la congestión vial, la limitada capacidad de almacenamiento, la exposición a amenazas naturales y a la creciente preocupación por los impactos ambientales de las actividades logísticas.

Frente a esta situación, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen una herramienta efectiva, ya que permiten integrar variables geoespaciales en el proceso de toma de decisiones. Permiten capturar, almacenar, analizar y visualizar información territorial, integrando grandes volúmenes de datos espaciales para facilitar evaluaciones basadas en evidencia. Como señala Carver (1991), cuando se requiere identificar áreas que satisfagan múltiples condiciones simultáneamente, su funcionalidad se potencia al combinarse con técnicas de análisis multicriterio, lo cual permite evaluaciones más precisas en procesos de localización óptima.

Para el desarrollo de este proyecto se empleará el software libre QGIS, una alternativa técnica robusta y accesible que ofrece herramientas especializadas para el análisis de proximidad, superposición de capas temáticas y modelado

espacial. Se propone aplicar técnicas de análisis espacial combinadas con análisis multicriterio, con el fin de identificar la ubicación más adecuada para un nuevo centro logístico regional en la provincia del Guayas, sustentando la decisión en criterios técnicos, territoriales, ambientales y de sostenibilidad.

### **1.1 Problemática**

Actualmente, los centros logísticos existentes en la provincia del Guayas enfrentan una serie de problemáticas que limitan su eficiencia y capacidad para satisfacer las crecientes demandas del mercado. Entre las principales dificultades se puede detallar:

- **Saturación vial:** El incremento sostenido del parque automotor y del volumen de mercancías transportadas ha generado una fuerte congestión en las principales vías de acceso a puertos marítimos, zonas industriales y plataformas logísticas. Esta situación provoca retrasos en las entregas, aumento en los costos de transporte y disminución en la eficiencia operativa, afectando la competitividad del sistema logístico.
- **Riesgos de desastres naturales:** Debido a su ubicación geográfica y a su topografía, relativamente plana, la Provincia del Guayas presenta una alta susceptibilidad ante fenómenos naturales, especialmente inundaciones. Esta amenaza representa una gran limitante para la ubicación del centro logístico, ya que podría afectar la infraestructura e interrumpir las actividades operativas, causando como resultado pérdidas económicas, comprometiendo su funcionamiento y seguridad.
- **Problemas ambientales:** Las actividades logísticas impactan significativamente en el medio ambiente, esto debido a la emisión de gases de efecto invernadero, contaminación atmosférica, de cuerpos de agua, de ruido y lumínica, así como la generación de residuos y el consumo energético. Estos impactos deben considerarse durante la planificación para evitar afectar tanto a la población como a la flora y fauna.

Desde una perspectiva territorial, también se observa que la localización de las infraestructuras logísticas en Guayas podría no haberse desarrollado bajo una planificación estratégica integral, lo que habría provocado una dispersión espacial que limita la conectividad entre nodos logísticos y corredores de

transporte. Esta fragmentación territorial dificulta la consolidación de cargas, incrementa los tiempos de distribución y genera redundancias dentro de la red logística. La falta de coordinación entre el desarrollo logístico y la infraestructura de transporte representa un obstáculo significativo para alcanzar una mayor eficiencia operativa y mejorar la competitividad regional.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar la ubicación óptima para un nuevo centro logístico regional en la provincia del Guayas mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y técnicas de análisis multicriterio, con el fin de mejorar la eficiencia del sistema logístico, reducir los costos operativos y promover un desarrollo territorial sostenible.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar y recopilar información geoespacial necesaria para el análisis, estableciendo criterios técnicos, ambientales y territoriales que permitan seleccionar las variables más relevantes para la localización óptima del centro logístico regional.
2. Integrar datos topográficos con el fin de caracterizar las condiciones geográficas del territorio y apoyar el análisis espacial
3. Definir la metodología para el análisis multicriterio y establecer la asignación de pesos a las variables seleccionadas, considerando su relevancia técnica, territorial y ambiental en el proceso de localización del centro logístico regional.
4. Aplicar técnicas de análisis multicriterio con apoyo del software de código abierto QGIS para evaluar la idoneidad de distintas zonas dentro de la provincia.
5. Validar los resultados obtenidos del análisis multicriterio espacial mediante el uso de imágenes satelitales.
6. Generar mapas temáticos que representen los resultados del análisis espacial y respalden la toma de decisiones sobre la ubicación óptima del nuevo centro logístico.

### 3 Metodología

La presente investigación se sustenta en un enfoque cuantitativo y espacial, basado en la integración de técnicas de análisis multicriterio y sistemas de información geográfica (SIG) para la identificación de la ubicación óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas. La metodología se estructura en siete etapas principales, representadas en un flujograma general que se presenta en el Anexo 1.

#### 3.1 *Definición del centro logístico regional*

El presente análisis tiene como objetivo determinar la localización óptima para un Centro Logístico Regional de Distribución e Integración Terrestre–Portuaria en la provincia del Guayas. Este tipo de infraestructura cumple funciones estratégicas como la recepción, almacenamiento temporal, clasificación y redistribución de mercancías a escala regional, además de establecer una conexión eficiente entre la red vial terrestre y el sistema portuario de Guayaquil.

La ubicación de este centro intenta optimizar el flujo de bienes desde el origen hasta los centros de consumo y de exportación, enfocado a la eficiencia y sostenibilidad, en este sentido la ubicación óptima se basa en criterios técnicos, geoespaciales y normativos que garanticen la viabilidad física, funcional y ambiental.

Según la clasificación propuesta en el portal de Abastecer Soluciones Logísticas, los centros logísticos pueden agruparse en tres categorías según su tamaño: pequeños (menos de 10.000 m<sup>2</sup>), medianos (entre 10.000 y 50.000 m<sup>2</sup>) y grandes (más de 50.000 m<sup>2</sup>). Para este estudio se ha seleccionado un **centro logístico de tipo mediano**, considerando un análisis comparativo de dimensiones observadas en plataformas logísticas existentes en la provincia, mediante imágenes satelitales disponibles en Google Earth.

Se verificaron las superficies aproximadas de instalaciones como Servientrega, DHL, Yanbal, Tía, Almacenes De Prati y el centro de distribución de Supermercados El Rosado, determinando que la mayoría de estos establecimientos se ubican dentro del rango correspondiente a centros logísticos medianos.

Esta referencia empírica contribuye a una planificación realista y contextualizada, alineada con las necesidades logísticas regionales y con las condiciones del entorno urbano-industrial del Guayas.

### **3.2 Identificación y recopilación de información geoespacial**

En esta etapa inicial se llevó a cabo la identificación y recopilación de información geoespacial que sirvió como base para el análisis espacial. Las variables consideradas fueron definidas en función de la naturaleza operativa del centro logístico, respondiendo a criterios técnicos, territoriales y ambientales que inciden directamente en su viabilidad de localización. Dado que el estudio se desarrolla a escala regional, fue imprescindible seleccionar una escala cartográfica que permita representar con precisión las características del territorio, sin comprometer la cobertura espacial.

Durante el proceso de recopilación, se identificó la disponibilidad de información geoespacial proveniente de diversas fuentes oficiales, con distintos niveles de resolución y detalle. Gracias al acceso al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) y a diversos portales institucionales, se obtuvo información vectorial y ráster de entidades como:

- Instituto Geográfico Militar (IGM)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)
- Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)
- Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)
- Sistema Nacional de Información

Estas fuentes proporcionan información temática con escalas variadas, ajustadas a los fines específicos de cada estudio. Como se detalla en la tabla 2 se cuenta con información a diferentes escalas y considerando que la escala de trabajo no podrá ser mejor a la peor escala de las fuentes de información, la escala final del presente análisis es de 1:50.000.

Esta escala ha sido tradicionalmente utilizada en estudios de planificación regional, ordenamiento del territorio y gestión de riesgos en el Ecuador. Como

señala José Licango, técnico del Instituto Geográfico Militar (IGM) “la escala está en función de la necesidad del estudio”, explicando además que la escala 1:5.000 al presentar mayor resolución y nivel de detalle, es apropiada para estudios a nivel local, mientras la escala 1:1,000.000, es más apropiada para análisis a nivel nacional.

En este sentido, la escala 1:50.000 resulta adecuada para el presente estudio, al proporcionar el nivel de detalle necesario sin sacrificar cobertura regional.

Los criterios considerados se detallan en la tabla 1.

**Tabla 1 Criterios para análisis**

| <b>Criterio</b>               | <b>Variable considerada</b>  | <b>Justificación</b>   |
|-------------------------------|--|--|
| <b>Accesibilidad vial</b>     | Proximidad a la red vial primaria                                    | Permite el fácil acceso de vehículos de carga y distribución eficiente               |
| <b>Conectividad portuaria</b> | Distancia al Puerto Marítimo de Guayaquil                            | Facilita el transporte intermodal (terrestre-marítimo)                               |
| <b>Proximidad Urbana</b>      | Cercanía a centros poblados o zonas urbanas densas                   | Permite atender eficientemente a los principales destinos de distribución            |
| <b>Uso del suelo</b>          | Zonificación compatible  | Garantiza viabilidad legal y cumplimiento de planificación urbana                    |
| <b>Topografía</b>             | Pendiente del terreno menor al 6%                                    | Favorece la construcción de infraestructura logística sin altos costos de nivelación |
| <b>Impacto ambiental</b>      | Exclusión de áreas protegidas, humedales o zonas de riesgo ecológico | Asegura sostenibilidad ambiental y cumplimiento normativo                            |

En el anexo 2 se detallan las capas de geoinformación revisadas y sus características, la tabla 2 presenta un resumen de las capas vectoriales y ráster a utilizarse.

**Tabla 2 Capas de información en sistema de referencia EPSG:32717 - WGS 84 / UTM zona 17S**

| Capa de información  | Tipo     | Fuente | Año       | Escala   |
|--|----------|--------|-----------|----------|
| Organización territorial Provincial, cantonal y parroquial | Polígono | CONALI | 2022      | 1:50.000 |
| Curvas de nivel  | Línea    | IGM    | 2013      | 1:50.000 |
| MDT Ecuador  | Ráster   | IGM    | 2021      | 1:50.000 |
| Reserva de Biósfera  | Polígono | MAATE  | 2021      | 1:50.000 |
| Humedales  | Polígono | MAATE  | 1990-2012 | 1:50.000 |
| Sistema Natural de Áreas Protegidas                        | Polígono | MAATE  | 2021      | 1:25.000 |
| Bosque y Vegetación Protectora                             | Polígono | MAATE  | 2021      | 1:50.000 |
| Áreas de zona urbana                                       | Polígono | IGM    | 2013      | 1:50.000 |
| Infraestructura vial                                       | Línea    | IGM    | 2013      | 1:50.000 |
| Cobertura y uso de la tierra                               | Polígono | MGA    | 2009-2015 | 1:25.000 |
| Susceptibilidad a deslizamiento de masas                   | Ráster   | SNGR   | 2011      | 1:50.000 |
| Susceptibilidad a inundaciones                             | Polígono | SNGR   | 2024      | 1:25.000 |

**Fuente: Elaboración propia a partir de las capas obtenidas del IGM, MGA, SNGR, MAATE**

Para representar los principales nodos logísticos del país en el análisis, se generó una capa geográfica personalizada que incluye puertos marítimos y terminales de carga relevantes para el transporte de mercancías en Ecuador. La selección de estos puntos se basó en fuentes especializadas como el portal corporativo de *DSV Global Transport and Logistics* y *Directorio de Empresas de Transporte de Carga y Operadores Logísticos*, donde se identifican los principales puertos comerciales y terminales estratégicos.

A partir de esta revisión, se incluyeron los siguientes puntos de interés:

- Aeropuerto José Joaquín de Olmedo
- Puerto Bolívar
- Puerto de Manta

- Puerto Marítimo de Guayaquil
- Terminal Portuaria de Guayaquil
- Terminal Portuaria Fertisa
- Terminal Portuaria Puerto Hondo
- Puerto de Posorja

La localización geográfica de estos sitios fue determinada mediante la plataforma Google Earth Pro. Se identificaron las coordenadas precisas de cada infraestructura utilizando la herramienta de marcadores, y los datos fueron georreferenciados al sistema de referencia espacial EPSG:32717 – WGS 84 / UTM zona 17S, para garantizar compatibilidad con las capas utilizadas en el entorno SIG.

En el software QGIS versión 3.34 (QGIS project, 2025), se vectorizaron las coordenadas creando un archivo Shapefile (.shp) con geometría tipo punto, a la cual se asignó como atributo el nombre de cada puerto, obteniendo como resultado un insumo para la evaluación de accesibilidad y conectividad logística, a ser utilizado en el análisis multicriterio.

### **3.3 Integración y procesamiento de datos topográficos**

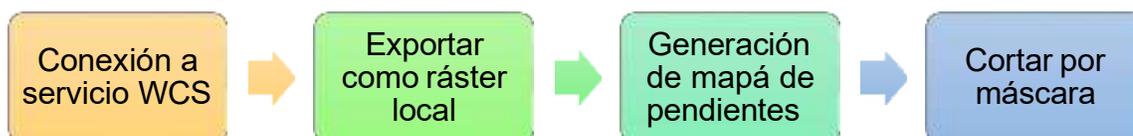
En esta fase se procede a integrar la información topográfica y satelital necesaria para determinar las condiciones geográficas del territorio, fundamentales para el análisis multicriterio. Se cuentan con dos capas de información topográfica, las curvas de nivel y el Modelo Digital de Elevaciones (MDT), ambos del IGM.

Considerando que el relieve afecta la factibilidad constructiva, y que una alta variabilidad de elevaciones (cotas) presenta tanto limitaciones técnicas como económicas, así como dificultar el acceso y movilidad, se determinó que el criterio clave es la variación de pendientes no la elevación en sí misma, dando prioridad a áreas planas (pendientes bajas) sobre áreas escarpadas (pendientes altas).

Para calcular la pendiente se utilizó la herramienta “*Pendiente*” del módulo de análisis ráster en QGIS, la cual permite generar un mapa continuo de variaciones angulares a partir de un MDT. Aunque se disponía tanto de curvas de nivel como de un MDT, se optó por trabajar directamente con el Modelo Digital de Terreno proveniente del servicio de cobertura web WCS, debido a que:

- Está disponible en una resolución compatible con la escala del estudio (1:50.000).
- Presenta una fecha de actualización más reciente (2021).
- Reduce la pérdida de precisión al evitar interpolar datos desde curvas de nivel.

**Figura 1 Esquema de procesamiento de mapa de pendientes**



**Figura 2 Conexión a servicio WCS del IGM**

Crear una nueva conexión WCS

Detalles de la conexión

Nombre: MDT\_IGM

URL: <https://www.geoportaligm.gob.ec/dtm/wms/>

Autenticación

Configuraciones: Básica

Seleccionar o crear una configuración de autenticación

Sin Autenticación

La configuración guarda las credenciales encriptadas en la base de datos de autenticación de QGIS.

Opciones de WCS

- Ignorar URI GetCoverage URI reportada en capacidades
- Ignore reported layer extents
- Ignora la orientación de los ejes
- Invertir orientación de los ejes
- Transformación de mapa de píxeles suave

Aceptar Cancelar Ayuda

**Figura 3 Exportar MDT como archivo ráster local**

Una vez obtenido el ráster local, se generan el mapa de pendientes y se recorta al área de estudio siguiendo las herramientas a continuación:

- **Pendientes:** toma de partida un ráster con elementos de elevación, en este caso el MDT del IGM y calcula automáticamente las diferencias de pendientes en la capa proporcionada.
- **Cortar ráster por capa de máscara:** permite recortar una capa ráster a la extensión de una capa de máscara de tipo vectorial, esta herramienta se utilizará a lo largo del desarrollo de este caso.

### 3.4 Definición de metodología para el análisis multicriterio

Para evaluar la idoneidad del territorio en función de múltiples variables, se aplicará el Análisis Multicriterio Espacial (AMC) mediante el método Analytic Hierarchy Process (AHP) desarrollado por Thomas L. Saaty en 1980. Este

método es reconocido por su capacidad para estructurar decisiones complejas, asignar pesos relativos a criterios y obtener prioridades de manera sistemática y objetiva. De acuerdo a la Metodología AHP se deben realizar los siguientes pasos:

### 3.4.1 Definición de criterios y subcriterios:

Se identifican las variables clave que influirán en la localización óptima, las mismas que se han definido en el punto 3.1:

- Accesibilidad vial **AV**
- Proximidad urbana **PU**
- Cercanía a puertos **CP**
- Impacto ambiental **IA**
- Susceptibilidad a inundaciones **SI**
- Topografía **T**
- Uso de suelo **US**

### 3.4.2 Construcción de la matriz de comparación por pares:

Como indica Saaty, cada par de criterios, se evalúa su importancia relativa mediante una escala numérica de 1 a 9.

**Tabla 3 Escala de Saaty**

| Escala  | Significancia                 |
|---------|-------------------------------|
| 1       | Igual importancia             |
| 3       | Importancia moderada          |
| 5       | Importancia fuerte            |
| 7       | Importancia muy fuerte        |
| 9       | Extremadamente más importante |
| 2-4-6-8 | Juicios intermedios           |

**Fuente: Elaborado a partir de Saaty (2008).**

Considerando la escala anterior se han asignado pesos a las variables definidas para su ponderación.

**Tabla 4 Criterios de ponderación**

| <b>Criterio de ponderación</b>                      | <b>Escala de Saaty</b> |
|---|------------------------|
| Accesibilidad vial = Proximidad urbana              | 1                      |
| Accesibilidad vial > Cercanía a puertos             | 2                      |
| Accesibilidad vial > Impacto ambiental              | 2                      |
| Accesibilidad vial > Susceptibilidad a inundaciones | 3                      |
| Accesibilidad vial > Topografía                     | 5                      |
| Accesibilidad vial > Uso de suelo                   | 5                      |
| Proximidad urbana = Cercanía a puertos              | 1                      |
| Proximidad urbana = Impacto ambiental               | 1                      |
| Proximidad urbana > Susceptibilidad a inundaciones  | 3                      |
| Proximidad urbana > Topografía                      | 3                      |
| Proximidad urbana > Uso de suelo                    | 5                      |
| Cercanía a puertos = Impacto ambiental              | 1                      |
| Cercanía a puertos = Susceptibilidad a inundaciones | 1                      |
| Cercanía a puertos > Topografía                     | 3                      |
| Cercanía a puertos > Uso de suelo                   | 5                      |
| Impacto ambiental = Susceptibilidad a inundaciones  | 1                      |
| Impacto ambiental > Topografía                      | 3                      |
| Impacto ambiental > Uso de suelo                    | 2                      |
| Susceptibilidad a inundaciones = Topografía         | 1                      |
| Susceptibilidad a inundaciones > Uso de suelo       | 2                      |
| Topografía > Uso de suelo                           | 2                      |

**Fuente: Elaboración propia**

La matriz de comparación de pares queda de la siguiente forma:

**Tabla 5 Matriz de comparación de pares**

| Matriz de comparación de pares AHP |             |             |             |             |              |              |              |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Variable                           | AV          | PU          | CP          | IA          | SI           | T            | US           |
| AV                                 | 1           | 1           | 2           | 2           | 3            | 5            | 5            |
| PU                                 | 1           | 1           | 1           | 1           | 3            | 3            | 5            |
| CP                                 | 1/2         | 1           | 1           | 1           | 1            | 3            | 5            |
| IA                                 | 1/2         | 1           | 1           | 1           | 1            | 3            | 2            |
| SI                                 | 1/3         | 1/3         | 1           | 1           | 1            | 1            | 2            |
| T                                  | 1/5         | 1/3         | 1/3         | 1/3         | 1            | 1            | 2            |
| US                                 | 1/5         | 1/5         | 1/5         | 1/2         | 1/2          | 1/2          | 1            |
| <b>Totales</b>                     | <b>3.73</b> | <b>4.87</b> | <b>6.53</b> | <b>6.83</b> | <b>10.50</b> | <b>16.50</b> | <b>22.00</b> |

### 3.4.3 Cálculo de los pesos y verificación de consistencia

Para el cálculo de pesos, se calcula el vector propio de la matriz de comparación, que proporciona los pesos relativos de cada criterio, se calcula también el factor landa máximo. En el anexo 3 se detallan las tablas obtenidas de este análisis

Donde landa esta dado por:

$$\lambda_i = (\text{Matriz de pares})(\text{Matriz de pesos})$$

$$\lambda_{max} = \sum \lambda_i / n$$

Se verifica el índice de consistencia (CI) para asegurar que las comparaciones sean coherentes. El índice de consistencia ajustado (CR) debe ser menor a 0.1 para aceptar los resultados. El índice de consistencia esta dado por:

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Y el índice de consistencia esta dado por la ecuación siguiente, donde el índice de consistencia relativo (ICR) está dado por la tabla 6

$$IC = Ci / ICR$$

**Tabla 6 Índice de Consistencia Relativo según Saaty**

| Tamaño de la matriz | ICR  | Tamaño de la matriz | ICR  |
|---------------------|------|---------------------|------|
| 1                   | 0.00 | 6                   | 1.24 |
| 2                   | 0.00 | 7                   | 1.32 |
| 3                   | 0.58 | 8                   | 1.41 |
| 4                   | 0.90 | 9                   | 1.45 |
| 5                   | 1.12 | 10                  | 1.49 |

**Fuente:** *Elaborado a partir de Saaty (2008).*

Por lo cual aplicando las fórmulas anteriores se obtienen los siguientes resultados:

$$\lambda_{\max} = 7.24$$

$$Ci = 0.040$$

$$ICR = 1.32$$

$$IC = 0.030 < 0.10 \text{ CONSISTENTE}$$

Verificando la consistencia de la matriz de jerarquía AHP se obtienen los pesos para cada una de las variables a utilizar en el análisis multicriterio.

**Tabla 7 Matriz de pesos**

| CRITERIOS                      | SIGLAS | PESOS        |
|--------------------------------|--------|--------------|
| Accesibilidad vial             | AV     | 0.270        |
| Proximidad urbana              | PU     | 0.210        |
| Cercanía a puertos             | CP     | 0.163        |
| Impacto ambiental              | IA     | 0.144        |
| Susceptibilidad a inundaciones | SI     | 0.101        |
| Topografía                     | T      | 0.067        |
| Uso de suelo                   | US     | 0.046        |
| <b>Total</b>                   |        | <b>1.000</b> |

### 3.5 Normalización de criterios

Dado que las variables consideradas provienen de diversas fuentes y presentan formatos tanto discretos como continuos, es necesario normalizar las capas espaciales para llevarlas a una escala común que permita la comparación entre los distintos tipos de datos.

Para este fin, se ha adoptado una escala de tres clases de aptitud, definida de la siguiente manera:

1. Apto
2. Moderadamente apto
3. No apto

### 3.6 Análisis multicriterio aplicando mediante software QGIS

El análisis multicriterio se ejecuta en el software QGIS utilizando operaciones de álgebra de mapas, lo cual requiere que todas las variables estén representadas en formato ráster con la misma resolución. Considerando que para la escala de trabajo 1:50.000, se espera una resolución entre 10 y 30m, se ha determinado que una resolución espacial de 20 x 20 metros es la más adecuada, ya que ofrece un equilibrio óptimo entre el nivel de detalle espacial y la capacidad de procesamiento del equipo computacional disponible.

A continuación, se detalla el procedimiento de reclasificación aplicado a las variables.

**Figura 4 Esquema de procesamiento de capas para AMC**



El procesamiento de la información se ha realizado en el software QGIS, empleando las siguientes herramientas claves:

- **Cortar:** La información base ha sido revisada, depurada y recortada tomando como máscara el polígono de la Provincia del Guayas según los límites del CONALI 2022.
- **Rasterizar (vectorial a ráster):** permite convertir elementos vectoriales en ráster con valor 1 y con la resolución indicada por el usuario, para este caso de estudio celdas de 20m por 20m.
- **Rellenar celdas sin datos:** rellena los pixeles de un ráster con un valor en específico, en el paso anterior se han creado ráster con valor de 1 en la ubicación de los polígonos y con esta herramienta se rellenan los espacios sin datos con valor de 0.
- **Proximidad (distancia a ráster):** genera un ráster donde cada píxel tiene un valor que indica su distancia al píxel "objetivo" más cercano en la capa de entrada, en este paso se ingresa la distancia en metros que se requiere para el análisis de proximidad de cada variable.
- **Calculadora ráster:** esta herramienta permite hacer operaciones con elementos ráster, entre ellas permite reclasificarlos, mediante funciones lógicas se asigna valores a los pixeles que cumplen con las condiciones requeridas, por ejemplo, los pixeles con valores entre 0 y 2500 se asigna el valor de 1.

