



**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 determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

AUTORA:

De La Cuadra Sánchez Maitté Cristina

Previo a la obtención del Grado Académico:

**MAGÍSTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, TOPOGRAFÍA
AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**Guayaquil, Ecuador
2026**



**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 Oceánica Ambiental, Maítté Cristina De la Cuadra Sánchez, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

REVISOR

Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta

Guayaquil, a los 7 días del mes de abril del año 2026



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ

DECLARO QUE:

El trabajo “**Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando 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 7 días del mes de abril del año 2026

LA AUTORA



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:

**MAITTÉ CRISTINA DE
LA CUADRA SÁNCHEZ**

MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ



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

AUTORIZACIÓN

Yo, MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Trabajo de titulación para el Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital** titulado: “**Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 7 días del mes de abril del año 2026

LA AUTORA:



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**MAITTE CRISTINA DE
LA CUADRA SANCHEZ**

MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ

**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**

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

TRABAJO_TITULACION_MDLC_1.7.26

ID : 6ae66c98c8f26c0a74493835c7132d39f8e6505e

**6%**

Textos sospechosos

Nombre del fichero : TRABAJO_TITULACION_MDLC_1.7.26.txt
Tamaño del archivo original : 1,35 MB
Número de palabras : 7648

Depositante : Neptali Armando Echeverría Lumipanta
Fecha de depósito : 10 de julio de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 10 de julio de 2026

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

**Similitudes****3%**

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

**Detección de IA****3%**

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

**Textos entre comillas****<1%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios, por brindarme salud, fortaleza y sabiduría para culminar este escalón de mi formación profesional.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi familia, por su amor, apoyo incondicional, comprensión y motivación constante a lo largo de este proceso, siendo un pilar fundamental en el logro de esta meta.

Asimismo, extendiendo mi gratitud a todas las personas e instituciones que, de una u otra manera, contribuyeron al desarrollo de esta investigación y al cumplimiento de este objetivo.

Este logro representa el resultado del esfuerzo, la dedicación y la perseverancia, y constituye un paso significativo en mi crecimiento personal y profesional.

Maitté Cristina De la Cuadra Sánchez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi esposo, Pedro, por su compañía y apoyo a lo largo de esta etapa. Gracias por escucharme con paciencia cuando compartía contigo los temas de mi maestría y por estar presente en este proceso con comprensión y cariño, brindándome motivación.

Asimismo, dedico este logro a mi mamá, Isabel, quien me ha apoyado incondicionalmente en cada uno de mis proyectos y es un pilar fundamental en mi vida.

Maitté Cristina De la Cuadra Sánchez

Introducción

La provincia del Guayas se ubica en la región Litoral de la República del Ecuador y es uno de los territorios estratégicos del país debido a su demografía, desarrollo industrial, comercial y portuario. Su nombre proviene del río Guayas, el cual es el eje hidrográfico principal de la provincia y es un elemento estructurante de su desarrollo histórico y productivo. (GADP Guayas, 2021)

Posee 25 cantones, que se distribuyen en 56 parroquias urbanas y 29 parroquias rurales. Según información del CONALI, la extensión provincia del Guayas alcanza una superficie de 15899.60 km², equivalente al 6.19% del territorio nacional. Conforme con proyecciones oficiales, la población que actualmente habita en la provincia es de 4.3 millones de habitantes, lo que la convierte en la jurisdicción más poblada del país, con una densidad poblacional aproximada de 270 hab/km². (INEC, 2025)

Desde la perspectiva de la gestión del riesgo, Guayas enfrenta una combinación de amenazas naturales y antrópicas que la exponen a múltiples amenazas lo que compromete la seguridad de la población y la continuidad de las funciones institucionales. Entre las amenazas que se presentan con mayor frecuencia se identifican las inundaciones asociadas a la dinámica climática propia de la época lluviosa, especialmente cuando se desarrollan eventos de mayor intensidad como el fenómeno El Niño. En contraste, durante fases del fenómeno La Niña pueden registrarse períodos de déficit hídrico ocasionando sequía. A estas amenazas se suman incendios forestales, actividad sísmica asociada a la dinámica tectónica del margen convergente Nazca–Sudamérica y emergencias sanitarias. Por lo que, las amenazas que presenta la provincia evidencian la necesidad de fortalecer la capacidad de respuesta y coordinación territorial frente a situaciones de emergencia y desastre.

En este marco, el Manual del Comité de Operaciones de Emergencia (COE) determina que el COE comprende la estructura que el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR) aplica para coordinar la atención y respuesta frente a emergencias y desastres. A su vez, el manual establece las acciones y responsabilidades para los distintos niveles territoriales, entre ellos el nivel provincial, con el fin de enlazar a las instituciones recursos, información y decisiones durante eventos adversos. Por lo que, el COE Provincial debe entenderse como un espacio estratégico de coordinación interinstitucional, cuyo funcionamiento eficaz depende, entre otros factores, de una localización que favorezca la accesibilidad, la seguridad operativa y la articulación territorial. (SNDGR, 2017)

No obstante, la determinación de la ubicación de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial no puede sustentarse únicamente en criterios administrativos, de disponibilidad de edificaciones o de conveniencia institucional. Por el contrario, requiere un análisis técnico que integre variables vinculadas con la accesibilidad vial, la exposición a amenazas, la cercanía a infraestructura estratégica, la presencia de riesgos tecnológicos y las restricciones ambientales y territoriales. Bajo esta perspectiva, la presente investigación plantea un análisis multicriterio basado en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) desarrollado por (Saaty, 1980) y Sistemas de Información Geográfica (SIG), como herramienta para procesar, integrar y evaluar espacialmente los factores que inciden en la determinación de la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas.

Problemática

La provincia del Guayas, enfrenta de manera frecuente, múltiples amenazas de origen natural y antrópico, como inundaciones, sismos, incendios, emergencias sanitarias y riesgos tecnológicos asociados a infraestructura industrial y al manejo de sustancias peligrosas. Estos

escenarios requieren una respuesta institucional articulada, oportuna y eficiente, preparada para gestionar acciones entre los distintos actores del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a escala provincial. En este marco, el Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) representa una herramienta estratégica para la coordinación interinstitucional durante situaciones de emergencia y desastre. No obstante, la determinación de su ubicación no siempre se sustenta en un análisis técnico integral, sino que en ciertos casos puede estar condicionada por criterios administrativos, la disponibilidad de infraestructura o decisiones no sustentadas espacialmente. Esto puede afectar la operatividad del COE-P, en especial si el lugar seleccionado presenta dificultades de acceso, exposición a amenazas, cercanía a zonas de riesgo tecnológico o incompatibilidad con restricciones ambientales y territoriales.

Es así como, resulta necesario aplicar un procedimiento técnico, objetivo y reproducible que permita integrar y jerarquizar criterios de evaluación para identificar los lugares más aptos para el emplazamiento de un COE-P en la provincia del Guayas. Por lo que, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se plantea como una alternativa metodológica adecuada para apoyar la toma de decisiones, mediante la evaluación multicriterio de factores como accesibilidad, exposición a amenazas, riesgos tecnológicos, viabilidad territorial y restricciones ambientales.

Objetivos

Objetivo general

Determinar la mejor ubicación para un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en la provincia del Guayas mediante la aplicación de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) como modelo de evaluación multicriterio.

Objetivos específicos

1. Recopilar, depurar y estandarizar los insumos geoespaciales implementados, asegurando su concordancia técnica dentro del ambiente SIG
2. Definir criterios y subcriterios de valoración, determinando su jerarquización por medio del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y determinando sus pesos relativos a través de la matriz de comparación por pares.
3. Identificar y evaluar las posibles alternativas de ubicación con mayor nivel de idoneidad territorial, justificando técnica y cartográficamente la recomendación resultante.
4. Generar los insumos cartográficos pertinentes.

Marco conceptual

Gestión del riesgo de desastres

Conforme con la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, en su artículo 5, la gestión integral del riesgo de desastres abarca los procesos de toma de conocimiento en previsión, prevención, reducción, mitigación, preparación, respuesta, rehabilitación, recuperación, reconstrucción para la respuesta y recuperación de cara a un desastre o catástrofe.