### 3.6.1 Accesibilidad vial

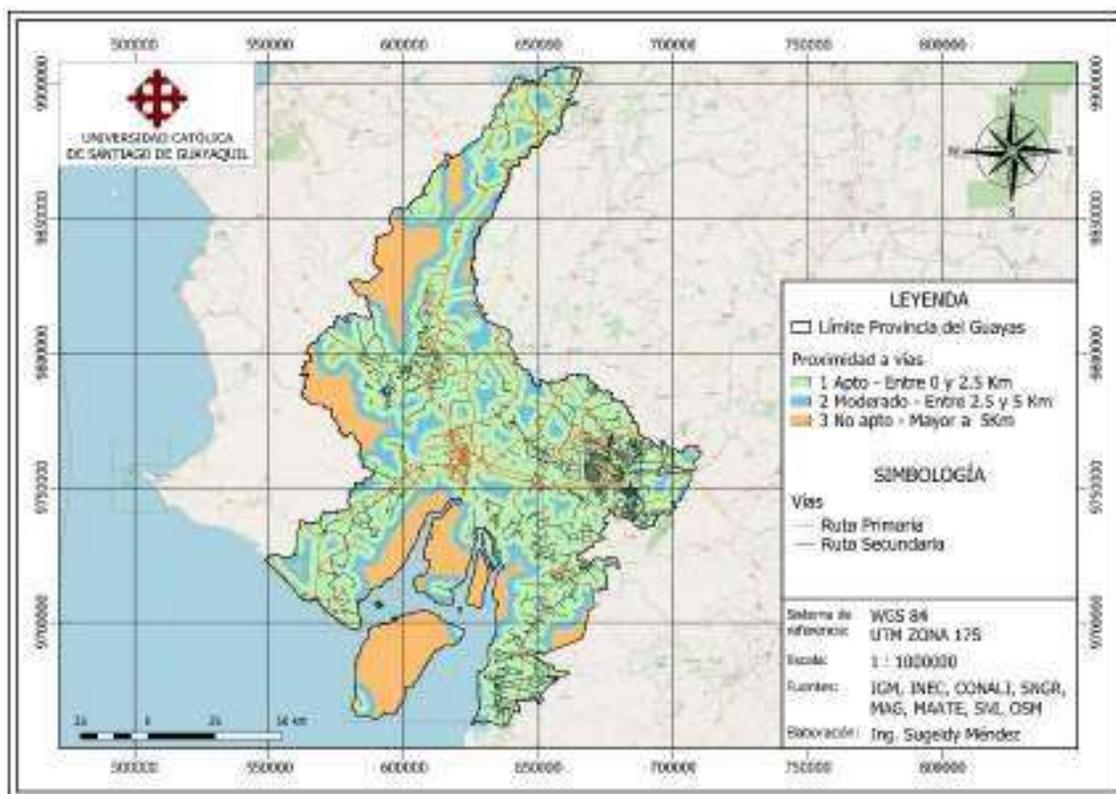
Esta variable se deriva de datos vectoriales de tipo línea, clasificados en rutas primarias, secundarias y locales. Considerando que el funcionamiento continuo del centro logístico exige movilidad permanente, y que en general las rutas locales corresponden a vías temporales, estas se han descartado para el análisis.

Se considera que una ubicación más cercana a vías principales implica una mayor aptitud, ya que facilita la conexión vial y reduce la necesidad de inversiones adicionales en rutas de acceso, siendo por lo tanto la proximidad el criterio principal para esta variable.

**Tabla 8 Criterios para variable de Accesibilidad Vial**

| Escala | Proximidad  | Clasificación      |
|--------|-------------|--------------------|
| 1      | 0 - 2.5 Km  | Apto               |
| 2      | 2.5 - 5Km   | Moderadamente Apto |
| 3      | Mayor a 5Km | No Apto            |

**Figura 5 Clasificación de proximidad a vías de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



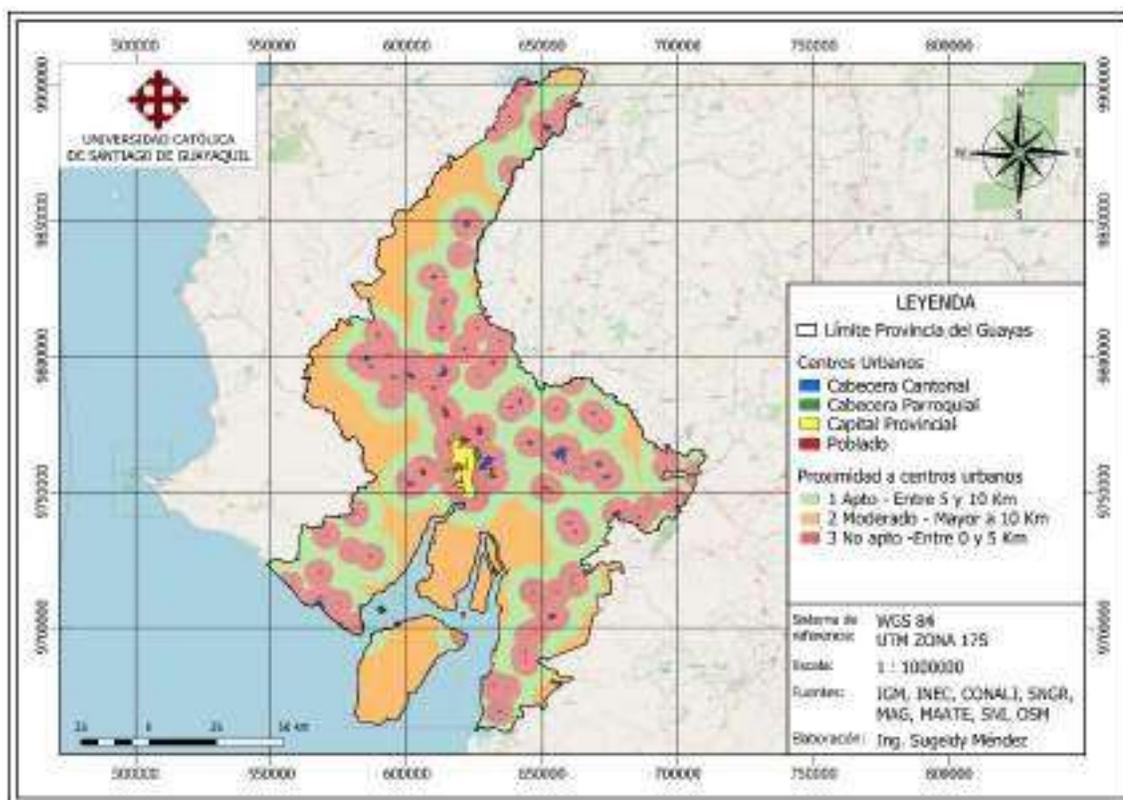
### 3.6.2 Proximidad urbana

Esta variable se compone de vectores del tipo polígono y se realizará el análisis de proximidad como en el caso de la variable anterior. En este caso el criterio se considera como lo deseable que el centro logístico se encuentre en un espacio lo suficientemente cercano para acceder a las zonas urbanas, y a la vez lo suficientemente alejado para no verse afectado por el tráfico propio del casco urbano. Se ha establecido la siguiente clasificación.

**Tabla 9 Criterios para variable de Proximidad urbana**

| Escala | Proximidad   | Clasificación      |
|--------|--------------|--------------------|
| 1      | 5 - 10 Km    | Apto               |
| 2      | Mayor a 10Km | Moderadamente Apto |
| 3      | 0 - 5 Km     | No Apto            |

**Figura 6 Clasificación de proximidad urbana de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



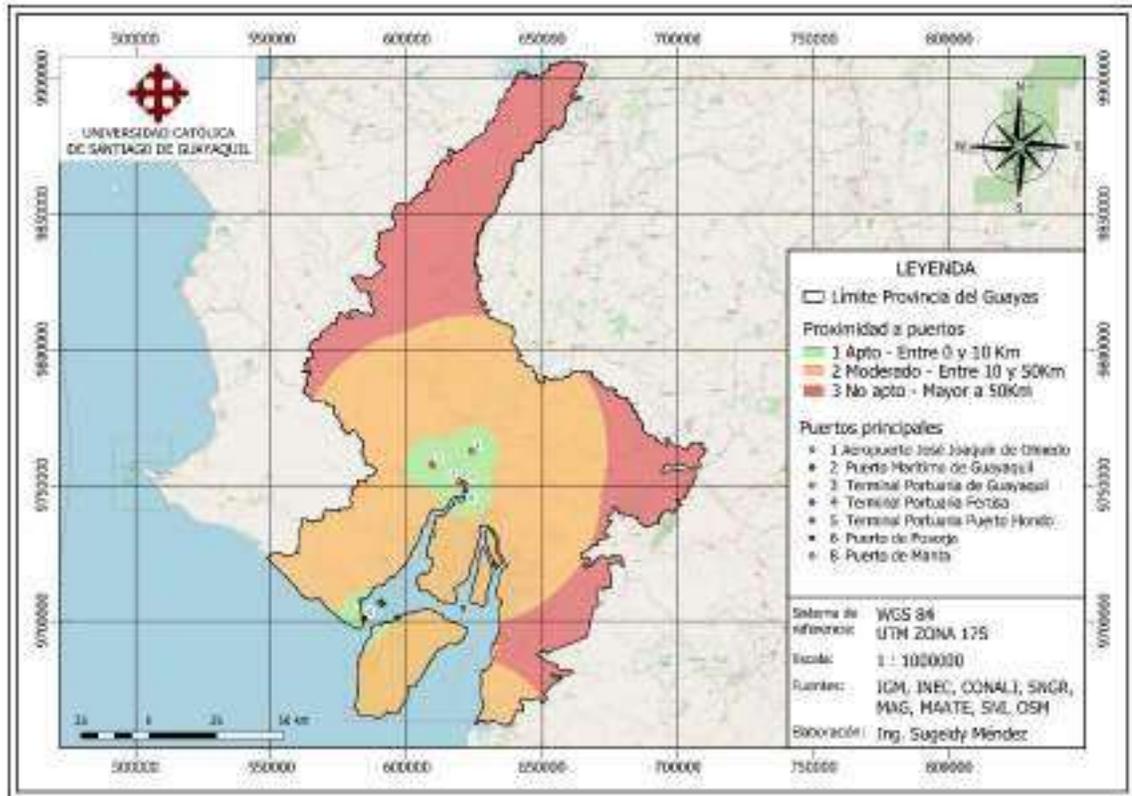
### 3.6.3 Cercanía a puertos

Este criterio evalúa la proximidad del sitio propuesto los puertos circundantes a la provincia del Guayas, considerando su papel clave como nodo de intercambio internacional de mercancías. Una menor distancia al puerto permite reducir los tiempos y costos de transporte, mejorar la eficiencia logística e impulsar la competitividad regional. Para este análisis, se ha clasificado la aptitud de la ubicación según la siguiente escala:

**Tabla 10 Criterios para variable de Cercanía a puertos**

| Escala | Proximidad   | Clasificación      |
|--------|--------------|--------------------|
| 1      | 0 - 10 Km    | Apto               |
| 2      | 10 -50 Km    | Moderadamente Apto |
| 3      | Mayor a 50Km | No Apto            |

**Figura 7 Clasificación de proximidad a puertos de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



### 3.6.4 Impacto ambiental

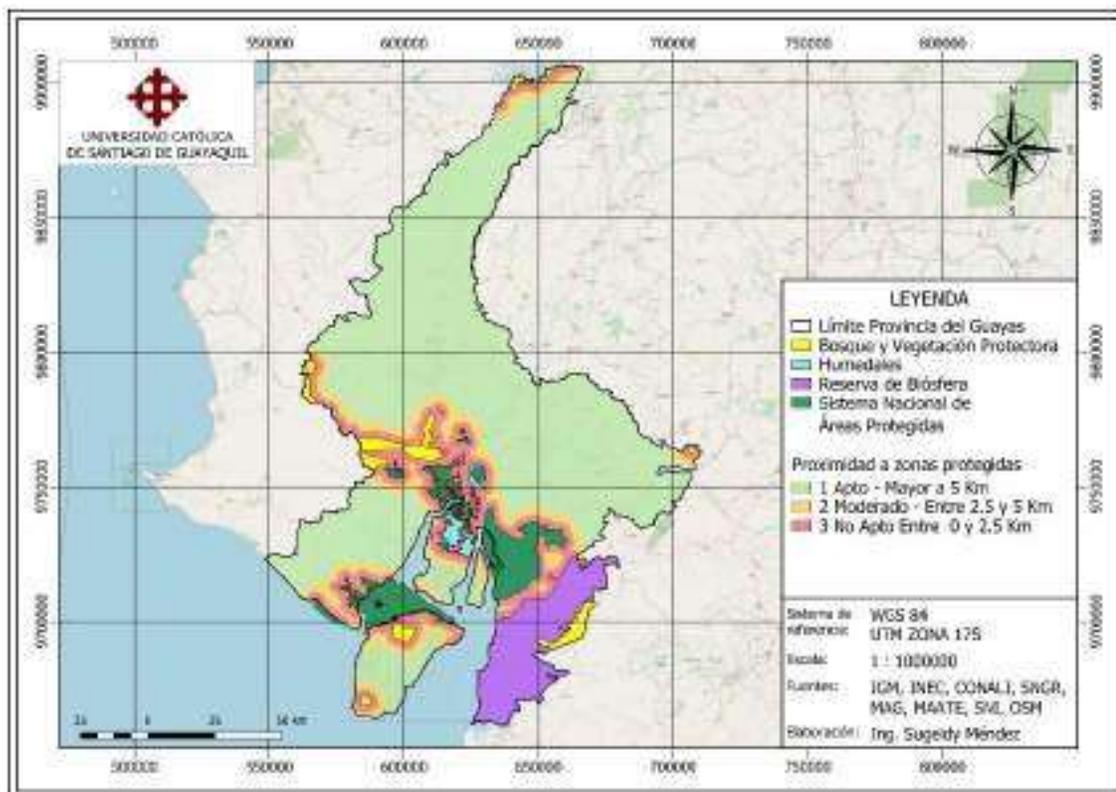
Este criterio considera la proximidad a áreas ambientalmente sensibles, tales como Bosque y Vegetación Protectora, Reserva de Biósfera, Sistema Natural de Áreas Protegidas, Humedales. La ubicación de infraestructura logística cerca de estas áreas puede generar efectos negativos sobre los ecosistemas, además de enfrentar restricciones normativas y conflictos socioambientales. Por ello, se establece una clasificación de aptitud en función de la distancia a estos espacios:

**Tabla 11 Criterios para variable de Impacto ambiental**

| Escala | Proximidad  | Clasificación      |
|--------|-------------|--------------------|
| 1      | Mayor a 5Km | Apto               |
| 2      | 2.5 - 5Km   | Moderadamente Apto |
| 3      | 0 – 2.5 Km  | No Apto            |

En base a las capas de Bosque y Vegetación Protectora, Reserva de Biósfera y Sistema Natural de Áreas Protegidas se ha unificado en una sola capa como variable de Impacto ambiental, mediante la herramienta “Unir capas vectoriales”, posteriormente se continuó con el proceso establecido.

**Figura 8 Clasificación de proximidad a las zonas protegidas de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



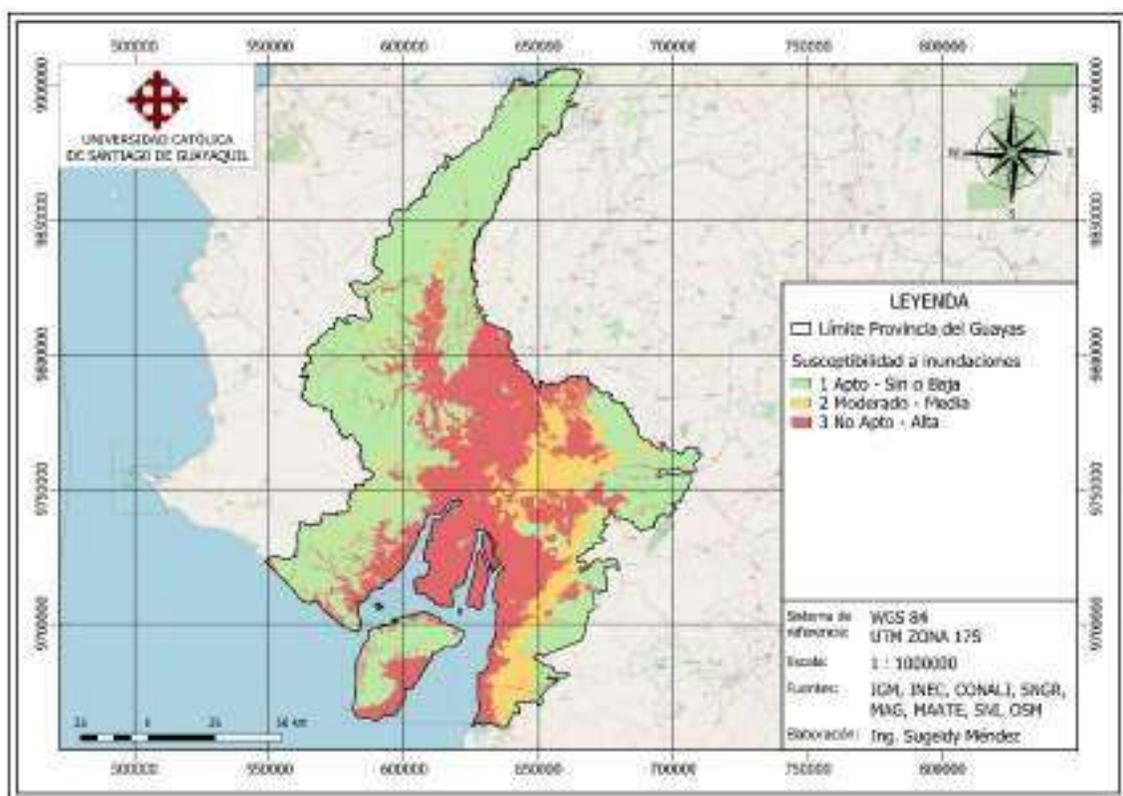
### 3.6.5 Susceptibilidad a inundaciones

Este criterio evalúa el nivel de exposición del terreno al riesgo de inundaciones, con base en información proveniente de estudios de amenazas naturales y mapas de riesgo oficiales. La ubicación de un centro logístico en zonas propensas a inundaciones representa un alto riesgo operativo y estructural, así como posibles afectaciones económicas y sociales en caso de eventos extremos. La variable original, de tipo discreta, se reclasificó en tres niveles de aptitud según el grado de susceptibilidad identificado:

**Tabla 12 Criterios para variable de Susceptibilidad a inundaciones**

| Escala | Susceptibilidad | Clasificación      |
|--------|-----------------|--------------------|
| 1      | Sin – Baja      | Apto               |
| 2      | Media           | Moderadamente Apto |
| 3      | Alta            | No Apto            |

**Figura 9 Clasificación de Susceptibilidad a inundaciones de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



### 3.6.6 Topografía

Como se declaró anteriormente, la pendiente del terreno es un factor determinante en la localización de infraestructuras logísticas, ya que influye directamente en los costos de construcción, estabilidad estructural, accesibilidad y seguridad operativa. Mientras mayor es la variación de elevaciones (pendientes altas) requiere mayor intervención económica y técnica para obras de estabilización y movimiento de tierra.

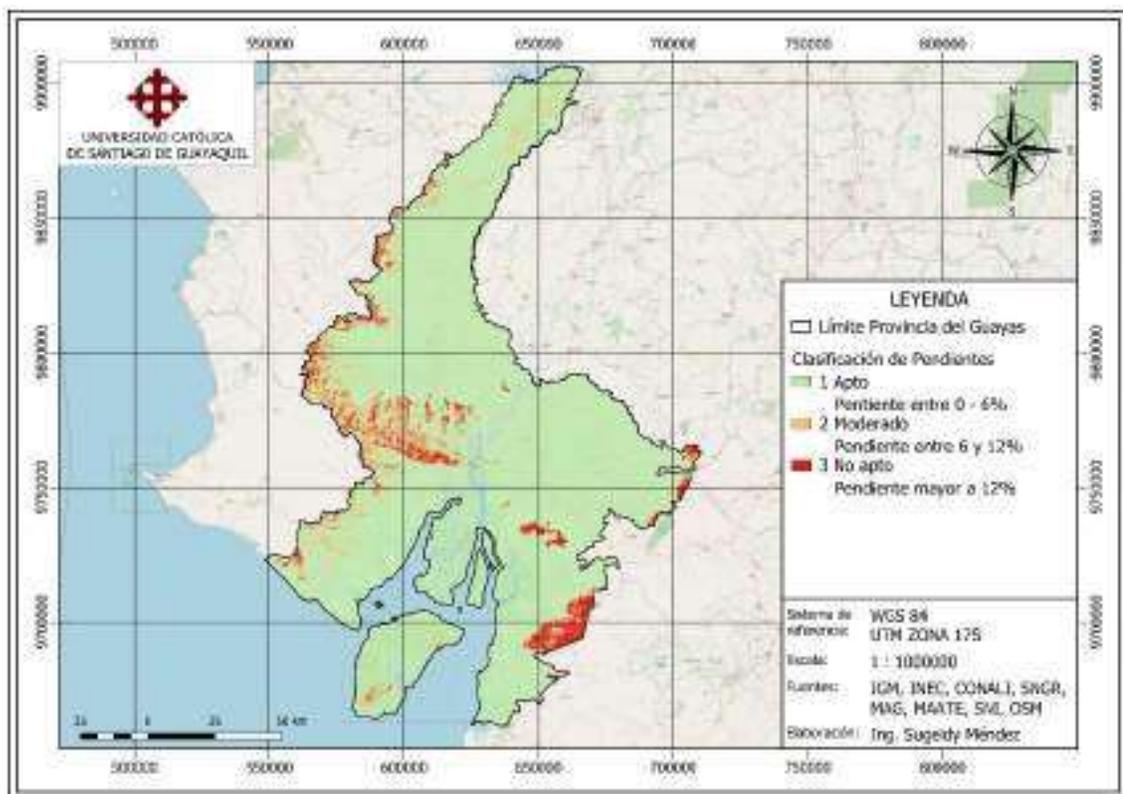
Según la clasificación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2013, p. 49) el terreno se clasifica de acuerdo a su pendiente como: **plano** con pendientes menores al 5%, **ondulado** con pendientes entre 6 y 12%, **montañoso** con pendientes entre el 13 y 40% y **escarpado** con pendientes mayores al 40%.