En este marco, la gestión del riesgo de desastre puede definirse como un proceso continuo y sistemático del uso de lineamientos administrativos, estructuras institucionales, competencias técnicas y capacidades operativas con el propósito de implementar estrategias y políticas dirigidas a enfrentar los impactos adversos de los peligros y disminuir la probabilidad de ocurrencia de desastres. Este concepto deriva de la noción general de gestión de riesgos, pero se enfoca específicamente en los riesgos vinculados a desastres.

Su objetivo es prevenir, mitigar o transferir los efectos adversos de los peligros mediante la adopción de medidas de prevención, mitigación y preparación orientado a reducir la

probabilidad de pérdidas humanas, económicas y ambientales, mediante la identificación y análisis de amenazas, vulnerabilidades y niveles de exposición territorial. (UNISDR, 2009)

Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos

De conformidad con el artículo 17 de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Integral del Riesgo de Desastres compone constituye el marco institucional que organiza los principios, procesos, estructura, competencias e instrumentos requeridos para la reducción de los riesgos, así como para la respuesta y recuperación frente a emergencias y desastres.

El Sistema se compone de todas las entidades, instituciones, organismos y organizaciones que actuarán en los términos previstos de conformidad con lo dispuesto en la normativa vigente, sin perjuicio de la facultad de gestión autónoma de orden administrativo, económico, financiero, presupuestario y organizativo que la Constitución o las leyes establezcan. Las personas, colectividades y las entidades privadas aplicarán medidas de autoprotección y reducción de riesgos. Los lineamientos para este propósito son emitidos por el ente rector de gestión del riesgo de desastres. (Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, 2024)

Comité de Operaciones de Emergencia (COE)

Tiene como objetivo principal la atención prioritaria que recibirán las personas que están en estado de riesgo por desastres de origen natural o antropogénicos, conforme al artículo 35 de la Constitución de la Republica del Ecuador; y, garantizando el derecho a una vida digna de acuerdo con el artículo 66 de la Constitución de la Republica del ecuador, que asegura: salud, alimentación y nutrición, agua potable, vivienda, saneamiento ambiental, educación, trabajo y empleo, descanso y ocio, cultura física, vestido, seguridad social, otros servicios sociales necesarios.

Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P)

El COE-P, es un mecanismo de coordinación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos a nivel provincial, responsable de promover, planificar y apoyar la coordinación y operación conjunta entre las instituciones y actores que participan antes, durante y después de una emergencia o desastre en la provincia. Teniendo como objetivo principal articular la toma de decisiones, la respuesta operativa, la gestión de información y el soporte logístico necesario para atender eventos adversos de fuentes naturales o antrópicos. En este sentido, el COE-P no debe entenderse únicamente como una infraestructura física, sino como una instancia funcional de coordinación interinstitucional que se activa cuando la magnitud de la emergencia requiere una respuesta organizada y oportuna. (SNDGR, 2017)

Operativamente, el COE-P organiza la respuesta mediante cinco componentes que trabajan de forma articulada: (i) toma de decisiones (plenaria), (ii) implementación técnica (mesas técnicas de trabajo), (iii) operaciones de respuesta (grupos de trabajo), (iv) gestión de la información, a través de una Sala de Situación y Monitoreo Provincial que consolida datos e informes para apoyar las decisiones, y (v) soporte de infraestructura y TIC, que garantiza el funcionamiento continuo en los relacionado a infraestructura, conectividad, tecnología y recursos materiales para sostener la operatividad del COE-P. Estos componentes actúan de forma articulada y simultánea, de manera que la coordinación política, técnica y operativa se mantenga durante toda la emergencia (SNDGR, 2017)

En el componente de toma de decisiones, denominado Plenaria, participan representantes de entidades estratégicas del nivel provincial y sectorial. Entre las principales instituciones que lo integran se encuentran la Gobernación Provincial, la Prefectura Provincial, la entidad competente en gestión de riesgos, la Secretaría del Agua o su delegación, el Ministerio de Salud Pública, el

Ministerio de Transporte y Obras Públicas, el Ministerio de Educación, el Ministerio de Producción o la entidad competente, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, el Ministerio de Finanzas, así como representantes de las Fuerzas Armadas, Policía Nacional y Cuerpo de Bomberos. De igual forma, según la magnitud y ubicación del evento, pueden sumarse representantes del territorio, como los alcaldes de las zonas afectadas. Además, de manera complementaria, puede apoyarse con Asesoría Técnica y Científica, compuesta por representantes de institutos técnico-científicos y de monitoreo, universidades, responsables de comunicación social, así como entidades públicas o privadas que cuenten con experiencia técnica en los temas requeridos por la plenaria.