Para este análisis se utilizó el mapa de pendientes generado a partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) y se aplicó una reclasificación, considerando que lo ideal para la ubicación del centro logístico es ubicarse en zonas planas u onduladas, obteniendo la siguiente reclasificación

**Tabla 13 Criterios para variable de Susceptibilidad a inundaciones**

| Escala | Pendiente   | Clasificación      |
|--------|-------------|--------------------|
| 1      | 0-6%        | Apto               |
| 2      | 6-12%       | Moderadamente Apto |
| 3      | Mayor a 12% | No Apto            |

**Figura 10 Clasificación de pendientes de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS**



### 3.6.7 Uso de suelo

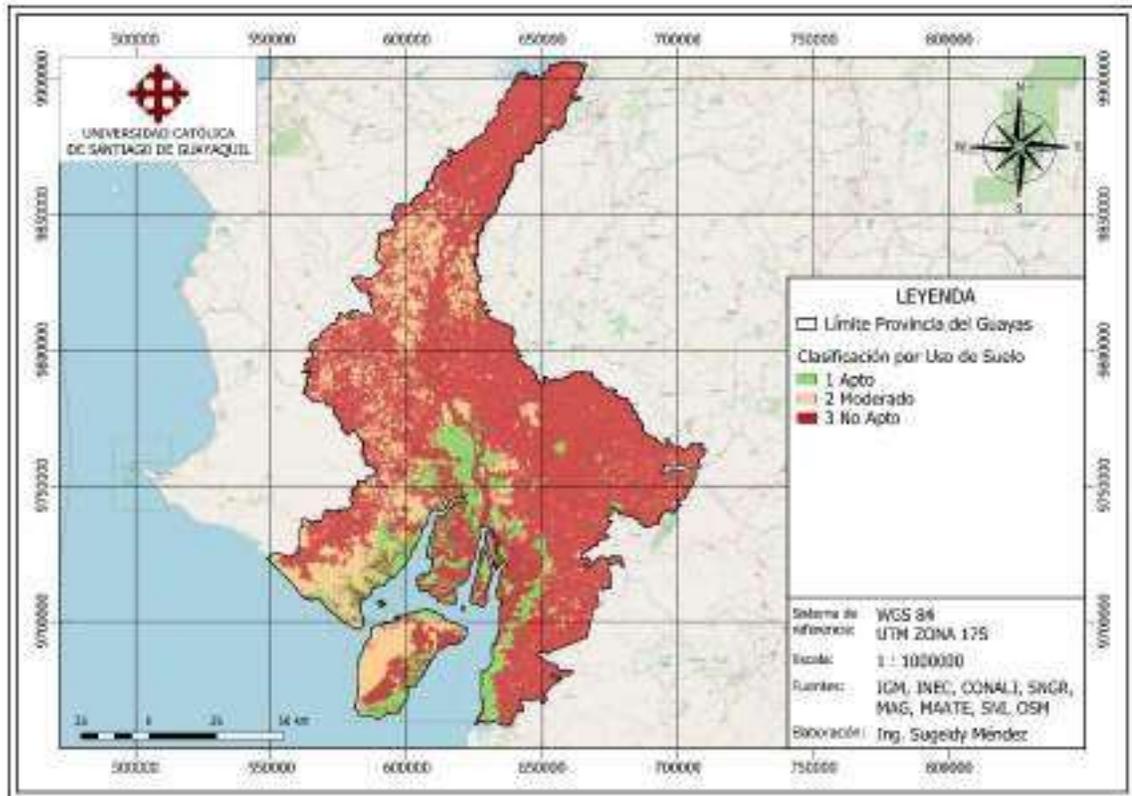
El uso del suelo es un criterio fundamental para evaluar la viabilidad territorial de un centro logístico, ya que permite identificar zonas con condiciones apropiadas según el grado de intervención antrópica y las restricciones legales o ambientales asociadas. Para este análisis se utilizó la clasificación de uso y cobertura del suelo oficial, considerando los niveles 1 y 3 para mayor precisión.

Se establecieron tres niveles de aptitud de acuerdo con el tipo de cobertura y su nivel de alteración:

**Tabla 14 Criterios para variable de Uso de Suelo**

| Esca | Clasificación      | Nivel 1                      | Nivel 3   |       |
|------|--------------------|------------------------------|---|-------|
| 1    | Apto               | Zona antrópica               | Campamento empresarial<br>Centro poblado<br>Complejo industrial |       |
| 2    | Moderadamente Apto | Tierra arbustiva y herbácea  | Medianamente y muy alterado                                     |       |
|      |                    | Medianamente y muy alterado  |   |       |
|      |                    | Cuerpo de agua               |   | Todos |
|      |                    | Información no disponible    |   | Todos |
| 3    | No Apto            | Tierra agropecuaria          | Todos   |       |
|      |                    | Tierra forestal              | Todos   |       |
|      |                    | Tierra arbustiva y herbácea  | Poco o sin alteración   |       |
|      |                    | Tierra sin cobertura vegetal | Todos   |       |
|      |                    | Zona antrópica               | Excepto los considerados aptos                                  |       |

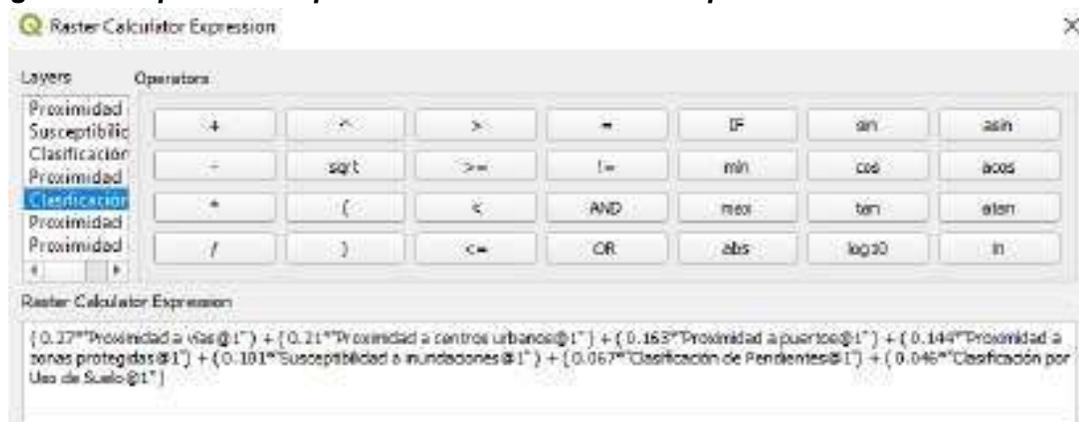
**Figura 11** Clasificación de uso de suelo de acuerdo a los criterios establecidos software QGIS



### 3.6.8 Análisis multicriterio

Se aplicó una suma ponderada de los criterios utilizando la calculadora raster de QGIS, combinando las capas normalizadas y los pesos obtenidos del AHP.

**Figura 12** Expresión de pesos en calculadora ráster para AMC software QGIS





A fin de determinar con mayor claridad las zonas aptas para la ubicación del centro logístico y facilitar la interpretación del mapa, se realizó una reclasificación binaria del resultado anterior:

- **Apto:** Zonas con valor entre 1 y 2. Se considera que cumplen satisfactoriamente con los criterios técnicos, ambientales y de accesibilidad establecidos.
- **No apto:** Zonas con valor entre 2 y 3. Se considera que no cumplen los criterios establecidos.

El resultado de esta reclasificación es un mapa binario de aptitud logística, que separa claramente las zonas viables de las zonas no recomendadas, partir de esta clasificación se trabajará la selección áreas candidatas y la validación.

El mapa binario resultante fue convertido a formato vectorial mediante la herramienta *“Poligonizar (ráster a vectorial)”*. Posteriormente, se utilizó la Calculadora de campos para calcular el área de cada polígono. Con el fin de cumplir con el criterio mínimo de tamaño, se descartaron aquellos polígonos cuya superficie fuera menor a 50.000 m<sup>2</sup> (equivalente a 5 hectáreas).

Con el fin de incorporar consideraciones de seguridad en la selección final, se utilizó el registro denominado *“Delitos de mayor connotación psicosocial”* elaborado por el Estadísticas de Seguridad Integral: Delitos de mayor connotación psicosocial (2025). Este conjunto de datos contiene los delitos denunciados ante la fiscalía a nivel de cantón, clasificados en las siguientes categorías:

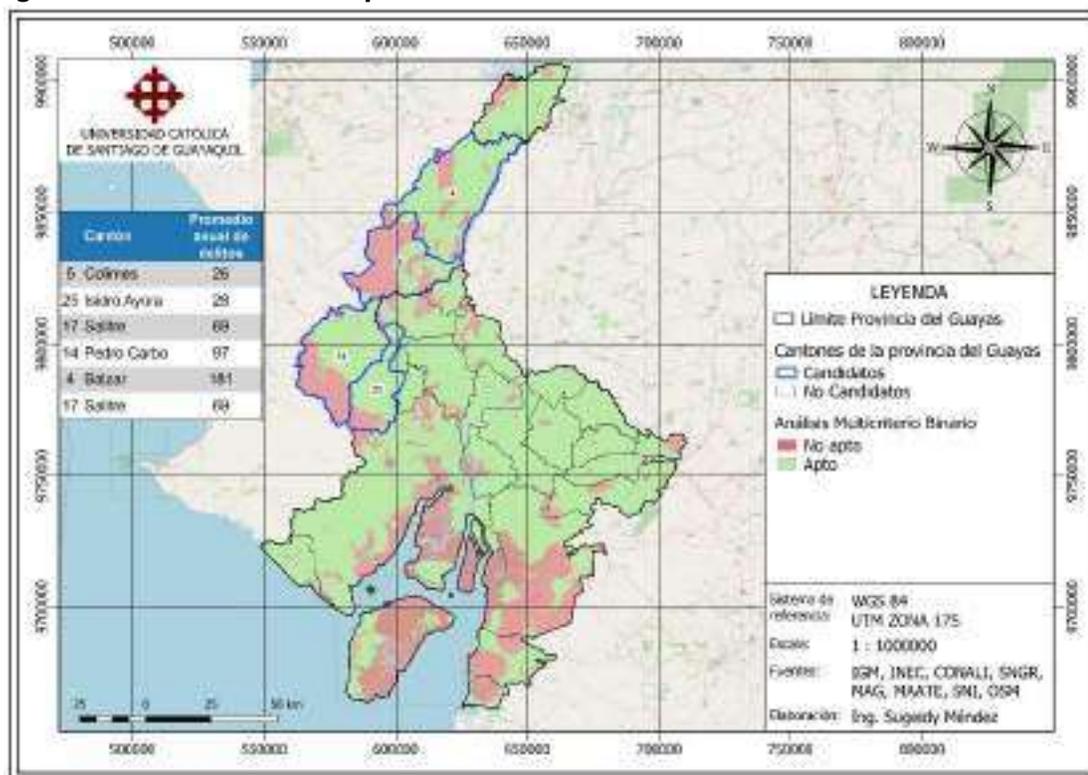
- Homicidio intencional
- Femicidio
- Robo a personas
- Robo de autopartes
- Robo de motos
- Robo de carros
- Robo a domicilios
- Robo a unidades económicas

Para evaluar el nivel de seguridad relativa en los cantones con mayor superficie clasificada como “Apta”, se calculó el promedio anual de denuncias registradas durante los últimos cinco años, Anexo 4. El análisis consideró la densidad de delitos, definida como el número total de delitos dividido entre la superficie total del cantón. Posteriormente, se realizó una discriminación considerando únicamente aquellos cantones con mayor área apta continua, en lugar del área apta total, con el objetivo de priorizar superficies que permitan una posible expansión a mediano plazo sin restricciones significativas. En el Anexo 5 se presenta la tabla con los resultados del análisis.

**Tabla 15 Cantones candidatos de acuerdo al nivel de seguridad y aptitud**

| Cantón de ocurrencia | Superficie del cantón (has) | Promedio anual de delitos | Densidad de delitos | Área apta continua (has) |
|----------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|
| Balzar               | 117,683.4                   | 181                       | 0.15%               | 93,070.9                 |
| Pedro Carbo          | 94,116.2                    | 97                        | 0.10%               | 55,700.3                 |
| Isidro Ayora         | 49,213.2                    | 28                        | 0.06%               | 38,280.4                 |
| Salitre              | 39,341.0                    | 69                        | 0.18%               | 32,441.7                 |
| Colimes              | 75,775.7                    | 26                        | 0.03%               | 28,093.4                 |

**Figura 15 Zonificación de aptitud territorial software QGIS**



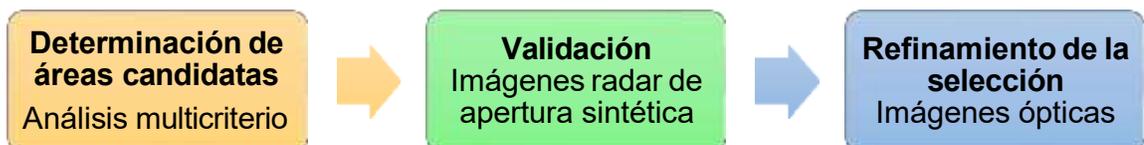
### 3.7 Determinación de la ubicación del centro logístico regional

Una vez obtenidas las zonas candidatas a partir del análisis multicriterio espacial, se procedió a realizar un proceso de validación y refinamiento con el fin de determinar con mayor precisión la ubicación óptima para el centro logístico regional. Para ello, se implementó una evaluación en dos etapas complementarias, utilizando imágenes satelitales gratuitas del programa europeo Copernicus de la European Space Agency [ESA] .

En la primera etapa, se emplearon **imágenes SAR (Radar de Apertura Sintética)**, que, gracias a su capacidad para penetrar nubes y captar información estructural del terreno, permitieron validar las condiciones de los cantones candidatos en cuanto a textura superficial y posibles interferencias físicas.

En la segunda etapa, se refinó la selección, mediante la utilización **de imágenes ópticas** del cantón seleccionado, analizando las condiciones del entorno y la cobertura vegetal mediante la aplicación del índice **NDVI**. Obteniendo de esta forma una evaluación más robusta y ajustada a las condiciones del terreno.

**Figura 16 Esquema de determinación de ubicación óptima del centro logístico regional.**



#### 3.7.1 Validación inicial por clasificación no supervisada de imágenes SAR

Considerando la alta recurrencia de nubosidad en la región de estudio, especialmente durante los meses húmedos, se optó por realizar una validación inicial utilizando imágenes de radar de apertura sintética (SAR), ya que estas proporcionan información sobre la estructura superficial mediante la medición de la energía retrodispersada, independiente de las condiciones de iluminación y cobertura nubosa, característica particularmente útil en zonas tropicales como el litoral ecuatoriano.

Los insumos a utilizar provienen de imágenes del satélite Sentinel 1 en nivel de procesamiento 1 *Ground Range Detected* (GRD) de alta resolución, en el modo de adquisición *Interferometric Wide Swath* IW ya que poseen una alta resolución y cobertura homogénea en toda la imagen, con polarización VV (antena de transmisión y recepción orientadas verticalmente) y polarización VH (antena de transmisión vertical y antena de recepción horizontal).

Las bandas VV y VH aportan información complementaria valiosa en la discriminación de coberturas, como explica Instituto Geográfico Nacional en el fascículo “Fundamentos de teledetección radar”, la banda VV proporciona mayor respuesta sobre superficies planas y húmedas, como cuerpos de agua o suelos desnudos, el agua, al ser una superficie especular, refleja la señal fuera del sensor y se presenta con valores bajos de retrodispersión (entre -20 y -30 dB), lo que permite su clara, mientras que la banda VH es sensible a dispersores volumétricos como la vegetación o estructuras artificiales. Es especialmente útil para diferenciar entre vegetación baja y densa, así como para destacar áreas urbanas por su compleja geometría que genera alta retrodispersión.

Como explica Ban et al. (2015), el uso de ambas bandas mejora la separación de firmas espectrales entre clases, obteniendo una mayor precisión en la clasificación no supervisada.

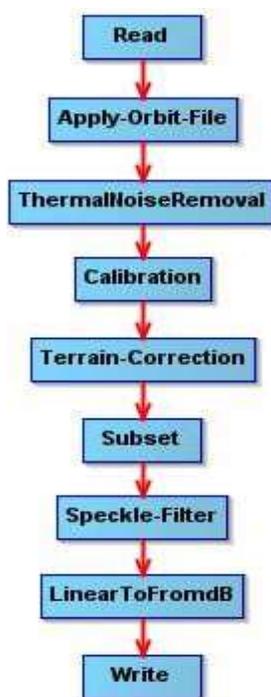
Para el análisis se utilizaron cuatro imágenes SAR obtenidas entre mayo y junio del 2025, de forma que se obtenga una cobertura total y actualizada del área de la Provincia del Guayas.

El preprocesamiento de las imágenes se llevó a cabo en el software SNAP (Sentinel Application Platform) versión 11.0.0 de ESA (2023), siguiendo un flujo de trabajo sistematizado mediante el uso del Graph Builder (ESA, s. f.) y ejecución en modo batch, siguiendo el video tutorial de MasterGIS (2022), para optimizar la eficiencia. El esquema de preprocesamiento se detalla a continuación:

- **Corrección orbital (Apply-Orbit-File):** Aplica archivos de órbita precisos para mejorar la geolocalización.
- **Eliminación de ruido térmico (ThermalNoiseRemoval):** Limpia la señal del radar eliminando el ruido térmico del sensor.

- **Calibración radiométrica (Calibration):** Transforma los valores de intensidad de retrodispersión en valores sigma nought, permitiendo su análisis cuantitativo.
- **Corrección geométrica (Terrain Correction):** Ajusta la distorsión del terreno mediante una corrección ortométrica.
- **Recorte del área de estudio (Subset):** Delimita la provincia del Guayas como área de interés para facilitar el análisis espacial.
- **Filtrado de moteado (Speckle Filter):** Aplica un filtro de tipo Lee para reducir el ruido speckle (sal y pimienta) característico de los datos SAR.
- **Conversión a decibeles (LinearToFromdB):** Para facilitar el análisis, se convirtieron los valores a escala logarítmica.

**Figura 17 Herramienta Graph Builder para preprocesamiento de imágenes SAR en software SNAP**



Una vez finalizado el preprocesamiento, se exportaron los productos a formato Geo TIFF y se integraron mediante mosaico en QGIS, asegurando una cobertura continua y homogénea del área de estudio, se aplicó también la herramienta “Cortar ráster por capa de máscara” con el polígono de la provincia del Guayas. Dentro del entorno QGIS, utilizando el complemento Semi-Automatic Classification Plugin (SCP) (Congedo, 2021), se aplicó una clasificación no

supervisada, empleando el algoritmo k-means, como sugiere Sinaga & Yang (2020), con un número de 15 clases. Esta cantidad se determinó de manera empírica, ya que valores inferiores no permitían una separación efectiva de clases espectralmente similares. En particular, zonas como la represa de Chongón o áreas de camaroneras, que son cuerpos de agua, presentaban niveles de retro dispersión en torno a  $-14$  dB, similares a los de suelos desnudos, dificultando su correcta identificación con un menor número de clases.

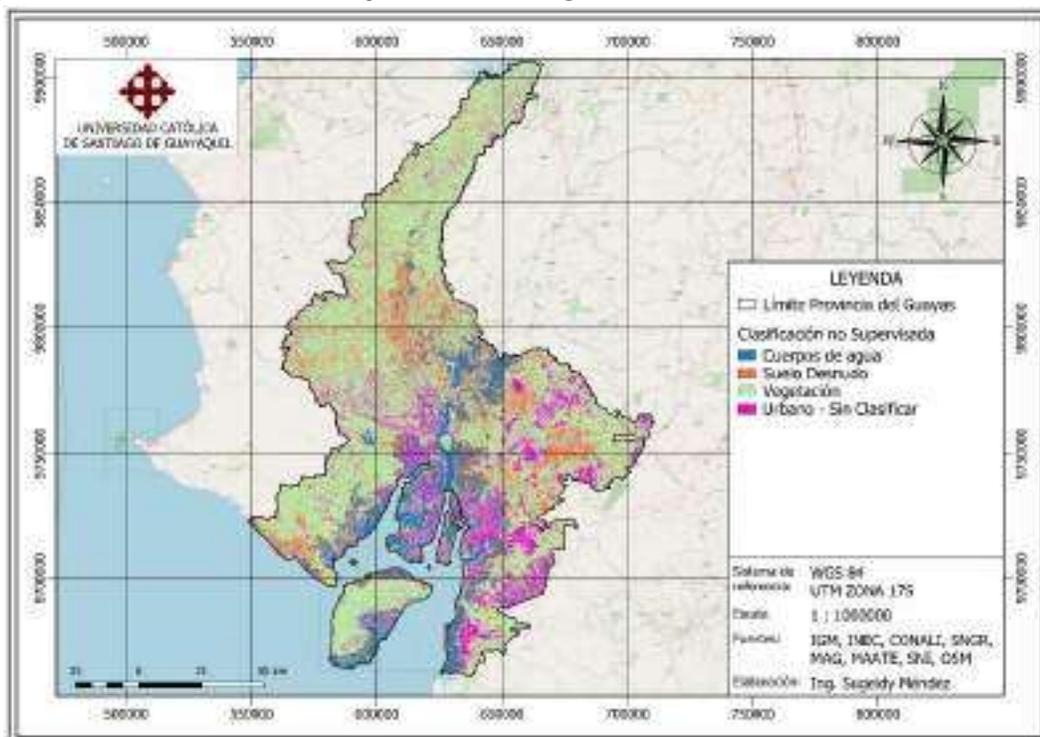
Debido a estas condiciones, no fue viable aplicar umbrales de retrodispersión fijos (por ejemplo, valores menores a  $-17$  dB para agua) como se hace comúnmente en ambientes homogéneos. Las características locales de la provincia del Guayas —influenciadas por cuerpos de agua de baja profundidad, vegetación flotante, humedad superficial y prácticas acuícolas— alteraban los patrones esperados de retrodispersión, justificando el uso de una clasificación espectral basada en agrupamiento (k-means) como enfoque más adecuado.

**Figura 18 Esquema de procesamiento de imagen radar en software QGIS**

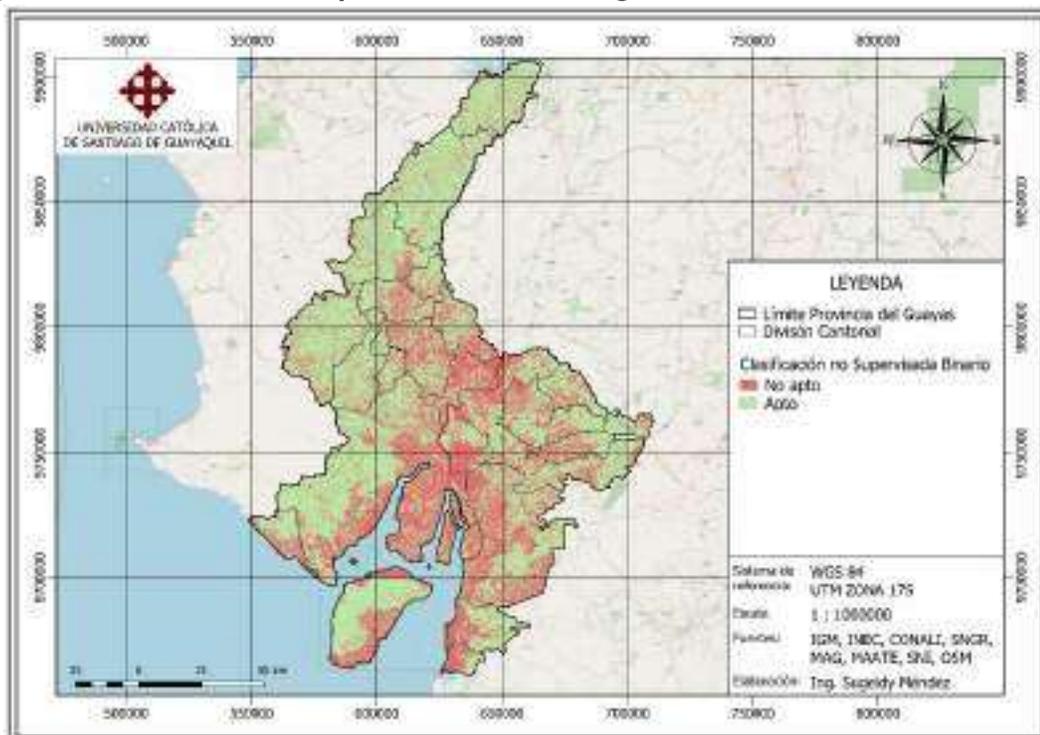


Siguiendo el esquema de la figura 18, las 15 clases fueron reclasificadas apoyándose en patrones espectrales y contraste con imágenes ópticas de referencia, y posteriormente se asignaron como aptas o no aptas, con el fin de validar las zonas determinadas por el análisis multicriterio.

**Figura 19 Clasificación no supervisada imagen SAR software QGIS**

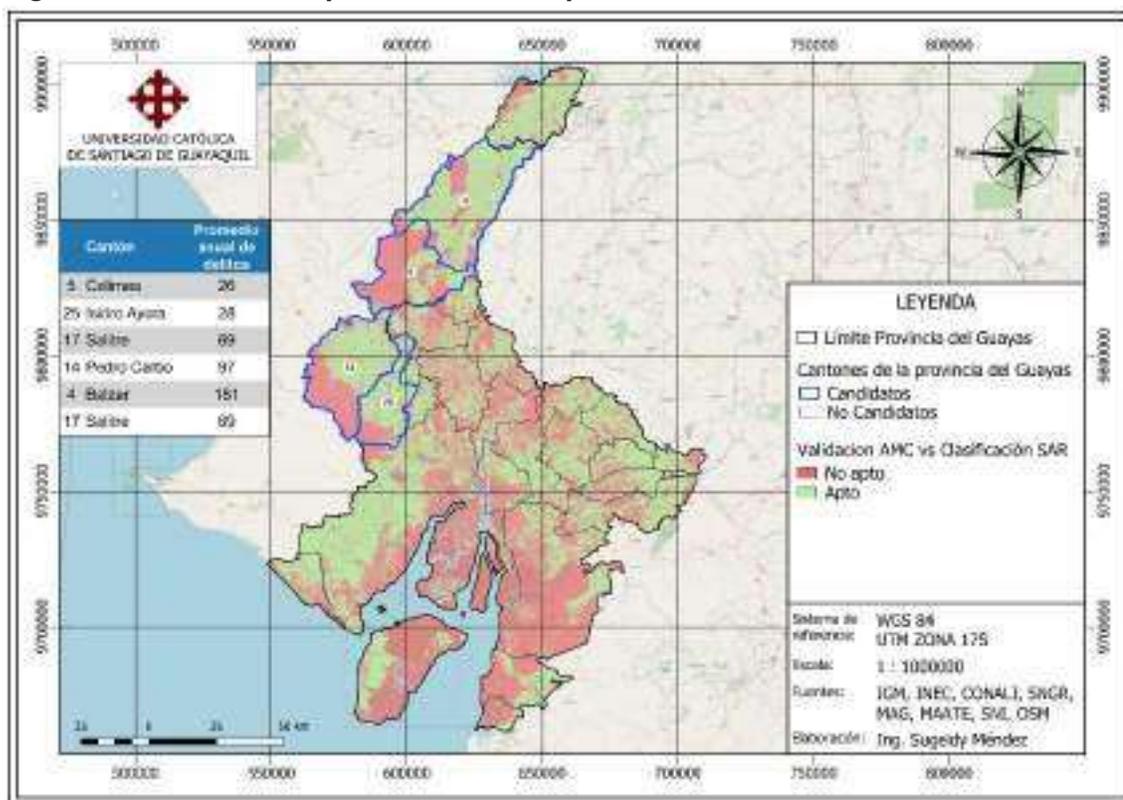


**Figura 20 Zonificación de aptitud territorial Imágenes SAR software QGIS**



Finalmente, esta capa binaria fue integrada con los resultados del análisis multicriterio (AMC) mediante la herramienta “Calculadora Raster” de QGIS. Se calculó un promedio entre ambas capas binarias, lo que permitió obtener una validación cruzada espacial de las zonas potencialmente adecuadas, reforzando la solidez y confiabilidad del resultado final.

**Figura 21 Validación espacial de zonas aptas software QGIS**



Como se puede observar en los resultados del proceso de validación, considerando tanto el **nivel de seguridad** como la **superficie clasificada como apta**, la selección de ubicaciones se ha reducido a **dos zonas candidatas**

1. Cantón Isidro Ayora
2. Cantón Pedro Carbo

No obstante, se ha determinado que la **ubicación final óptima** corresponde al **cantón Isidro Ayora**, ya que presenta **condiciones de seguridad superiores** en comparación con Pedro Carbo, lo cual refuerza su idoneidad para el emplazamiento del centro logístico regional.

### 3.7.2 Refinamiento de ubicación del centro logístico mediante imágenes ópticas

Con el fin de refinar la selección final del área óptima para la localización del centro logístico regional, se realizó un análisis de cobertura vegetal mediante el índice NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada), utilizando imágenes ópticas Sentinel-2 nivel L2A (corregidas atmosféricamente), obtenidas a través de la plataforma Copernicus para la zona de interés correspondiente al cantón **Isidro Ayora**.

Para este análisis, se seleccionaron imágenes con nubosidad menor al 30% correspondientes al **mes de agosto de 2024**, elegido por presentar condiciones climáticas favorables que permiten una mejor interpretación satelital:

- **Menor nubosidad relativa**, en comparación con los meses de invierno (enero–abril) y transición (mayo, octubre).
- **Estabilidad climática**, propia de la estación seca, con menos lluvias y cielos despejados.
- **Mayor visibilidad de áreas urbanas y suelo desnudo**, debido a la ligera reducción de la cobertura vegetal.
- **Mayor disponibilidad de imágenes ópticas útiles** y de buena calidad.

**Figura 22 Bandas de productos Sentinel 2 con nivel de procesamiento L2A**

|  |
|--|
| <b>4 bandas a 10 metros de resolución</b>  |
| B2 (Azul): 490 nm<br>B3 (Verde): 560 nm<br>B4 (Rojo): 665 nm<br>B8 (Infrarrojo Cercano - NIR): 842 nm  |
| <b>5 bandas a 20 metros de resolución</b>  |
| B5 (Borde Rojo 1): 705 nm<br>B6 (Borde Rojo 2): 740 nm<br>B7 (Borde Rojo 3): 783 nm<br>B8A (NIR Estrecho): 865 nm<br>B11 (Infrarrojo de Onda Corta - SWIR 1): 1610 nm<br>B12 (Infrarrojo de Onda Corta - SWIR 2): 2190 nm                            |
| <b>3 bandas a 60 metros de resolución</b>  |
| B1 (Costal Aerosol): 443 nm (principalmente para corrección atmosférica y estudios costeros)<br>B9 (Vapor de Agua): 945 nm (para estimación del contenido de vapor de agua atmosférico)<br>B10 (Cirrus): 1375 nm (detección de nubes cirro delgadas) |

**Fuente: Tomado de Méndez (2025) elaborado a partir de Sentinelhub**

Las imágenes Sentinel-2 L2A utilizadas contienen un conjunto de bandas espectrales con resoluciones espaciales de 10, 20 y 60 metros, así como bandas adicionales de enmascaramiento para nubes, sombras y nieve.

Para identificar y evaluar la cobertura vegetal, se empleó el **NDVI**, que permite determinar el vigor y densidad de la vegetación mediante la fórmula:

$$NDVI = \frac{Banda\ 8 - Banda\ 4}{Banda\ 8 + Banda\ 4}$$

Donde:

Banda 8 corresponde al infrarrojo cercano (NIR)  
Banda 4 al rojo (Red).

Se utilizaron dos imágenes Sentinel-2 que cubren completamente el área de estudio. Estas fueron procesadas en el entorno SNAP mediante el uso del Graph Builder y ejecución en modo batch. El preprocesamiento consistió en tres etapas:

- **Recorte del área de estudio** utilizando coordenadas geográficas.
- **Remuestreo de bandas** a una resolución espacial común de 10 metros, tomando como referencia la Banda 2.
- **Algebra de bandas:** Cálculo del NDVI, aplicando máscaras para eliminar del cálculo las áreas con nubes y sombras de nubes que alteran los resultados.

**Figura 23 Herramienta Graph Builder para preprocesamiento y algebra de mapas en software SNAP**

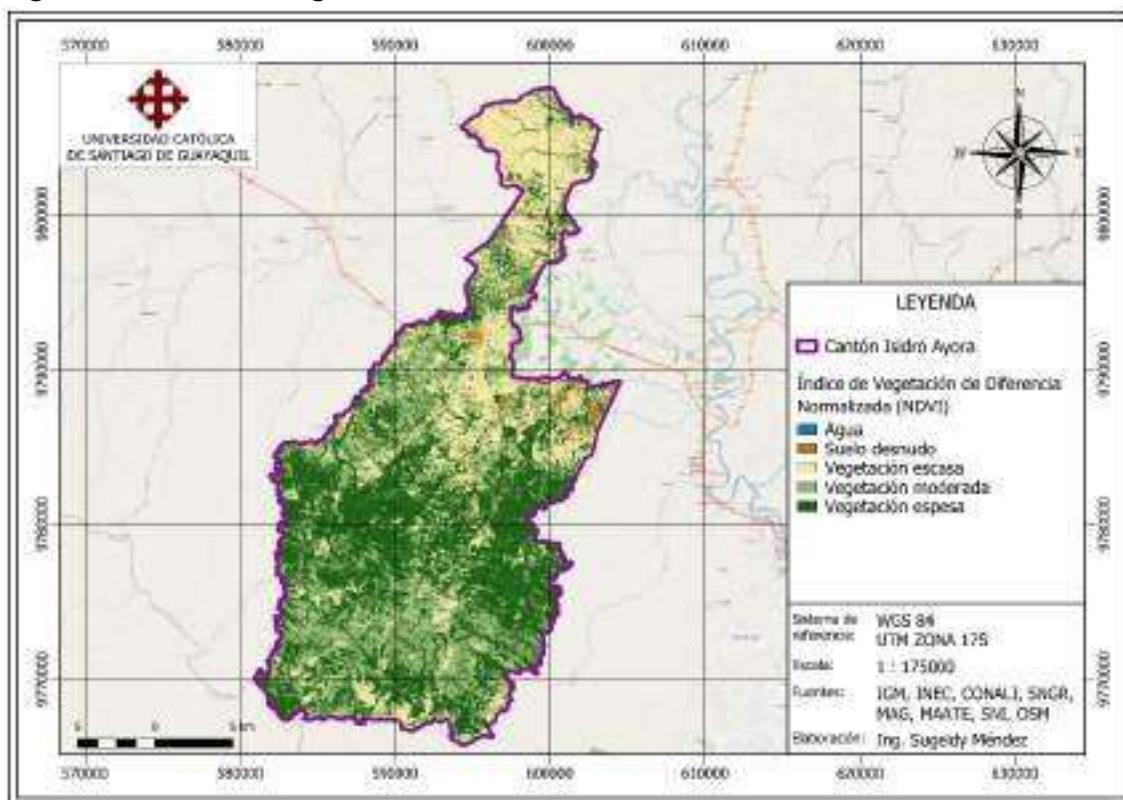


Una vez generado el ráster NDVI en el entorno SNAP, se exportó en formato Geo TIFF y fue integrado en QGIS para su análisis. El valor del NDVI fue clasificado en cinco clases para interpretación visual:

**Tabla 16 Reclasificación para índice NDVI**

| Escala          | NDVI                |
|-----------------|---------------------|
| Menor a 0       | Agua                |
| Entre 0 y 0.2   | Suelo desnudo       |
| Entre 0.2 y 0.4 | Vegetación escasa   |
| Entre 0.4 y 0.6 | Vegetación moderada |
| Mayor a 0.6     | Vegetación espesa   |

**Figura 24 Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada Software QGIS**



Luego fue reclasificado a una capa binaria para integrarlo al proceso de validación final. La reclasificación binaria se definió con base en los siguientes umbrales:

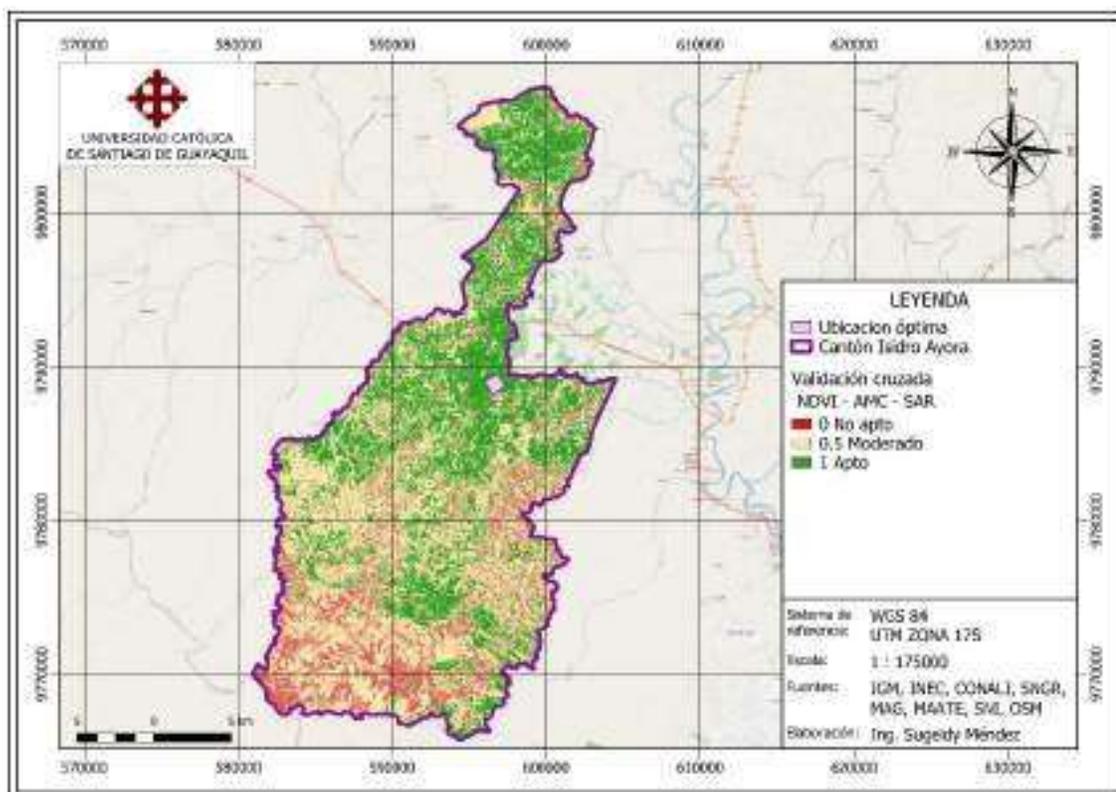
- $NDVI \leq 0$       **No apto:** cuerpos de agua, suelo desnudo húmedo
- $0.1 < NDVI \leq 0.3$       **Apto:** suelo sin cobertura densa
- $NDVI > 0.3$       **No apto:** vegetación densa o cultivo establecido

Posteriormente, esta capa binaria del NDVI fue integrada con la capa de validación previa resultante del cruce entre el análisis multicriterio y la clasificación radar SAR. Para ello, se utilizó la herramienta “*Calculadora Raster*” de QGIS, aplicando una operación de promedio simple entre ambas capas binarias. Esta operación permitió obtener una nueva capa de validación cruzada, donde:

- Promedio 1: zona validada por ambas fuentes (SAR-AMC y NDVI)
- Promedio 0.5: zona validada solo por una fuente
- Promedio 0: zona descartada por ambas fuentes

De esta forma, se obtuvo una delimitación más precisa y fiable del área apta definitiva, al integrar múltiples fuentes de datos satelitales con diferentes principios físicos de observación. Este enfoque combinado refuerza la solidez técnica del sitio propuesto, al haber superado filtros sucesivos basados en criterios estructurales (SAR), funcionales (AMC) y biofísicos (NDVI).

**Figura 25 Ubicación del centro logístico regional Software QGIS**



## 4 Resultados

### 4.1 Resultados del Análisis Multicriterio Espacial (AMC)

El análisis multicriterio espacial permitió integrar de forma ponderada **siete criterios clave** que inciden directamente en la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas. Estos criterios, definidos con base en factores técnicos, territoriales y ambientales, fueron los siguientes:

1. Accesibilidad vial
2. Proximidad a zonas urbanas
3. Cercanía a puertos
4. Impacto ambiental (áreas protegidas y zonas ecológicamente sensibles)
5. Susceptibilidad a inundaciones
6. Pendiente del terreno
7. Uso del suelo

La asignación de pesos relativos se realizó mediante el método **AHP (Analytic Hierarchy Process)**, y se verificó la **consistencia de la matriz de comparación** obteniendo un **índice CR < 0.1**, lo cual garantiza la validez del modelo de ponderación utilizado. Como resultado, y tal como se muestra en el “**Mapa de idoneidad logística – Análisis Multicriterio Espacial**” (ver anexo 6), la superposición de las capas normalizadas y ponderadas generó un **mapa continuo de aptitud territorial**, donde cada celda refleja el nivel de idoneidad del terreno para albergar infraestructura logística, en función de los criterios establecidos.

### 4.2 Zonas candidatas a partir del AMC

A partir del mapa de idoneidad generado, se aplicó un umbral de selección para extraer exclusivamente aquellas zonas clasificadas como “altamente aptas” y “aptas”. Estas áreas fueron vectorizadas para su análisis espacial y depuradas mediante criterios técnicos adicionales: se descartaron polígonos con superficies inferiores a **50.000 m<sup>2</sup>** o con geometría discontinua, priorizando así sitios viables desde el punto de vista logístico.

Adicionalmente, se incorporó un criterio de **seguridad territorial**, considerando la incidencia delictiva a nivel cantonal como un factor restrictivo en la selección

final. Como resultado de este proceso, se definieron **cinco zonas candidatas principales** para la localización del centro logístico regional: Balzar, Pedro Carbo, Isidro Ayora, Salitre y Colimes, por presentar una alta aptitud en cuanto a los criterios evaluados.

### **4.3 Validación inicial con imágenes SAR**

Para validar las zonas candidatas obtenidas del AMC, se utilizó información radar Sentinel-1 mediante clasificación no supervisada (k-means) de imágenes SAR preprocesadas (GRD, modo IW, polarizaciones VV y VH). Esta clasificación permitió identificar coberturas superficiales a partir de su firma de retrodispersión, siendo particularmente útil para discriminar cuerpos de agua, suelos desnudos y zonas urbanas.

Tras el análisis espectral y la posterior reclasificación de las clases resultantes, se generó una capa binaria donde las zonas con retrodispersión media a alta — asociadas a superficies estables y no inundadas— fueron consideradas aptas, mientras que aquellas con baja retrodispersión fueron clasificadas como no aptas. Esta capa fue integrada con el resultado del AMC mediante una operación de promedio espacial en QGIS, lo que permitió descartar áreas inestables o con alta humedad, generando como producto final el “**Mapa de validación cruzada AMC - SAR**” (ver anexo 6).

Como resultado de esta evaluación, se obtuvo que las áreas con mayor aptitud comprenden los cantones de Isidro Ayora y Pedro Carbo. Al contrastar este resultado con el criterio de nivel de seguridad, dado por la densidad de delitos por cantón, se seleccionó como área óptima al cantón Isidro Ayora por presentar condiciones más favorables.

### **4.4 Refinamiento con NDVI (imagen óptica Sentinel-2)**

Posteriormente, se aplicó un análisis del índice NDVI sobre el cantón seleccionado, utilizando imágenes ópticas Sentinel-2 del mes de agosto de 2024. El NDVI permitió evaluar la cobertura vegetal, identificando áreas cubiertas por vegetación densa o cuerpos de agua como no aptas para el desarrollo logístico.

El NDVI se reclasificó en una capa binaria con valores de **Apto** (suelo sin cobertura vegetal densa) y **No apto** (cuerpos de agua, suelo desnudo húmedo,

vegetación densa o cultivo establecido). Mediante una operación de promedio se integró este resultado con el análisis anterior (SAR vs AMC), se aplicó una operación de promedio entre ambas capas, obteniendo como resultado una validación cruzada, que permite reforzar la selección de la ubicación final, dando prioridad a zonas de baja cobertura vegetal.

#### **4.5 Determinación final de la ubicación**

Como resultado de la integración de los análisis provenientes del modelo multicriterio (AMC), la clasificación no supervisada de imágenes SAR y el análisis del índice NDVI, se determinó que la zona con **mejores condiciones técnicas y geográficas** se localiza en el **noreste del cantón Isidro Ayora**. Esta área destaca por cumplir de manera integral con los criterios establecidos para la localización óptima de un centro logístico, al presentar las siguientes características:

- **Baja pendiente del terreno**, lo cual facilita la construcción y operación de infraestructura.
- **Alta accesibilidad vial**, con presencia de rutas primarias y secundarias.
- **Proximidad relativa a puertos y centros urbanos**, favoreciendo la conectividad regional.
- **Ausencia de áreas protegidas y baja susceptibilidad a inundaciones**, reduciendo riesgos ambientales y normativos.
- **Cobertura libre de vegetación densa**, verificada mediante análisis radar (SAR) y óptico (NDVI), lo que indica disponibilidad de suelo intervenido o con bajo impacto ecológico.

A partir de estos resultados, se generaron los siguientes productos cartográficos, los cuales se presentan en el anexo 6 del presente documento:

- Mapa de ubicación general
- Mapa de análisis de accesibilidad
- Mapa de riesgos ambientales
- Mapa de proximidad a zonas protegidas
- Mapa de idoneidad logística

## 5 Conclusiones

La aplicación del análisis multicriterio espacial (AMC) permitió demostrar que la integración estructurada de variables relevantes, mediante herramientas SIG y técnicas de ponderación como el AHP, es una metodología eficaz para abordar problemas complejos de localización territorial. Su valor radica en su capacidad de sintetizar información heterogénea en un modelo lógico y cuantificable.

La calidad y solidez de los resultados dependen de la selección adecuada de las variables y definición de los criterios de evaluación. En este estudio se seleccionaron siete variables en base al contexto regional y a los objetivos específicos. Es importante reconocer que la incorporación de otras variables podría modificar significativamente el resultado, por ejemplo, la incorporación de variables como el acceso a servicios básicos.

Del mismo modo, la ponderación asignada a cada criterio influye directamente en el resultado final. Aunque en este caso se aplicó una jerarquización fundamentada en criterios técnicos y bibliográficos, diferentes esquemas de ponderación —producto de otros enfoques expertos, prioridades institucionales o participativas— podrían conducir a una jerarquización distinta de zonas candidatas. Esto evidencia la flexibilidad, pero también la sensibilidad del modelo, lo cual debe ser considerado en futuros estudios.

Integrar imágenes satelitales permitió incrementar la robustez del modelo, ya que agrega las características biofísicas del terreno como un filtro adicional, de forma que aumenta la confiabilidad del resultado final, demostrando la utilidad de las imágenes SAR para evaluar estabilidad superficial, especialmente en áreas que se caracterizan por una alta nubosidad, y de las imágenes ópticas para determinar índices como el NDVI permitiendo caracterizar la cobertura vegetal.

La metodología seguida permitió analizar de forma progresiva el área de estudio, partiendo desde un nivel provincial, reduciendo el área a un nivel cantonal y refinando la selección final a una ubicación específica al noreste del cantón Isidro Ayora, demostrando la eficacia de los SIG y la teledetección para la toma estratégica de decisiones.

La disponibilidad, resolución y actualidad de los datos geospaciales utilizados condicionó la escala y el nivel de detalle del análisis. En este estudio se trabajó

a escala regional, dado que las fuentes empleadas (como Sentinel-1 y Sentinel-2) ofrecen información de resolución media adecuada para decisiones a nivel cantonal o provincial, siendo la escala del análisis final 1:50,000. No obstante, para estudios a escala local o parcelaria, sería necesario integrar datos de mayor resolución espacial y temática.

Finalmente, este proyecto evidenció que el uso de plataformas, herramientas y datos de acceso libre (como QGIS, SNAP y el programa Copernicus) permite desarrollar estudios técnicamente rigurosos sin requerir altos costos, lo cual representa una gran oportunidad para su aplicación en contextos académicos, institucionales o comunitarios.

## **6 Recomendaciones**

Se recomienda realizar estudios comparativos aplicando diferentes combinaciones de variables, criterios y esquemas de ponderación, con el fin de evaluar la sensibilidad del modelo y su impacto en la selección de zonas óptimas. Esto permitirá validar la consistencia del modelo y enriquecer la toma de decisiones espaciales en diferentes contextos.

Es recomendable validar los resultados en campo, a fin de comprobar lo observado por medios remotos, la validación puede realizarse mediante levantamiento GPS (verificación de pendientes y proximidad a vías), inspección visual de la cobertura y uso de suelo actual.

Es recomendable incorporar fotogrametría con drones, como forma complementaria de validación, obteniendo modelos digitales de terreno (MDT) y ortomosaicos de alta resolución que enriquecerían el análisis detallando las infraestructuras existentes, así como detalles que no son visibles en sensores satelitales con una menor resolución.

Es conveniente explorar el análisis multitemporal en estudios futuros, especialmente para evaluar la variabilidad estacional de variables clave como la cobertura vegetal y la dinámica hídrica, lo cual permitiría aumentar la robustez temporal del modelo y anticipar riesgos operativos asociados a fenómenos naturales.

Se sugiere considerar metodologías con la participación de expertos y actores locales que enriquezcan la ponderación de los criterios seleccionados, aportando un enfoque más completo.