Edificios de instituciones y potenciales sedes para la operación del COE-P

El COE-P constituye un mecanismo de coordinación y no necesariamente una infraestructura construida exclusivamente para ese fin, su plenaria puede desarrollarse en edificaciones ya existentes, siempre que estas reúnan condiciones adecuadas para sostener la operación durante una emergencia.

Para el caso del COE Provincial del Guayas, las sedes físicas de las instituciones que concentran funciones de decisión, coordinación y respuesta y los inmuebles con mayor relevancia serían:

- Palacio de la Gobernación del Guayas
- Edificio central de la Prefectura del Guayas
- Sede de la Coordinación Zonal 5 de la Secretaría de Gestión de Riesgos
- Comando de Policía Zona 8 / complejo del Cuartel Modelo
- Sede de la Coordinación Zonal 8 del Ministerio de Salud Pública
- Cuarteles principales del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Guayaquil

- Sedes zonales o distritales del MTOP en Guayaquil, y
- otros ministerios que participan en las mesas técnicas del COE, en tanto constituyen nodos institucionales de apoyo sectorial.

Infraestructura crítica o infraestructura estratégica

La infraestructura crítica o estratégica está compuesta por la agrupación de instalaciones, redes, servicios y sistemas para la operatividad regular de la sociedad y para la continuidad de las funciones del Estado, principalmente en situaciones de emergencia o crisis. Su relevancia se debe a que sostiene servicios esenciales como el abastecimiento de agua, energía, transporte, telecomunicaciones, salud, seguridad, conectividad digital y gestión pública. Por lo que, alguna interrupción o falla en estos elementos puede generar impactos significativos sobre la población, la economía y la gobernabilidad.

Este tipo de infraestructuras tiene un alto valor estratégico, debido a que concentra capacidades necesarias para la operación institucional y la respuesta ante eventos adversos. En ese sentido, puede verse expuesta a diversas amenazas, entre ellas fenómenos naturales, fallas técnicas, accidentes de origen antrópico, ciberataques, sabotajes o acciones intencionales que comprometan su integridad y operatividad. Por esta razón, su protección, adecuada localización y capacidad de resiliencia constituyen elementos clave dentro de la planificación territorial y la gestión del riesgo. (National Strategy for Critical Infrastructure, 2009)

En el marco de esta investigación, el concepto cobra especial importancia, ya que el COE-P puede entenderse como una infraestructura estratégica para coordinar la respuesta ante desastres.

Localización óptima

Una localización óptima es una ubicación que es mejor que todas las demás ubicaciones consideradas o relevantes en un análisis, de acuerdo con uno o varios criterios que definen lo

“mejor”, para los cuales la función criterio se minimiza o se maximiza en dicha ubicación. (Griffith & Lea, 2005)

Análisis multicriterio (AMC)

Es una técnica de análisis espacial que permite combinar múltiples capas de información para evaluar y clasificar diferentes escenarios. El proceso de análisis multicriterio implica la selección de las capas relevantes, la asignación de pesos y valores a cada una de ellas y la combinación de estas mediante operaciones algebraicas.

El AMC es una metodología en auge en el ámbito de los sistemas de información geográfico y sirve de apoyo a la toma de decisiones, ayudando a tener más información y analizando diversos criterios. Los métodos más recomendados a usar en GIS son la combinación lineal ponderada (WLC), el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) con ayuda de la superposición ponderada, algebra booleana, lógica difusa.