Finalmente, desde el ámbito académico, se recomienda continuar promoviendo la aplicación de herramientas SIG, técnicas de teledetección y análisis multicriterio en problemas reales de planificación territorial. La integración de software libre, datos abiertos y validación técnica contribuye a generar soluciones eficientes, reproducibles y de alto valor para la toma de decisiones espaciales fundamentadas.

## 7 Referencias bibliográficas

- Abastecer Soluciones Logísticas. (2024, enero 2). *¿Qué es un Centro Logístico?* Abastecer Soluciones Logísticas. <https://abastecer.cl/que-es-un-centro-logistico/>
- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro* (E. Quintanar & D. Montaña, Eds.; 5ta ed.). Pearson Educación.
- Ban, Y., Jacob, A., & Gamba, P. (2015). Spaceborne SAR data for global urban mapping at 30 m resolution using a robust urban extractor. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 103, 28-37. <https://doi.org/10.1016/J.ISPRSJPRS.2014.08.004>
- Carver, S. J. (1991). Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, 5(3), 321-339. <https://doi.org/10.1080/02693799108927858>
- Congedo, L. (2021, agosto 27). *Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS*. The Journal of Open Source Software. <https://doi.org/10.21105/joss.03172>
- Directorio de Empresas de Transporte de Carga y Operadores Logísticos. (s. f.). *Puertos Internacionales en Ecuador*. Directorio de Carga. Recuperado 19 de mayo de 2025, de <https://directoriodecarga.com/puertos-internacionales/ecuador/>
- DSV Global Transport and Logistics. (s. f.). *Principales ciudades, puertos, aeropuertos y oficinas DSV en Ecuador*. DSV. Recuperado 19 de mayo de 2025, de <https://www.dsv.com/es-mx/sobre-dsv/latam/dsv-ecuador/ciudades-puertos-aeropuertos-mas-importantes-ecuador>
- Estadísticas de Seguridad Integral: Delitos de mayor connotación psicosocial. (2025). *Denuncias de delitos de mayor incidencia*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/justicia-y-crimen/>
- European Space Agency. (s. f.-a). *Copernicus Browser*. European Space Agency. Recuperado 31 de mayo de 2025, de <https://browser.dataspace.copernicus.eu/>
- European Space Agency. (s. f.-b). *Graph Builder*. European Space Agency. Recuperado 30 de mayo de 2025, de [https://step.esa.int/main/wp-content/help/versions/9.0.0/snap/org.esa.snap.snap.graph.builder/operators/graph\\_builder.html](https://step.esa.int/main/wp-content/help/versions/9.0.0/snap/org.esa.snap.snap.graph.builder/operators/graph_builder.html)
- European Space Agency. (2023). *SNAP (Sentinel Application Platform)*. European Space Agency. <https://step.esa.int/main/doc/tutorials/>

- Instituto Geográfico Militar. (s. f.). *IGM pionero en la generación de cartografía para el Ecuador*. Instituto Geográfico Militar. Recuperado 16 de mayo de 2025, de <http://www.geograficomilitar.gob.ec/igm-pionero-en-la-generacion-de-cartografia-para-el-ecuador/>
- Instituto Geográfico Nacional. (s. f.). *Fundamentos de teledetección radar*. Recuperado 24 de mayo de 2025, de [https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/actividades/OBS/Programa\\_Marco\\_Copernicus\\_User\\_Uptake/5\\_Fundamentos\\_de\\_teledeteccion\\_radar.pdf](https://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/actividades/OBS/Programa_Marco_Copernicus_User_Uptake/5_Fundamentos_de_teledeteccion_radar.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (s. f.). *GEOGRAFÍA ESTADÍSTICA*. Recuperado 15 de mayo de 2025, de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia\\_Estadistica/Micrositio\\_geoportal/index.html](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Geografia_Estadistica/Micrositio_geoportal/index.html)
- MasterGIS. (2022, enero 13). *Determinación de estado y mapeo de cultivos usando imágenes de RADAR [Broadcast]*. [https://www.youtube.com/live/4w\\_pcSyYYs0](https://www.youtube.com/live/4w_pcSyYYs0)
- Méndez, S. (2025). *CASO PRÁCTICO 1. ANÁLISIS DE FIRMAS ESPECTRALES DE DIFERENTES SUPERFICIES, A PARTIR DE IMÁGENES ÓPTICAS GRATUITAS*.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (s. f.). *Geoportal del Agro Ecuatoriano*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado 16 de mayo de 2025, de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica. (2021). *Zonas de protección, regeneración y recuperación ambiental*. Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica. <https://pdot.sni.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Zonas-de-proteccion-regeneracion-y-recuperacion-ambiental.rar>
- Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador. (2013). *Normas para Estudios y Diseño Vial (Vol. 2A)*.
- QGIS project. (2025, mayo 20). *Documentación para QGIS 3.34*. QGIS Documentation. <https://docs.qgis.org/3.34/es/docs/index.html>
- Ragás, I. (2012). *Centros Logísticos* (K. Juanico & R. Serra, Eds.; 1.<sup>a</sup> ed.). Marge Books. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=drYC0FYq2NsC&oi=fnd&pg=PA7&dq=centro+logistico&ots=kD0-crcEfk&sig=fo8Q\\_5rEz17HESlrRwVjuV4mHyl&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=drYC0FYq2NsC&oi=fnd&pg=PA7&dq=centro+logistico&ots=kD0-crcEfk&sig=fo8Q_5rEz17HESlrRwVjuV4mHyl&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Saaty, T. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Services Sciences*, 1, 83-98. <https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590>

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (s. f.). *DESCARGA DE ARCHIVOS GEOGRÁFICOS*. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. Recuperado 16 de mayo de 2025, de <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/>

Sentinelhub. (s. f.). *Sentinel-2 L2A*. Sentinelhub. Recuperado 19 de junio de 2025, de <https://docs.sentinel-hub.com/api/latest/data/sentinel-2-l2a/>

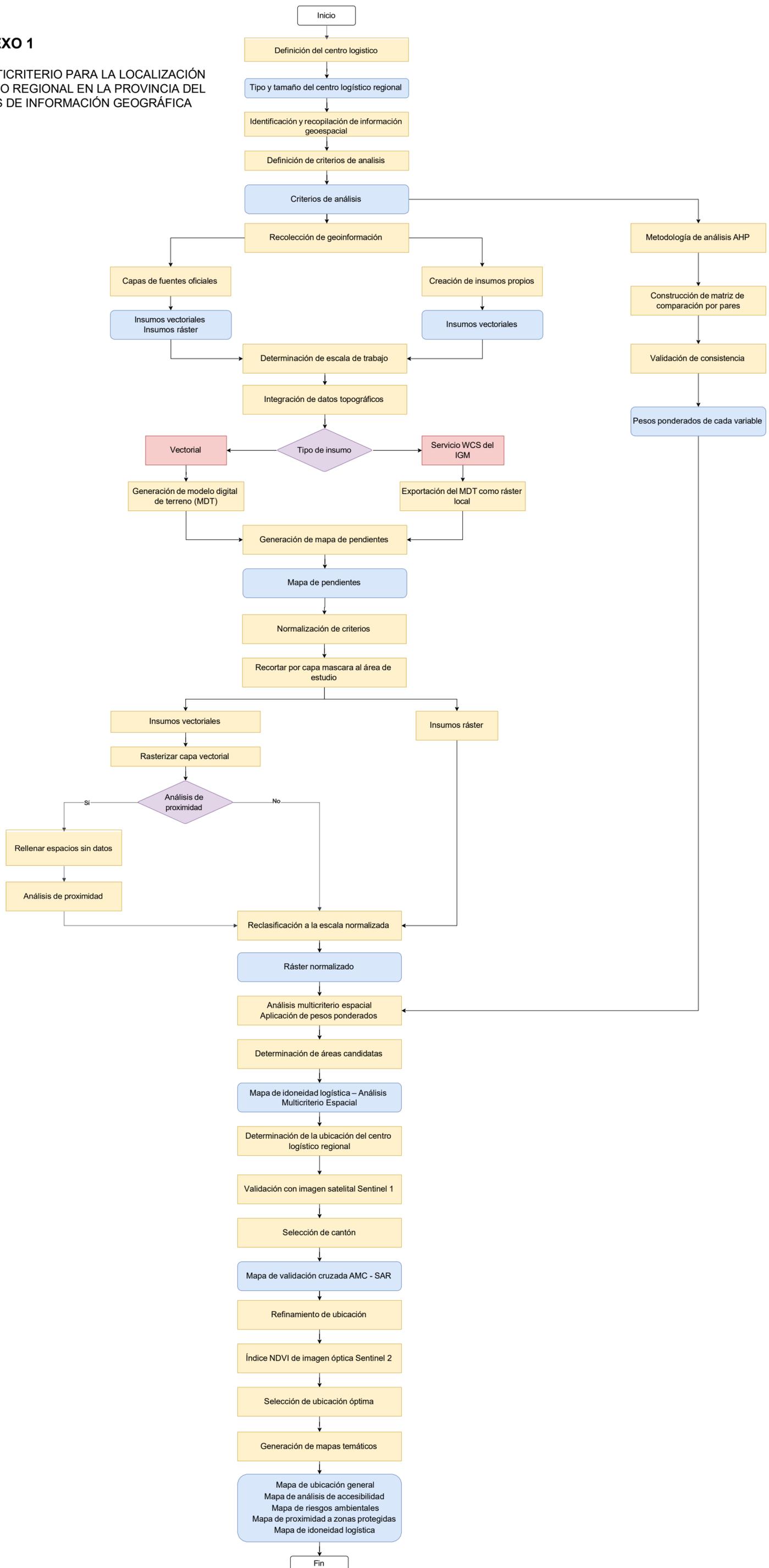
Sinaga, K. P., & Yang, M. S. (2020). Unsupervised K-means clustering algorithm. *IEEE Access*, 8, 80716-80727. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988796>

Sistema Nacional de Información. (s. f.). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial - Repositorio de Insumos Clave*. Sistema Nacional de Información. Recuperado 16 de mayo de 2025, de <https://pdot.sni.gob.ec/inicio/ric/>

## 8 Anexos

# ANEXO 1

## METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA LOCALIZACIÓN ÓPTIMA DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA



**ANEXO 2 CAPAS DE GEOINFORMACIÓN CONSULTADAS**

**1/4**

| Capa                                | Contenido  | Geometría             | Fuente | Año       | Escala | EPSG  | Atributo   | Descripción  | Campo a utilizar para el análisis |
|-------------------------------------|--|-----------------------|--------|-----------|--------|-------|------------|--|-----------------------------------|
| ORGANIZACIÓN TERRITORIAL PROVINCIAL | Límites políticos administrativos a nivel provincial | Polígono              | CONALI | 2022      | 50,000 | 32717 | DPA_PROVIN | Número de provincia                                |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESPRO | Nombre de la provincia                             | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DOA_ANIO   | Año de actualización                               |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
| ORGANIZACIÓN TERRITORIAL CANTONAL   | Límites políticos administrativos a nivel cantonal   | Polígono              | CONALI | 2022      | 50,000 | 32717 | DPA_CANTON | Número de canton                                   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESCAN | Nombre del canton                                  | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_PROVIN | Número de provincia                                | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESPRO | Nombre de la provincia                             | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DOA_ANIO   | Año de actualización                               |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
| ORGANIZACION TERRITORIAL PARROQUIAL | Límites políticos administrativos a nivel parroquial | Polígono              | CONALI | 2022      | 50,000 | 32717 | DPA_PARROQ | Número de parroquia                                |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESPAR | Nombre de parroquia                                | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_CANTON | Número de canton                                   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESCAN | Nombre del canton                                  | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_PROVIN | Número de provincia                                |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_DESPRO | Nombre de la provincia                             | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | DPA_ANIO   | Año de actualización                               |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
| Curva_nivel_I                       | Curvas de nivel                                      | Línea                 | IGM    | 2013      | 50,000 | 32717 | OBJECTID   | ID   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | descripcio | Descripción  |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | acc        | Código de Categoría de precisión horizontal        |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | acc_desc   | Descripción de la posición geográfica              |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | hqc        | Tipo de Representación Hipsográfica                |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | hqc_desc   | Descripción del tipo de curva                      |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | ela        | Categoría de Precisión de Elevación                |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | ela_desc   | Descripción de la precisión                        |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | crv        | Valor de Curva de Nivel de Elevación o Profundidad | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | txt        | Texto Asociado                                     |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | SHAPE_Leng | Longitud de la geometría                           |                                   |
| elevacion50k                        | MDT De Ecuador                                       | Ráster - Servicio WCS | IGM    | 2021      | 50,000 | 32717 | Banda 1    | Elevación  | <b>P</b>                          |
| v_hc002_reserva_biosfera_aPolygon   | Reserva de Biósfera                                  | Polígono              | MAATE  | 2021      | 50,000 | 32717 | codigo_de_ | Código de Reserva                                  |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | nombre     | Nombre   | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fecha_de_d | Año de actualización                               |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | area_super | Área   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | texto_asoc | -  |                                   |
| v_hc006_humedal Ramsar_aPolygon     | Humedales  | Polígono              | MAATE  | 1990-2012 | 50,000 | 32717 | codigo_de_ | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | codigo_ram | Código del Humedal                                 | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | nombre     | Nombre   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | escala     | Escala   | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | tipo_de_hu | Tipo de humedal                                    | <b>P</b>                          |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | fecha_de_d | Fecha de ingreso                                   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | area_super | Área   |                                   |
|                                     |  |                       |        |           |        |       | texto_asoc | Texto Asociado                                     |                                   |



ANEXO 2 CAPAS DE GEOINFORMACIÓN CONSULTADAS

| Capa                   | Contenido                    | Geometría | Fuente | Año       | Escala | EPGS  | Atributo   | Descripción  | Campo a utilizar para el análisis |
|------------------------|------------------------------|-----------|--------|-----------|--------|-------|------------|--|-----------------------------------|
| Vias_I                 | Infraestructura Vial         | Línea     | IGM    | 2013      | 50,000 | 32717 | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | descripcio | Descripción del sistema de transporte              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | acc        | Código de Categoría de precisión horizontal        |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | acc_desc   | Descripción de la posición geográfica              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | rst        | Tipo de Superficie de Carreteras                   |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | rst_desc   | Descripción de la composición de la vía            |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | typ        | Tipo de Vía Pública                                |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | typ_desc   | Descripción de la vía                              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | hct        | Clase de Vía                                       | P                                 |
|                        |                              |           |        |           |        |       | hct_desc   | Descripción de la vía                              | P                                 |
|                        |                              |           |        |           |        |       | wtc        | Restricción del Clima en la Carretera              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | wtc_desc   | Descripción de las condiciones de uso              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | loc        | Ubicación Vertical Relativa                        |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | loc_desc   | Descripción de la localización                     |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | ltn        | Contador de carriles                               |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | mes        | Presencia de Divisiones en Vías                    |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | mes_desc   | -  |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | tuc        | Uso de Transporte                                  |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | tuc_desc   | Descripción de la categoría                        |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | txt        | Texto Asociado                                     |                                   |
| SHAPE_Leng             | Longitud de vía              |           |        |           |        |       |            |  |                                   |
| SC_COBERTURA DE TIERRA | Cobertura y uso de la tierra | Polígono  | MGA    | 2009-2015 | 25,000 | 32717 | OBJECTID   | ID   |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | descr      | Descripción  |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | DPA_DESPRO | Número de provincia                                |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | DPA_DESCAN | Nombre del canton                                  |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | niv1       | Tipo de cobertura nivel 1                          | P                                 |
|                        |                              |           |        |           |        |       | niv2       | Tipo de cobertura nivel 2                          |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | niv3       | Tipo de cobertura nivel 3                          | P                                 |
|                        |                              |           |        |           |        |       | niv4       | Tipo de cobertura nivel 4                          |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | niv5       | Tipo de cobertura nivel 5                          |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | cbt        | Tipo de cultivo                                    |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | tmp        | Temporada de cultivo                               |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | nal        | Nivel de alteración                                |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | uso        | Tipo de uso del suelo                              |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | tap        | Clasificación de la parcela                        |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | rie        | Tipo de riego                                      |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | spr        | -  |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | sce        | Área de parcela                                    |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | usce       | Unidades del área de la parcela                    |                                   |
|                        |                              |           |        |           |        |       | txt        | Texto Asociado                                     |                                   |
| simbologia             | Descripción para simbología  |           |        |           |        |       |            |  |                                   |
| label                  | Descripción para etiqueta    |           |        |           |        |       |            |  |                                   |
| SHAPE_Length           | Longitud de la geometría     |           |        |           |        |       |            |  |                                   |
| SHAPE_Area             | Área de la geometría         |           |        |           |        |       |            |  |                                   |

**ANEXO 2 CAPAS DE GEOINFORMACIÓN CONSULTADAS**

| Capa                                  | Contenido                                | Geometría | Fuente | Año  | Escala | EPSG  | Atributo   | Descripción  | Campo a utilizar para el análisis |
|---------------------------------------|--|-----------|--------|------|--------|-------|------------|--|-----------------------------------|
| Susceptibilidad a movimientos en masa | Susceptibilidad a deslizamiento de masas | Ráster    | SNGRE  | 2011 | 50,000 | 32717 | Valor      | Presenta el nivel de susceptibilidad entre 1 y 5, siendo 1 la categoría sin susceptibilidad y 5 la susceptibilidad más alta. | <b>P</b>                          |
| zonas_susceptibles_a_inundaciones     | Susceptibilidad a inundaciones           | Polígono  | SNGRE  | 2024 | 25,000 | 32717 | dpa_parroq | Número de parroquia  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_despar | Nombre de parroquia  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_canton | Número de canton   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_descan | Nombre del canton  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_provin | Número de provincia  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_despro | Nombre de la provincia   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | dpa_anio   | Año de actualización   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | txt        | Texto Asociado   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | fcode      | Código de identificación en el catálogo de objetos   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | fcode_1    | -  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | descr      | Descripción  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | umo        | Unidad morfológica   |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | pen        | pendiente  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | txs        | Tipo de suelo  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | ttd        | Clasificación del tipo de suelo  |                                   |
|                                       |  |           |        |      |        |       | ith        | -  |                                   |
| sui                                   | Susceptibilidad a la inundación          | <b>P</b>  |        |      |        |       |            |  |                                   |
| sce                                   | -  |           |        |      |        |       |            |  |                                   |
| st_area_sh                            | Área de la geometría                     |           |        |      |        |       |            |  |                                   |
| st_length_                            | Longitud de la geometría                 |           |        |      |        |       |            |  |                                   |
| anno                                  | Año de actualización                     |           |        |      |        |       |            |  |                                   |

### ANEXO 3

#### Determinación de pesos para Análisis Multicriterio por Proceso Analítico Jerárquico

| Sigla | Variable                       |
|-------|--------------------------------|
| AV    | Accesibilidad vial             |
| PU    | Proximidad urbana              |
| CP    | Cercanía a puertos             |
| IA    | Impacto ambiental              |
| SI    | Susceptibilidad a inundaciones |
| T     | Topografía                     |
| US    | Uso de suelo                   |



|   |                               |
|---|-------------------------------|
| 9 | Extremadamente más importante |
| 8 |                               |
| 7 | Importancia muy fuerte        |
| 6 |                               |
| 5 | Importancia fuerte            |
| 4 |                               |
| 3 | Importancia moderada          |
| 2 |                               |
| 1 | Igual importancia             |

| Matriz de comparación de pares AHP |             |             |             |             |              |              |              |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| Variable                           | AV          | PU          | CP          | IA          | SI           | T            | US           |
| AV                                 | 1           | 1           | 2           | 2           | 3            | 5            | 5            |
| PU                                 | 1           | 1           | 1           | 1           | 3            | 3            | 5            |
| CP                                 | 1/2         | 1           | 1           | 1           | 1            | 3            | 5            |
| IA                                 | 1/2         | 1           | 1           | 1           | 1            | 3            | 2            |
| SI                                 | 1/3         | 1/3         | 1           | 1           | 1            | 1            | 2            |
| T                                  | 1/5         | 1/3         | 1/3         | 1/3         | 1            | 1            | 2            |
| US                                 | 1/5         | 1/5         | 1/5         | 1/2         | 1/2          | 1/2          | 1            |
| <b>Totales</b>                     | <b>3.73</b> | <b>4.87</b> | <b>6.53</b> | <b>6.83</b> | <b>10.50</b> | <b>16.50</b> | <b>22.00</b> |

| Matriz Normalizada |             |             |             |             |             |             |             | Pesos       | Landa       |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Variable           | AV          | PU          | CP          | IA          | SI          | T           | US          | Wi= Σai / n | λi          |
| AV                 | 0.268       | 0.205       | 0.306       | 0.293       | 0.286       | 0.303       | 0.227       | 0.270       | 7.266       |
| PU                 | 0.268       | 0.205       | 0.153       | 0.146       | 0.286       | 0.182       | 0.227       | 0.210       | 7.245       |
| CP                 | 0.134       | 0.205       | 0.153       | 0.146       | 0.095       | 0.182       | 0.227       | 0.163       | 7.244       |
| IA                 | 0.134       | 0.205       | 0.153       | 0.146       | 0.095       | 0.182       | 0.091       | 0.144       | 7.266       |
| SI                 | 0.089       | 0.068       | 0.153       | 0.146       | 0.095       | 0.061       | 0.091       | 0.101       | 7.223       |
| T                  | 0.054       | 0.068       | 0.051       | 0.049       | 0.095       | 0.061       | 0.091       | 0.067       | 7.255       |
| US                 | 0.054       | 0.041       | 0.031       | 0.073       | 0.048       | 0.030       | 0.045       | 0.046       | 7.182       |
| <b>Totales</b>     | <b>1.00</b> | <b>7.24</b> |

|    |           |
|----|-----------|
| Ci | 0.0400019 |
|----|-----------|

|     |      |
|-----|------|
| ICR | 1.32 |
|-----|------|

|    |           |
|----|-----------|
| CR | 0.0303045 |
|----|-----------|

$$\lambda_i = (\text{Matriz de pares} \cdot \text{Matriz de pesos})$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum \lambda_i}{n} \quad C_i = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$CR = C_i / ICR$$

| ICR  | Tamaño de la matriz |
|------|---------------------|
| 0    | 1                   |
| 0    | 2                   |
| 0.58 | 3                   |
| 0.9  | 4                   |
| 1.12 | 5                   |
| 1.24 | 6                   |
| 1.32 | 7                   |

| CRITERIOS                      | SIGLAS | PESOS        |
|--------------------------------|--------|--------------|
| Accesibilidad vial             | AV     | 0.270        |
| Proximidad urbana              | PU     | 0.210        |
| Cercanía a puertos             | CP     | 0.163        |
| Impacto ambiental              | IA     | 0.144        |
| Susceptibilidad a inundaciones | SI     | 0.101        |
| Topografía                     | T      | 0.067        |
| Uso de suelo                   | US     | 0.046        |
| <b>Total</b>                   |        | <b>1.000</b> |

**ANEXO 4 PROMEDIO ANUAL DE DELITOS DE MAYOR CONNOTACIÓN PSICOSOCIAL PERÍODO 2019 - 2024**

| Código cantón DPA | Cantón de ocurrencia        | Homicidios | Femicidios | Robo a personas | Robo de autopartes | Robo de motos | Robo de carros | Robo a domicilios | Robo a unidades económicas | Total de delitos |
|-------------------|-----------------------------|------------|------------|-----------------|--------------------|---------------|----------------|-------------------|----------------------------|------------------|
| 0901              | Guayaquil                   | 1397       | 8          | 8558            | 2247               | 2929          | 2961           | 1301              | 901                        | 20302            |
| 0902              | Alfredo Baquerizo Moreno    | 12         | 1          | 26              | 4                  | 33            | 8              | 7                 | 4                          | 95               |
| 0903              | Balao                       | 21         | 0          | 35              | 4                  | 121           | 13             | 18                | 10                         | 222              |
| 0904              | Balzar                      | 32         | 1          | 27              | 7                  | 44            | 51             | 15                | 4                          | 181              |
| 0905              | Colimes                     | 7          | 1          | 3               | 1                  | 6             | 5              | 2                 | 1                          | 26               |
| 0906              | Daule                       | 63         | 1          | 207             | 55                 | 151           | 46             | 79                | 41                         | 643              |
| 0907              | Duran                       | 237        | 2          | 616             | 114                | 346           | 289            | 165               | 96                         | 1865             |
| 0908              | El Empalme                  | 34         | 1          | 73              | 11                 | 78            | 73             | 25                | 17                         | 312              |
| 0909              | El Triunfo                  | 28         | 1          | 108             | 12                 | 92            | 39             | 30                | 15                         | 325              |
| 0910              | Milagro                     | 76         | 2          | 375             | 39                 | 400           | 50             | 80                | 57                         | 1079             |
| 0911              | Naranjal                    | 78         | 1          | 149             | 16                 | 207           | 42             | 38                | 27                         | 558              |
| 0912              | Naranjito                   | 15         | 1          | 41              | 4                  | 92            | 9              | 14                | 12                         | 188              |
| 0913              | Palestina                   | 9          | 1          | 4               | 2                  | 5             | 7              | 3                 | 2                          | 33               |
| 0914              | Pedro Carbo                 | 13         | 1          | 25              | 7                  | 19            | 9              | 15                | 8                          | 97               |
| 0916              | Samborondon                 | 27         | 1          | 61              | 33                 | 25            | 21             | 32                | 11                         | 211              |
| 0918              | Santa Lucia                 | 8          | 1          | 19              | 4                  | 35            | 9              | 7                 | 7                          | 90               |
| 0919              | Salitre                     | 10         | 1          | 16              | 2                  | 19            | 5              | 9                 | 7                          | 69               |
| 0920              | San Jacinto De Yaguachi     | 44         | 1          | 107             | 19                 | 116           | 69             | 28                | 17                         | 401              |
| 0921              | Playas                      | 32         | 0          | 143             | 34                 | 56            | 45             | 124               | 38                         | 472              |
| 0922              | Simon Bolivar               | 9          | 0          | 34              | 7                  | 83            | 11             | 15                | 6                          | 165              |
| 0923              | Coronel Marcelino Maridueña | 5          | 1          | 7               | 1                  | 26            | 2              | 2                 | 2                          | 46               |
| 0924              | Lomas De Sargentillo        | 6          | 0          | 5               | 2                  | 17            | 3              | 3                 | 2                          | 38               |
| 0925              | Nobol                       | 13         | 1          | 28              | 4                  | 58            | 16             | 7                 | 6                          | 133              |
| 0927              | Gral Antonio Elizalde       | 3          | 0          | 5               | 1                  | 13            | 3              | 1                 | 4                          | 30               |
| 0928              | Isidro Ayora                | 3          | 1          | 4               | 2                  | 9             | 3              | 4                 | 2                          | 28               |

FUENTE: ELABORADO A PARTIR DE LA ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD INTEGRAL PERÍODO ENERO 2014 - FEBRERO 2025 DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS Y CENSOS (INEC, 2025)

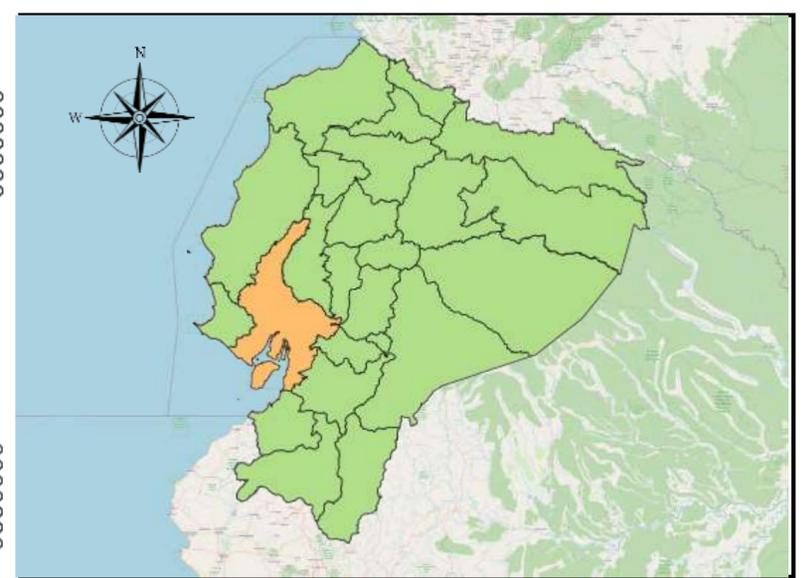
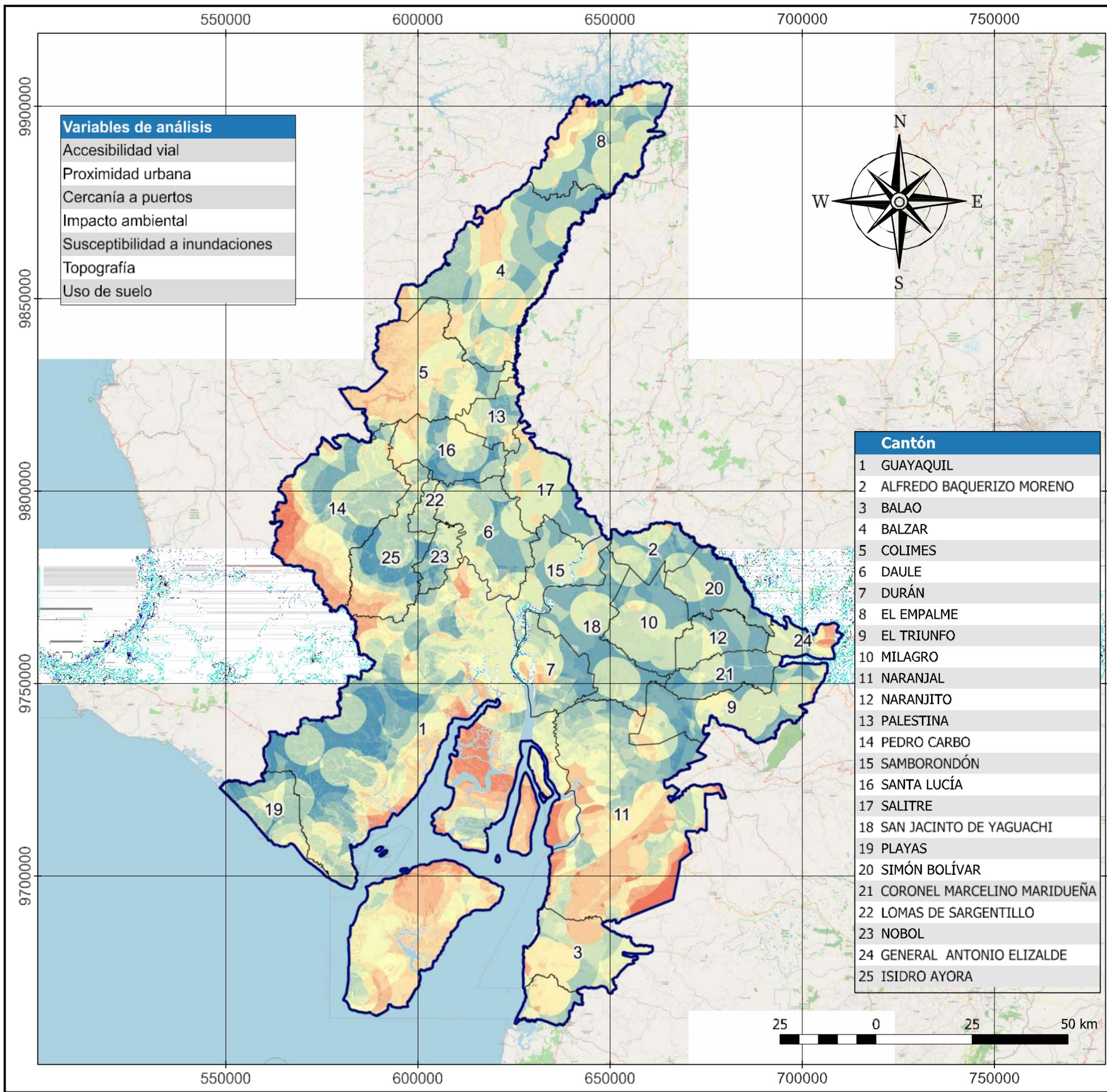
**ANEXO 5 EVALUACIÓN CONJUNTA DE APTITUD TERRITORIAL Y CRIMINALIDAD POR CANTÓN**

| Código cantón DPA | Cantón de ocurrencia        | Superficie del cantón (has) | Promedio anual de delitos | Densidad de delitos (Delitos / Área total) | Área apta continua (has) |
|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------|--|--------------------------|
| 0905              | Colimes                     | 75,775.7                    | 26                        | 0.03%                                      | 28,093.4                 |
| 0928              | Isidro Ayora                | 49,213.2                    | 28                        | 0.06%                                      | 38,280.4                 |
| 0914              | Pedro Carbo                 | 94,116.2                    | 97                        | 0.10%                                      | 55,700.3                 |
| 0904              | Balzar                      | 117,683.4                   | 181                       | 0.15%                                      | 93,070.9                 |
| 0919              | Salitre                     | 39,341.0                    | 69                        | 0.18%                                      | 32,441.7                 |
| 0913              | Palestina                   | 18,650.8                    | 33                        | 0.18%                                      | 14,383.7                 |
| 0923              | Coronel Marcelino Maridueña | 25,413.2                    | 46                        | 0.18%                                      | 24,691.6                 |
| 0927              | Gral Antonio Elizalde       | 14,143.9                    | 30                        | 0.21%                                      | 9,946.0                  |
| 0918              | Santa Lucia                 | 36,514.6                    | 90                        | 0.25%                                      | 21,748.5                 |
| 0911              | Naranjal                    | 170,192.6                   | 558                       | 0.33%                                      | 57,799.7                 |
| 0902              | Alfredo Baquerizo Moreno    | 22,844.0                    | 95                        | 0.42%                                      | 22,119.9                 |
| 0908              | El Empalme                  | 64,928.3                    | 312                       | 0.48%                                      | 53,192.4                 |
| 0903              | Balao                       | 43,902.1                    | 222                       | 0.51%                                      | 21,846.3                 |
| 0924              | Lomas De Sargentillo        | 7,187.2                     | 38                        | 0.53%                                      | 7,171.1                  |
| 0922              | Simon Bolivar               | 29,047.7                    | 165                       | 0.57%                                      | 28,856.1                 |
| 0909              | El Triunfo                  | 56,030.9                    | 325                       | 0.58%                                      | 38,747.4                 |
| 0916              | Samborondon                 | 34,402.8                    | 211                       | 0.61%                                      | 21,748.5                 |
| 0920              | San Jacinto De Yaguachi     | 53,064.9                    | 401                       | 0.76%                                      | 51,428.6                 |
| 0912              | Naranjito                   | 23,074.8                    | 188                       | 0.81%                                      | 22,738.0                 |
| 0925              | Nobol                       | 13,474.9                    | 133                       | 0.99%                                      | 13,183.9                 |
| 0906              | Daule                       | 51,147.5                    | 643                       | 1.26%                                      | 46,450.4                 |
| 0921              | Playas                      | 27,018.3                    | 472                       | 1.75%                                      | 23,771.2                 |
| 0910              | Milagro                     | 39,910.3                    | 1,079                     | 2.70%                                      | 38,764.5                 |
| 0901              | Guayaquil                   | 449,308.4                   | 20,302                    | 4.52%                                      | 184,560.3                |
| 0907              | Duran                       | 34,199.1                    | 1,865                     | 5.45%                                      | 25,397.6                 |

**FUENTE:** ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DEL ANÁLISIS MULTICRITERIO ESPACIAL, ORGANIZACIÓN TERRITORIAL CANTONAL (CONALI, 2022) Y ESTADÍSTICAS DE SEGURIDAD INTEGRAL: DELITOS DE MAYOR CONNOTACIÓN PSICOSOCIAL (INEC, 2025)

## **ANEXO 6**

### **MAPAS TEMÁTICOS**



### LEYENDA

- Provincia del Guayas
- División cantonal



| Cantón                         |
|--------------------------------|
| 1 GUAYAQUIL                    |
| 2 ALFREDO BAQUERIZO MORENO     |
| 3 BALAO                        |
| 4 BALZAR                       |
| 5 COLIMES                      |
| 6 DAULE                        |
| 7 DURÁN                        |
| 8 EL EMPALME                   |
| 9 EL TRIUNFO                   |
| 10 MILAGRO                     |
| 11 NARANJAL                    |
| 12 NARANJITO                   |
| 13 PALESTINA                   |
| 14 PEDRO CARBO                 |
| 15 SAMBORONDÓN                 |
| 16 SANTA LUCÍA                 |
| 17 SALITRE                     |
| 18 SAN JACINTO DE YAGUACHI     |
| 19 PLAYAS                      |
| 20 SIMÓN BOLÍVAR               |
| 21 CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA |
| 22 LOMAS DE SARGENTILLO        |
| 23 NOBOL                       |
| 24 GENERAL ANTONIO ELIZALDE    |
| 25 ISIDRO AYORA                |

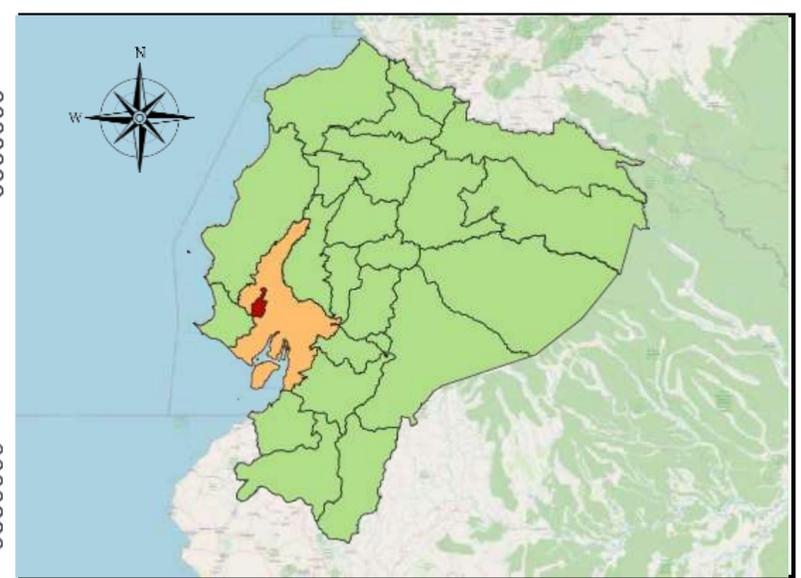
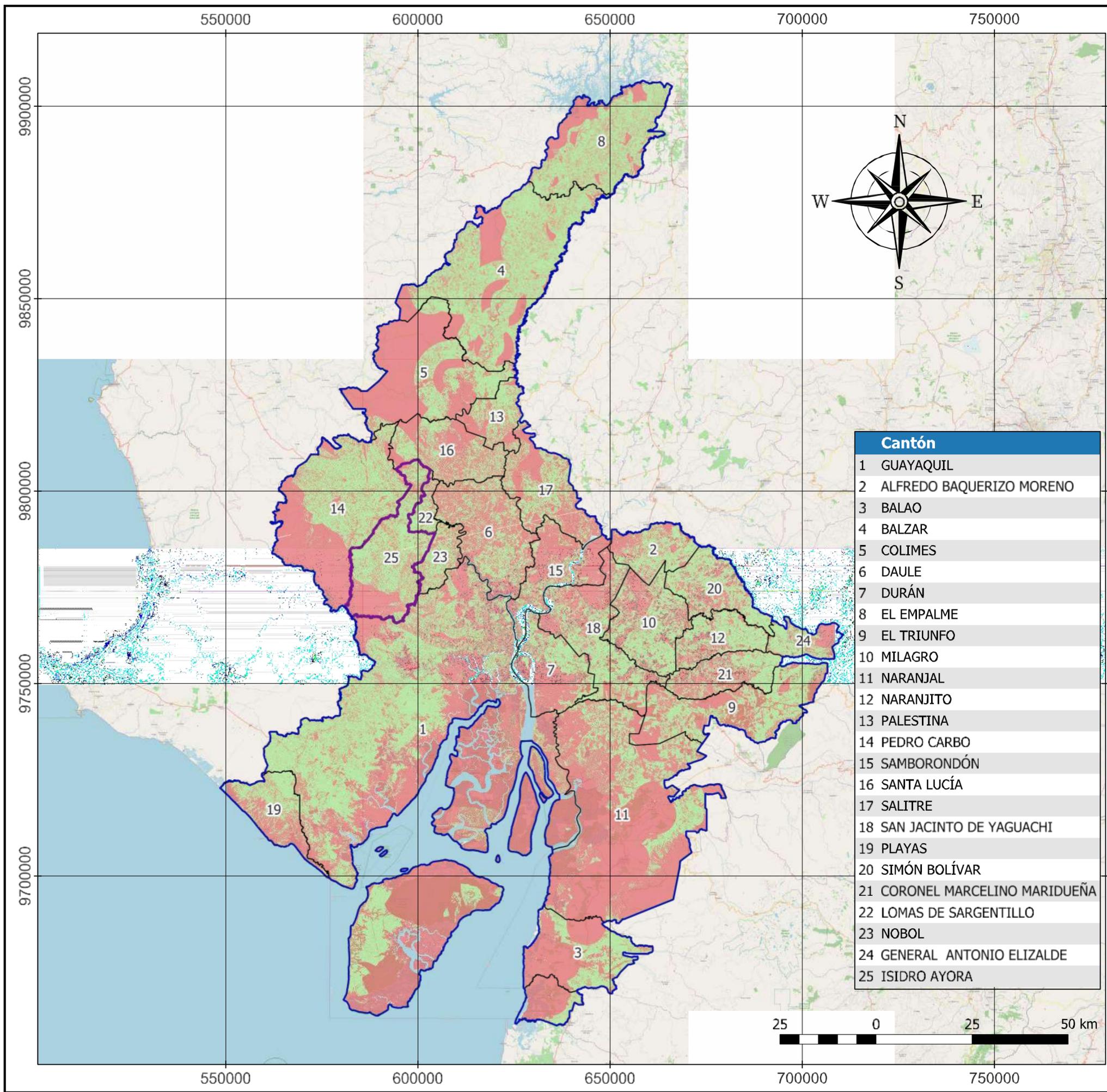
|                |   |
|----------------|---|
| <b>FUENTES</b> | Instituto Geográfico Militar (IGM)                                    |
|                | Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)                     |
|                | Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI) |
|                | Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)                      |
|                | Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)                           |
|                | Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)            |
|                | Sistema Nacional de Información (SNI)                                 |
|                | Open Street Map (OSM)   |

**MAPA DE IDONEIDAD LOGÍSTICA  
ANÁLISIS MULTICRITERIO ESPACIAL**

**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

|            |              |                        |            |
|------------|--------------|------------------------|------------|
| UBICACIÓN: |              | ELABORADO POR:         |            |
| CANTÓN:    | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ    |            |
| PROVINCIA: | GUAYAS       | LÁMINA:                | <b>1/1</b> |
| PAÍS:      | ECUADOR      | SISTEMA DE REFERENCIA: | FORMATO:   |
|            |              | WGS 84<br>UTM ZONA 17S | <b>A1</b>  |
|            | FECHA:       | ESCALA:                |            |
|            | JULIO 2025   | 1:500,000              |            |





### LEYENDA

- Cantón Isidro Ayora
- División cantonal
- Provincia del Guayas

Validación cruzada Análisis Multicriterio Espacial y Clasificación no supervisada imágenes radar de apertura sintética

- Apto
- No apto

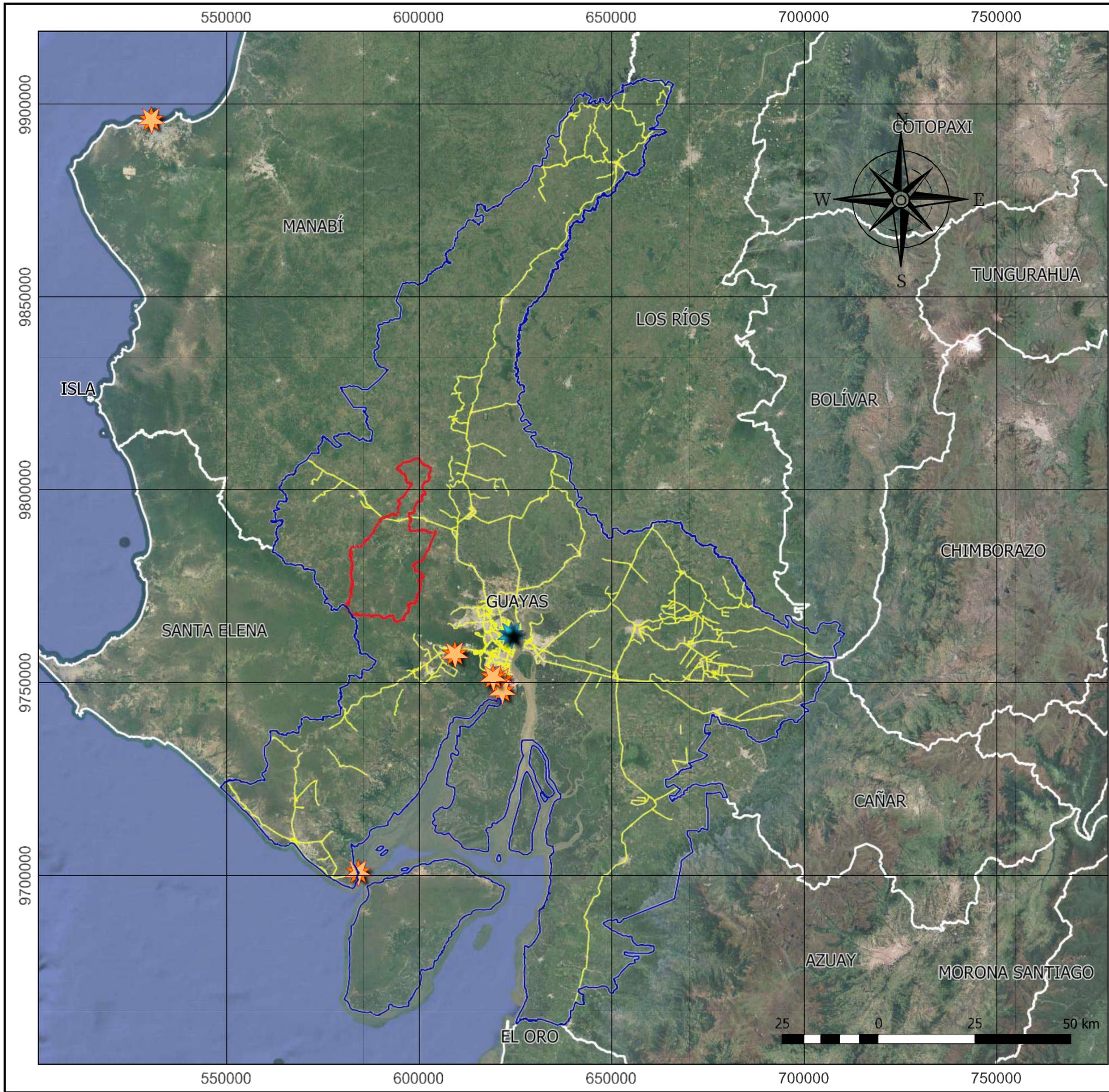
| Cantón |                             |
|--------|-----------------------------|
| 1      | GUAYAQUIL                   |
| 2      | ALFREDO BAQUERIZO MORENO    |
| 3      | BALAO                       |
| 4      | BALZAR                      |
| 5      | COLIMES                     |
| 6      | DAULE                       |
| 7      | DURÁN                       |
| 8      | EL EMPALME                  |
| 9      | EL TRIUNFO                  |
| 10     | MILAGRO                     |
| 11     | NARANJAL                    |
| 12     | NARANJITO                   |
| 13     | PALESTINA                   |
| 14     | PEDRO CARBO                 |
| 15     | SAMBORONDÓN                 |
| 16     | SANTA LUCÍA                 |
| 17     | SALITRE                     |
| 18     | SAN JACINTO DE YAGUACHI     |
| 19     | PLAYAS                      |
| 20     | SIMÓN BOLÍVAR               |
| 21     | CORONEL MARCELINO MARIDUEÑA |
| 22     | LOMAS DE SARGENTILLO        |
| 23     | NOBOL                       |
| 24     | GENERAL ANTONIO ELIZALDE    |
| 25     | ISIDRO AYORA                |

|  |   |
|--|---|
| <b>FUENTES</b>   | Instituto Geográfico Militar (IGM)                                    |
|  | Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)                     |
|  | Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI) |
|  | Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)                      |
|  | Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)                           |
| Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE) |   |
| Sistema Nacional de Información (SNI)                      |   |
| Open Street Map (OSM)                                      |   |