Proceso analítico jerárquico (AHP)

El método de jerarquización analítica o AHP por sus siglas en inglés de Analytic Hierarchy Process, consiste en el análisis de diferentes criterios que permiten jerarquizar un proceso para optimizar la toma de decisiones gerenciales (Saaty, 1980)

Este método se emplea para solucionar problemas en los cuales existe la necesidad de dar preferencia a distintas opciones y posteriormente decidir cuál es la mejor opción o la más conveniente. Es una herramienta flexible para la toma de decisiones multicriterio, utilizada en problemas en los cuales se necesita evaluar aspectos cualitativos como cuantitativos.

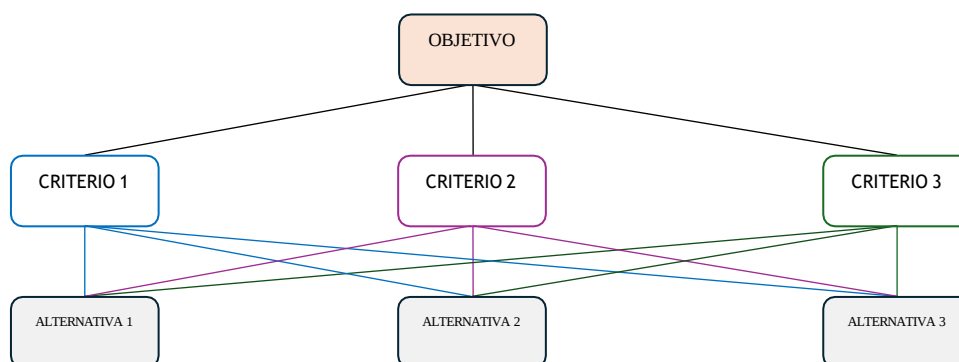
De esta manera se formaliza la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un modelo jerárquico, donde los pasos a seguir son: 1. establecer un objetivo, 2. identificar las alternativas de decisión, 3. elegir los criterios de decisión, 4. ponderar los criterios

de acuerdo con su peso relativo, es decir, con respecto a otro elemento del modelo multicriterio. El analista puede dividir los criterios en la cantidad de subcriterios que crea conveniente, obteniendo más de tres niveles de desglose.

De manera que los aspectos críticos de un problema se pueden organizar en una estructura jerárquica similar a la estructura de un árbol familiar, reduciendo las decisiones complejas a una serie de comparaciones entre los distintos criterios considerados y establecer la jerarquización.

Figura 1.

Estructura general de un modelo AHP



Comparación por pares

Los criterios de importancia en las comparaciones pareadas se establecen aplicando la escala fundamental de Saaty, misma que vincula expresiones lingüísticas con una escala cardinal. Esta escala proporciona al analista la opción de transformar conceptos en valores numéricos matemáticamente operables.

Tabla 1.

Escala fundamental de Saaty

<i>Importancia o preferencia</i>	<i>Valor cardinal</i>	<i>Definición</i>
<i>Igual</i>	1	Ambas actividades contribuyen por igual al objetivo
<i>Entre igual y moderado</i>	2	

<i>Moderado</i>	3	La experiencia y el juicio favorecen moderadamente una actividad sobre la otra
<i>Entre moderado y fuerte</i>	4	
<i>Fuerte</i>	5	El juicio y la experiencia asisten robustamente una actividad sobre la otra
<i>Entre fuerte y muy fuerte</i>	6	
<i>Muy fuerte</i>	7	Una actividad es fuertemente favorecida, y su predominio se demuestra en la práctica
<i>Muy muy fuerte extremadamente fuerte</i>	8	
<i>Extremadamente fuerte</i>	9	La evidencia favorece una actividad sobre la otra con el mayor grado posible de afirmación

Nota: El valor cardinal 2 o 4 o 6 o 8 se utiliza cuando se necesita un compromiso entre dos niveles de juicio

Mediante las comparaciones pareadas se obtienen valores numéricos que expresan la importancia relativa de dos elementos considerados respecto a una característica en común.

Los resultados se organizan en una matriz denominada “matriz de comparaciones pareadas”, caracterizada por ser recíproca, positivas y cuadradas.

Así, el método AHP involucra $\frac{n(n-1)}{2}$ comparaciones pareadas, donde n es el número de elementos de cada matriz.