**MAPA DE VALIDACIÓN CRUZADA  
AMC - SAR**

**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

|            |              |                        |                        |
|------------|--------------|------------------------|------------------------|
| UBICACIÓN: |              | ELABORADO POR:         |                        |
| CANTÓN:    | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ    |                        |
| PROVINCIA: | GUAYAS       | LÁMINA:                | <b>1/1</b>             |
| PAÍS:      | ECUADOR      | SISTEMA DE REFERENCIA: | WGS 84<br>UTM ZONA 17S |
| FECHA:     | JULIO 2025   | ESCALA:                | 1:500,000              |
| FORMATO:   | <b>A1</b>    |                        |                        |



**LEYENDA**

- ▭ Límite Provincia del Guayas
- ▭ Cantón Isidro Ayora

**SIMBOLOGÍA**

- Ruta Primaria
- ★ Aeropuerto Jose Joaquin de Olmedo
- ★ Puertos Marítimos

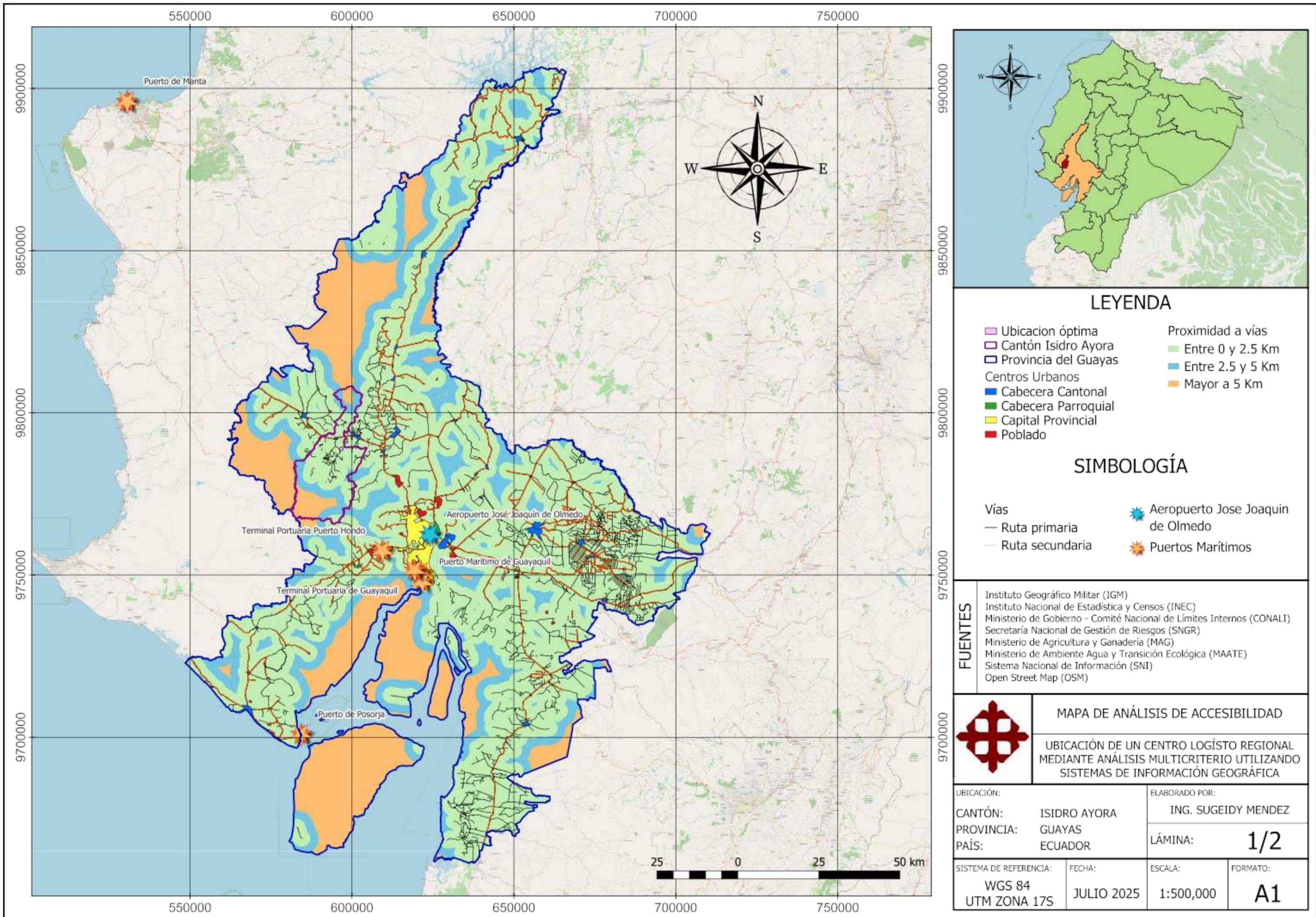
**FUENTES**

Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Google Satellite

**MAPA DE UBICACIÓN GENERAL**

UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
 MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

|            |              |                        |            |
|------------|--------------|------------------------|------------|
| UBICACIÓN: |              | ELABORADO POR:         |            |
| CANTÓN:    | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ    |            |
| PROVINCIA: | GUAYAS       | LÁMINA:                | <b>1/1</b> |
| PAÍS:      | ECUADOR      | SISTEMA DE REFERENCIA: | FORMATO:   |
|            |              | WGS 84<br>UTM ZONA 17S | <b>A1</b>  |
|            | FECHA:       | ESCALA:                |            |
|            | JULIO 2025   | 1:500,000              |            |



### LEYENDA

|                      |                   |
|----------------------|-------------------|
| Ubicación óptima     | Proximidad a vías |
| Cantón Isidro Ayora  | Entre 0 y 2.5 Km  |
| Provincia del Guayas | Entre 2.5 y 5 Km  |
| Centros Urbanos      | Mayor a 5 Km      |
| Cabecera Cantonal    |                   |
| Cabecera Parroquial  |                   |
| Capital Provincial   |                   |
| Poblado              |                   |

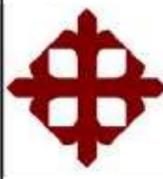
  

### SIMBOLOGÍA

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| Vías            | Aeropuerto Jose Joaquin de Olmedo |
| Ruta primaria   | Puertos Marítimos                 |
| Ruta secundaria |                                   |

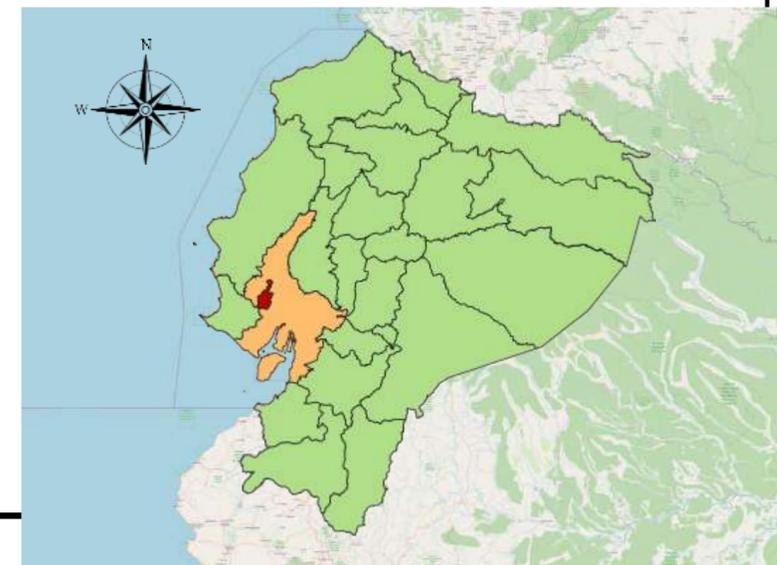
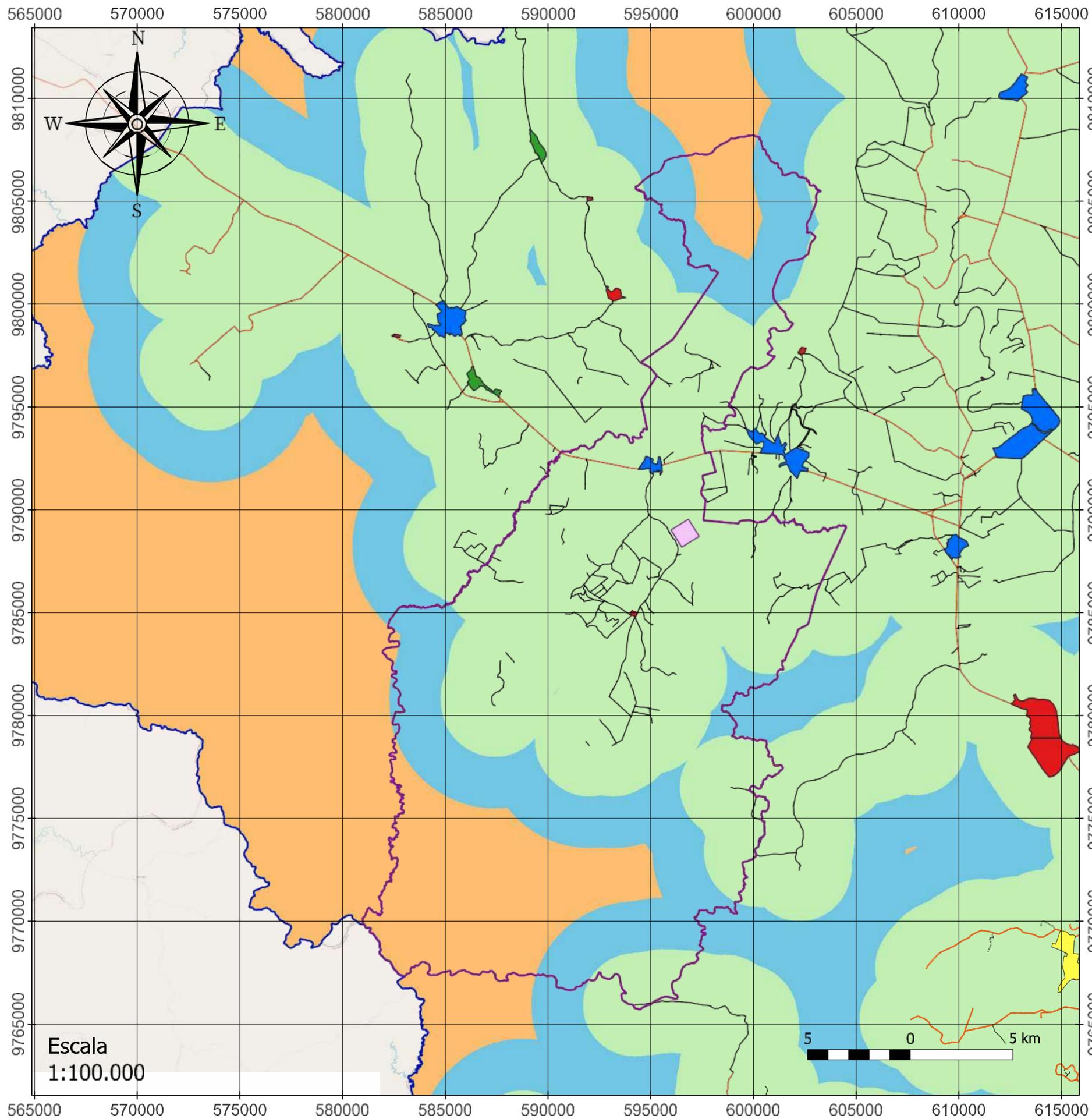
**FUENTES**

Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)

 **MAPA DE ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD**

UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

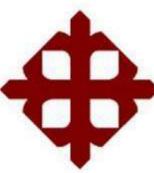
|                        |                     |           |          |
|------------------------|---------------------|-----------|----------|
| UBICACIÓN:             | ELABORADO POR:      |           |          |
| CANTÓN: ISIDRO AYORA   | ING. SUGEIDY MENDEZ |           |          |
| PROVINCIA: GUAYAS      | LÁMINA:             | 1/2       |          |
| PAÍS: ECUADOR          |                     |           |          |
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:              | ESCALA:   | FORMATO: |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025          | 1:500,000 | A1       |



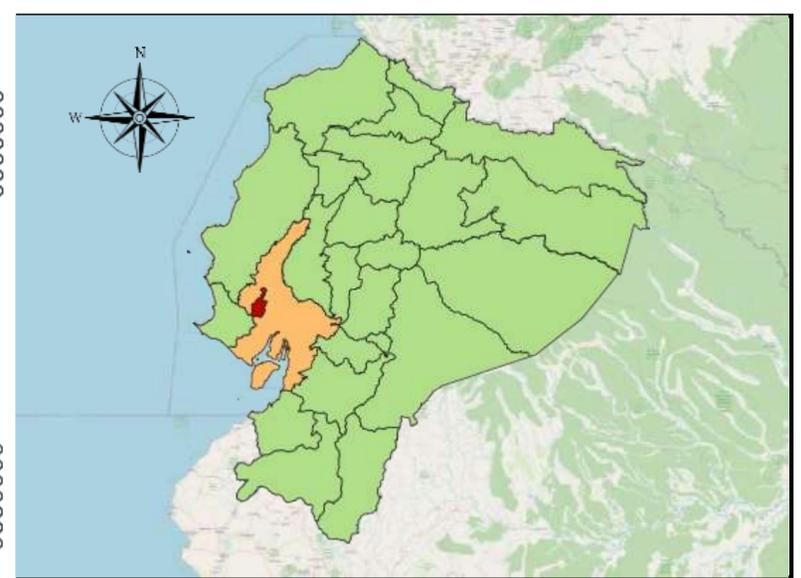
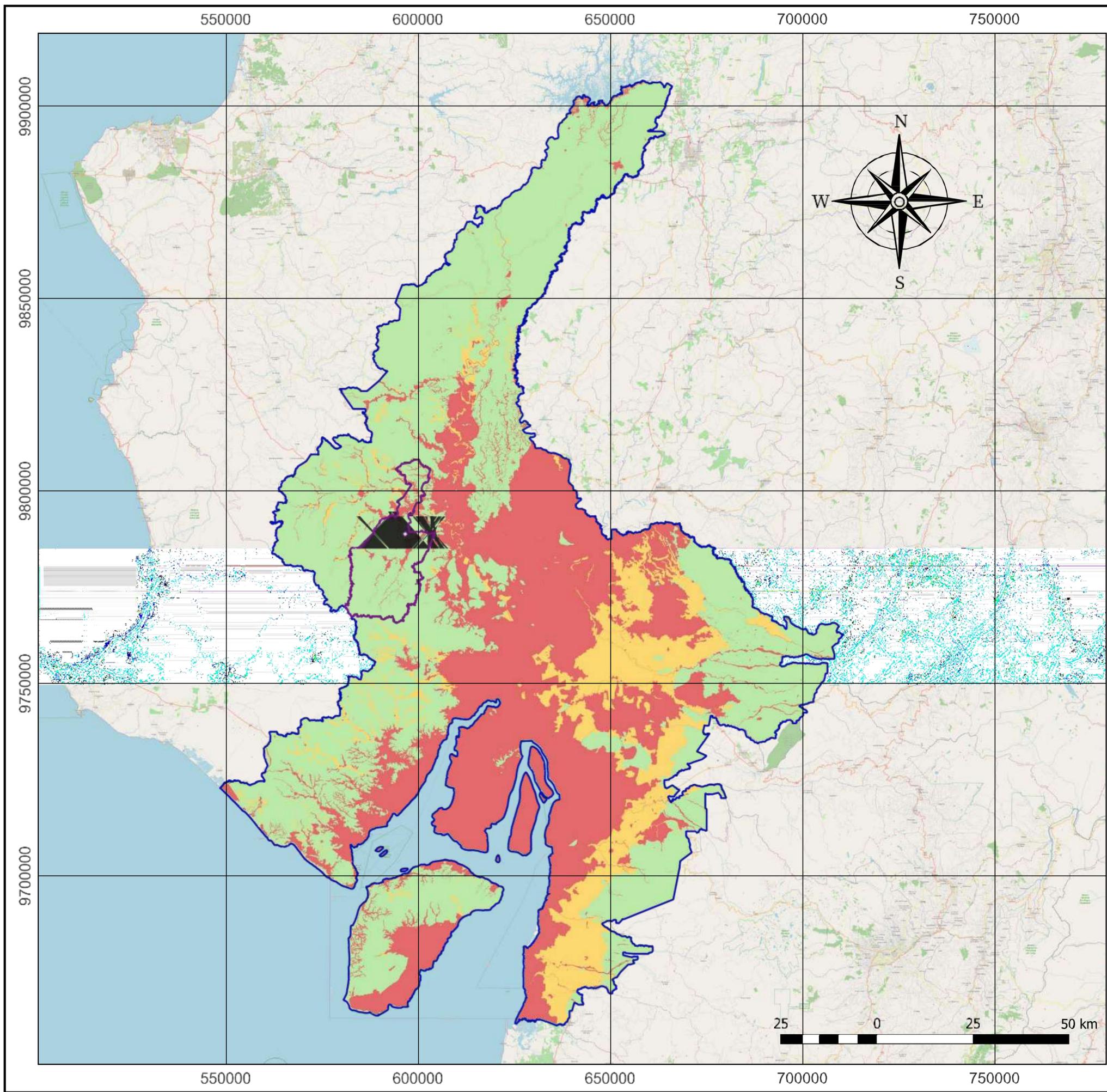
- Ubicación óptima** (pink square)  
**Cantón Isidro Ayora** (purple outline)  
**Provincia del Guayas** (blue outline)
- Centros Urbanos**  
 Cabecera Cantonal (blue square)  
 Cabecera Parroquial (green square)  
 Capital Provincial (yellow square)  
 Poblado (red square)
- Proximidad a vías**  
 Entre 0 y 2.5 Km (light green)  
 Entre 2.5 y 5 Km (light blue)  
 Mayor a 5 Km (orange)
- Vías**  
 Ruta Primaria (red line)  
 Ruta Secundaria (black line)

**SIMBOLOGÍA**

**FUENTES**  
 Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)

 **MAPA DE ANÁLISIS DE ACCESIBILIDAD**  
**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTO REGIONAL MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

|                        |              |                     |            |
|------------------------|--------------|---------------------|------------|
| UBICACIÓN:             |              | ELABORADO POR:      |            |
| CANTÓN:                | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ |            |
| PROVINCIA:             | GUAYAS       | LÁMINA:             | <b>2/2</b> |
| PAÍS:                  | ECUADOR      |                     |            |
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:       | ESCALA:             | FORMATO:   |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025   | 1:100,000           | <b>A1</b>  |



**LEYENDA**

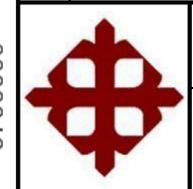
- Ubicación óptima
- Cantón Isidro Ayora
- Provincia del Guayas

**Susceptibilidad a inundaciones**

- 1 Apto - Sin o Baja
- 2 Moderado - Media
- 3 No Apto - Alta

**FUENTES**

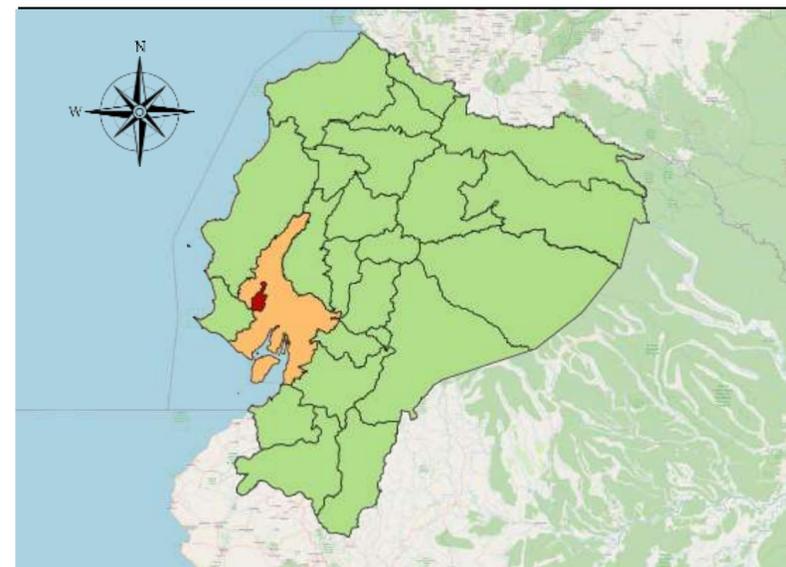
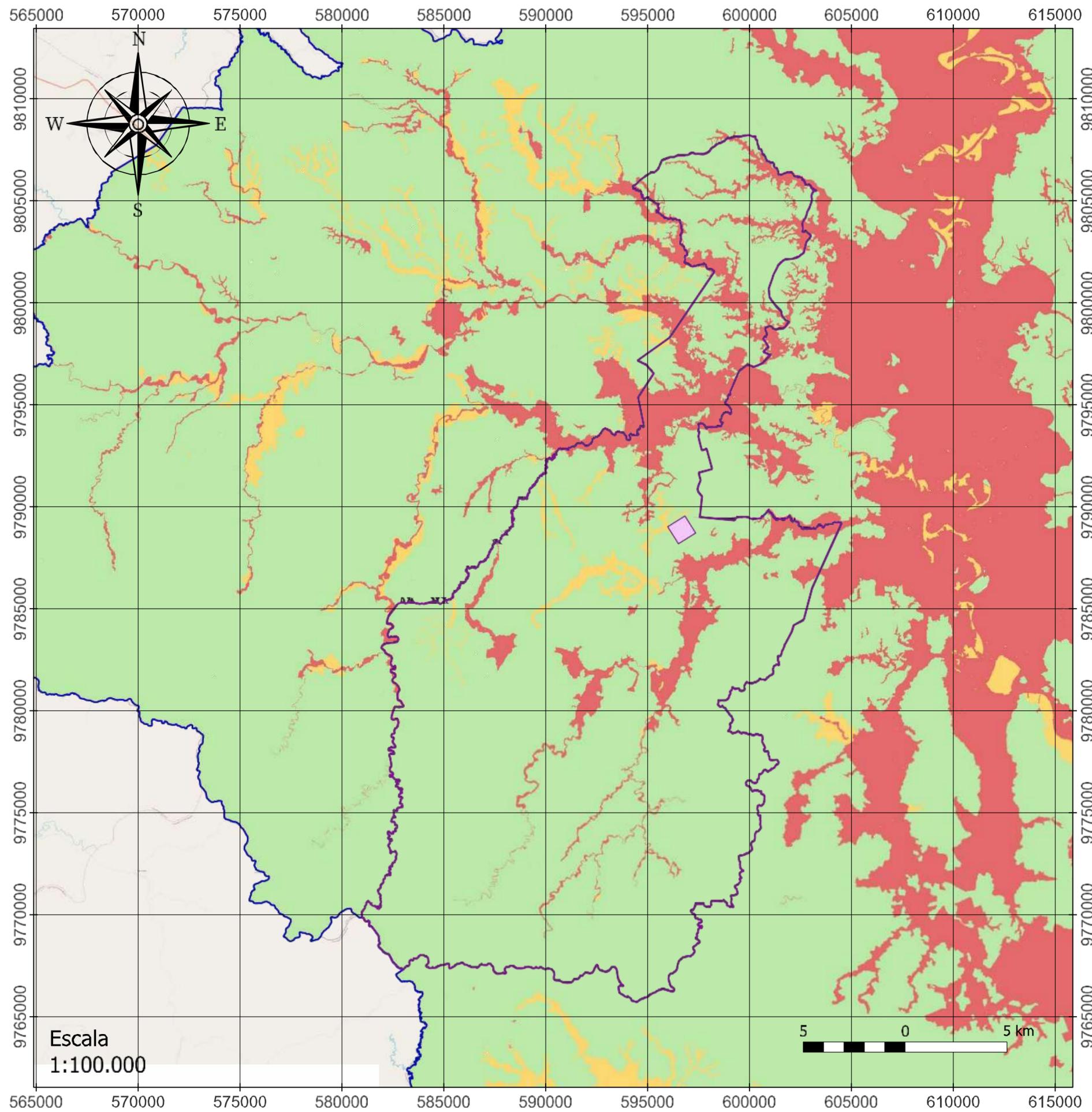
Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)



**MAPA DE RIESGOS AMBIENTALES**  
 UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
 MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

|            |              |                     |            |
|------------|--------------|---------------------|------------|
| UBICACIÓN: |              | ELABORADO POR:      |            |
| CANTÓN:    | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ |            |
| PROVINCIA: | GUAYAS       | LÁMINA:             | <b>1/2</b> |
| PAÍS:      | ECUADOR      |                     |            |

|                        |            |           |           |
|------------------------|------------|-----------|-----------|
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:     | ESCALA:   | FORMATO:  |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025 | 1:500,000 | <b>A1</b> |



**LEYENDA**

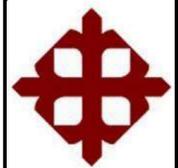
- Ubicación óptima
- Cantón Isidro Ayora
- Provincia del Guayas

**Susceptibilidad a inundaciones**

- 1 Apto - Sin o Baja
- 2 Moderado - Media
- 3 No Apto - Alta

**FUENTES**

Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)



**MAPA DE RIESGOS AMBIENTALES**  
**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

UBICACIÓN:  
 CANTÓN: ISIDRO AYORA  
 PROVINCIA: GUAYAS  
 PAÍS: ECUADOR

ELABORADO POR:  
 ING. SUGEIDY MENDEZ

LÁMINA: **2/2**

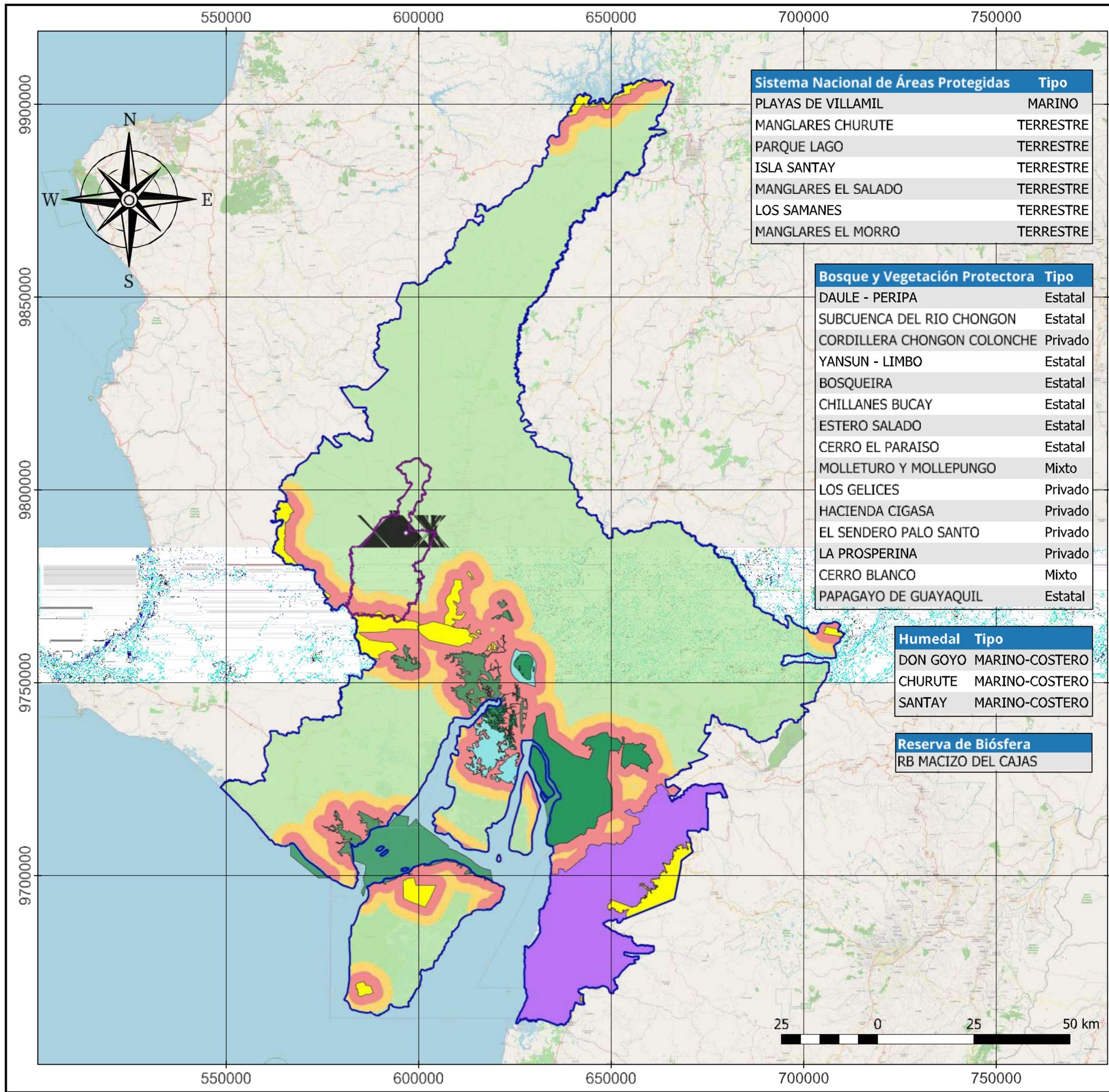
SISTEMA DE REFERENCIA:  
 WGS 84  
 UTM ZONA 17S

FECHA:  
 JULIO 2025

ESCALA:  
 1:100,000

FORMATO:  
**A1**

Escala  
 1:100.000



| Sistema Nacional de Áreas Protegidas | Tipo      |
|--------------------------------------|-----------|
| PLAYAS DE VILLAMIL                   | MARINO    |
| MANGLARES CHURUTE                    | TERRESTRE |
| PARQUE LAGO                          | TERRESTRE |
| ISLA SANTAY                          | TERRESTRE |
| MANGLARES EL SALADO                  | TERRESTRE |
| LOS SAMANES                          | TERRESTRE |
| MANGLARES EL MORRO                   | TERRESTRE |

| Bosque y Vegetación Protectora | Tipo    |
|--------------------------------|---------|
| DAULE - PERIPA                 | Estatal |
| SUBCUENCA DEL RIO CHONGON      | Estatal |
| CORDILLERA CHONGON COLONCHE    | Privado |
| YANSUN - LIMBO                 | Estatal |
| BOSQUEIRA                      | Estatal |
| CHILLANES BUCAY                | Estatal |
| ESTERO SALADO                  | Estatal |
| CERRO EL PARAISO               | Estatal |
| MOLLETURO Y MOLLEPUNGO         | Mixto   |
| LOS GELICES                    | Privado |
| HACIENDA CIGASA                | Privado |
| EL SENDERO PALO SANTO          | Privado |
| LA PROSPERINA                  | Privado |
| CERRO BLANCO                   | Mixto   |
| PAPAGAYO DE GUAYAQUIL          | Estatal |

| Humedal  | Tipo           |
|----------|----------------|
| DON GOYO | MARINO-COSTERO |
| CHURUTE  | MARINO-COSTERO |
| SANTAY   | MARINO-COSTERO |

| Reserva de Biósfera |
|---------------------|
| RB MACIZO DEL CAJAS |



### LEYENDA

- Cantón Isidro Ayora
- Ubicación óptima
- Provincia del Guayas
- Sistema Nacional de Áreas Protegidas
- Bosque y Vegetación Protectora
- Humedales
- Reserva de Biósfera

Proximidad a zonas protegidas

- 1 Apto - Mayor a 5 Km
- 2 Moderado - Entre 2.5 y 5 Km
- 3 No Apto Entre 0 y 2.5 Km

**FUENTES**

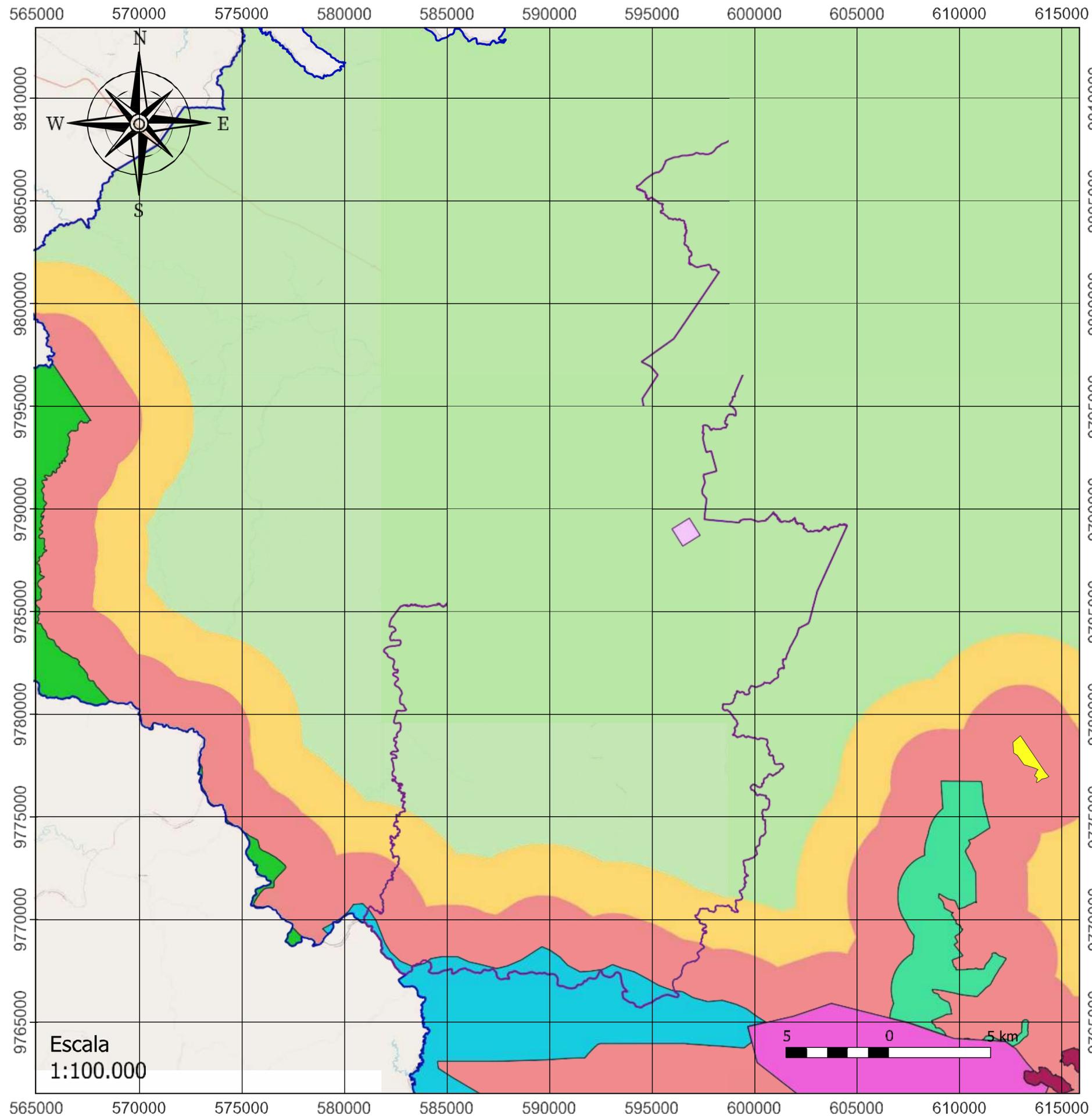
Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)

**MAPA DE PROXIMIDAD A ZONAS PROTEGIDAS**

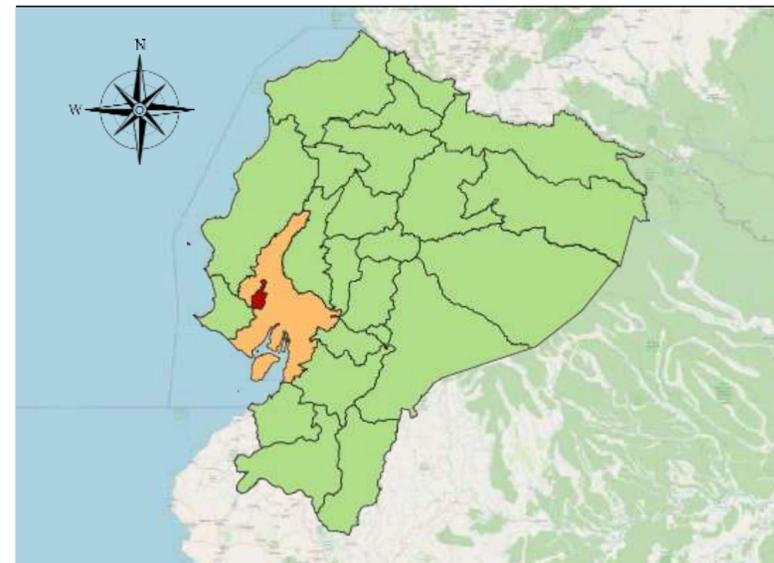
**UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

|                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| UBICACIÓN:           | ELABORADO POR:      |
| CANTÓN: ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ |
| PROVINCIA: GUAYAS    | LÁMINA: <b>1/2</b>  |
| PAÍS: ECUADOR        |                     |

|                        |            |           |           |
|------------------------|------------|-----------|-----------|
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:     | ESCALA:   | FORMATO:  |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025 | 1:500,000 | <b>A1</b> |



Escala  
1:100.000

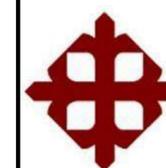


### LEYENDA

- Ubicacion óptima
- Cantón Isidro Ayora
- Provincia del Guayas
  
- Bosque y Vegetación Protectora**
- BOSQUEIRA
- CERRO BLANCO
- CORDILLERA CHONGON COLONCHE
- LA PROSPERINA
- PAPAGAYO DE GUAYAQUIL
- SUBCUENCA DEL RIO CHONGON
  
- Proximidad a zonas protegidas**
- 1 Apto - Mayor a 5 Km
- 2 Moderado - Entre 2.5 y 5 Km
- 3 No Apto Entre 0 y 2.5 Km

### FUENTES

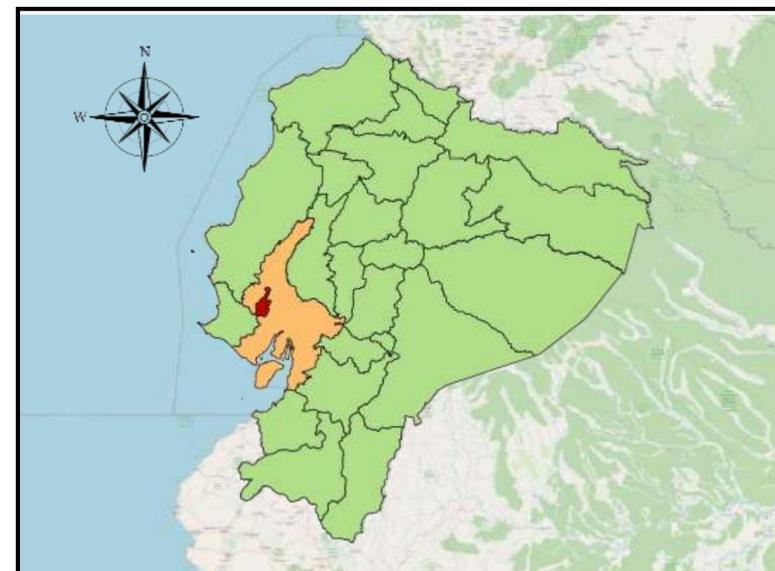
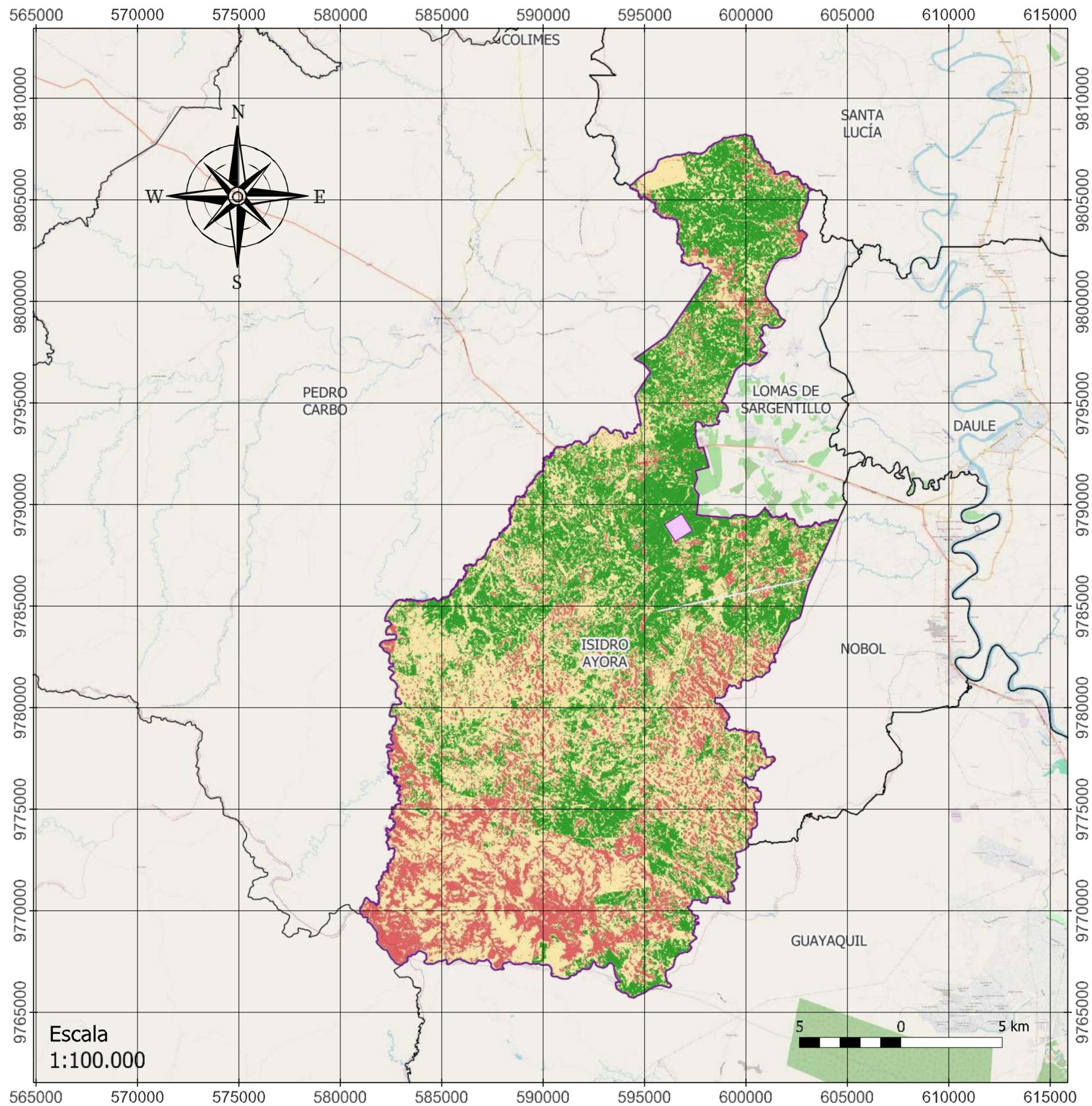
Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)



### MAPA DE PROXIMIDAD A ZONAS PROTEGIDAS

UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
 MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

|                        |              |                     |          |
|------------------------|--------------|---------------------|----------|
| UBICACIÓN:             |              | ELABORADO POR:      |          |
| CANTÓN:                | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ |          |
| PROVINCIA:             | GUAYAS       | LÁMINA:             | 2/2      |
| PAÍS:                  | ECUADOR      |                     |          |
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:       | ESCALA:             | FORMATO: |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025   | 1:100,000           | A1       |

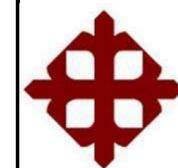


### LEYENDA

- Ubicacion óptima
  - Cantón Isidro Ayora
  - División cantonal
- Validación cruzada NDVI - AMC - SAR
- 0 No apto
  - 1 Apto
  - 0.5 Moderado

### FUENTES

Instituto Geográfico Militar (IGM)  
 Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC)  
 Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (CONALI)  
 Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR)  
 Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)  
 Ministerio de Ambiente Agua y Transición Ecológica (MAATE)  
 Sistema Nacional de Información (SNI)  
 Open Street Map (OSM)



### MAPA DE IDONEIDAD LOGÍSTICA

UBICACIÓN DE UN CENTRO LOGÍSTICO REGIONAL  
 MEDIANTE ANÁLISIS MULTICRITERIO UTILIZANDO  
 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

|                        |              |                     |            |
|------------------------|--------------|---------------------|------------|
| UBICACIÓN:             |              | ELABORADO POR:      |            |
| CANTÓN:                | ISIDRO AYORA | ING. SUGEIDY MENDEZ |            |
| PROVINCIA:             | GUAYAS       | LÁMINA:             | <b>1/1</b> |
| PAÍS:                  | ECUADOR      |                     |            |
| SISTEMA DE REFERENCIA: | FECHA:       | ESCALA:             | FORMATO:   |
| WGS 84<br>UTM ZONA 17S | JULIO 2025   | 1:100,000           | <b>A1</b>  |

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Sugeidy Stefannia Méndez Herrera, con C.C: # 0950485185 autor(a) del trabajo de titulación: *Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)* previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de graduación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 26 de julio de 2025

f. \_\_\_\_\_ Nombre:

Sugeidy Stefannia Méndez Herrera

C.C: # 0950485185



**REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN**

|  |   |  |    |
|--|---|--|----|
| <b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>                           | Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)   |  |    |
| <b>AUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres):             | Sugeidy Stefannia Méndez Herrera  |  |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres): | Neptalí Armando Echeverría Llumipanta   |  |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>                                  | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil   |  |    |
| <b>UNIDAD/FACULTAD:</b>                              | Sistema de Posgrado   |  |    |
| <b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>                        | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital   |  |    |
| <b>GRADO OBTENIDO:</b>                               | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital   |  |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>                         | 26 de Julio del 2025  | <b>No. DE PÁGINAS:</b>   | 43 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>                              | Geografía aplicada, Cartografía, Sistemas de Información Geográfica (SIG), Logística territorial, Planificación y ordenamiento territorial, Teledetección, Gestión de infraestructuras, Análisis multicriterio, Ingeniería civil  |  |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>                    | Logística territorial, Ordenamiento territorial, Toma de decisiones, Evaluación geoespacial   |  |    |
| <b>RESUMEN/ABSTRACT</b> (150-250 palabras):          | <p>El estudio busca determinar la ubicación óptima para un centro logístico regional en la provincia del Guayas (Ecuador), aplicando un enfoque de análisis multicriterio en combinación con Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS). El objetivo principal es optimizar la toma de decisiones territoriales considerando múltiples factores geoespaciales que afectan la eficiencia logística. El análisis multicriterio permite integrar diversas variables —como proximidad a vías principales, centros urbanos, zonas industriales, puertos, aeropuertos y restricciones ambientales o legales— asignando pesos relativos a cada uno de estos criterios según su importancia. Posteriormente, mediante herramientas SIG, se realiza una superposición espacial de capas de información para identificar las zonas más adecuadas para la ubicación del centro logístico. La metodología facilita una evaluación objetiva, visual y cuantificable del territorio, lo que permite priorizar zonas que maximicen la conectividad, reduzcan costos de transporte y promuevan el desarrollo económico regional. Los resultados ofrecen un mapa de aptitud territorial, destacando las áreas más viables para la instalación del centro logístico, con base en criterios técnicos y estratégicos.</p> |  |    |
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                                  | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO  |    |
| <b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>                        | <b>Teléfono:</b><br>+593-989653436  | <b>E-mail:</b><br>sugeidy.mendez@cu.ucsg.edu.ec/<br>ing.sugeidy.mendez@gmail.com |    |
| <b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:</b>                  | <b>Nombre:</b> Neptalí Armando Echeverría Llumipanta  |  |    |
|  | <b>Teléfono:</b> +593-4-3804600   |  |    |
|  | <b>E-mail:</b> <a href="mailto:neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec">neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec</a>   |  |    |

**SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA**

**Nº. DE REGISTRO (en base a datos):**

**Nº. DE CLASIFICACIÓN:**

**DIRECCIÓN URL (tesis en la web):**