Al evaluar los criterios, subcriterios y alternativas de acuerdo con su importancia, es posible comparar los criterios cualitativos y cuantitativos usando juicios informales para obtener los pesos y las prioridades, de hecho, la técnica AHP está basada en la suposición de que el analista puede de forma más fácil elegir un valor de comparación que un valor absoluto, trasladando los juicios verbales a una escala de puntuación.

Índice de consistencia

El método AHP permite evaluar la relación de los juicios con el radio de consistencia. El objetivo es verificar que se ha construido una explicación coherente de un conjunto de hechos. Esto se obtiene mediante el denominado cociente de consistente (CR), cuyo valor debe ser menos a 0.1, que alude a admitir un 10% de incapacidad para diferenciar los resultados de aquellos que se podrían haber obtenido al azar.

Para distinguir una matriz generada al azar de una generada por medio de criterio lógico, el índice de consistencia se basa en la propiedad de transitividad. Esta propiedad establece que si $A \geq B$ y $B \geq C$, entonces $A \geq C$. Además, no solo debe mantenerse la dirección de la relación, sino también su proporción; por ejemplo, si $A \geq 3B$ y $B \geq 2C$, entonces $A \geq 6C$.

El índice de consistencia (CI) se calcula a través de los siguientes pasos:

Primero, se calcula la proximidad de las comparaciones pareadas a juicios, mediante la ecuación del índice de consistencia (CI):

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

Donde $\lambda_{\max} = n$ es el máximo valor propio en matrices cuadradas, positivas, recíprocas y perfectamente consistentes. En consecuencia, el término $(\lambda_{\max} - n)$ puede interpretarse como una medida del grado de desviación de la matriz respecto a la consistencia ideal.

Luego, se estima el índice de consistencia, a partir de una matriz construida al azar, denominado como índice al azar (RI), el cual proviene a partir de matrices recíprocas generadas aleatoriamente, empleando los valores enteros de la escala fundamental de Saaty (Tabla 1). El índice al azar depende del número de criterios de la matriz de comparaciones pareadas (Tabla 2). Finalmente, ambos índices se relacionan mediante la expresión:

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (2)$$

Tabla 2.Valores de RI (Índice al azar) (*Saaty, 1980*)

Numero de criterios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Nota: Para los valores de $CR > 0.1$ es necesario reevaluar las comparaciones pareadas.

En caso de presentarse inconsistencias, el proceso de evaluación de la matriz debe repetirse de manera inmediata. CR superiores a 0.1 o más justifican una mayor investigación de los criterios evaluados.

Para cada alternativa, se calcula el nivel de preferencia sobre una escala entre 0.0000-1.000, dando como resultado alternativas jerarquizadas de acuerdo con los criterios de decisión evaluados.

El AHP está diseñado como herramienta de modelización flexible y adaptable a las necesidades específicas de cualquier organización, y permite conocer la estructura del problema por medio de una jerarquía representativa.

Sistema de información geográfico

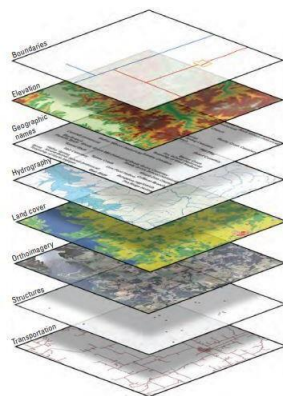
Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de herramientas, datos, métodos y programas que permite capturar, almacenar, organizar, analizar y representar información vinculada a una ubicación en el espacio.

Lo que diferencia a un SIG de un mapa común es que no solo se limita a figurar elementos, sino que también da la opción de relacionarlos, analizarlos y generar resultados para apoyar la toma de decisiones.

Una forma sencilla de entenderlo es pensar que un SIG trabaja con capas de información geográfica. Cada capa representa un tema distinto, y al combinarlas se puede obtener un análisis más completo del territorio. (Longley, Goodchild, Maguire, & Rhind, 2015)

Figura 2.

Capas temáticas utilizadas en un Sistema de Información Geográfica. (USGS, 2012)



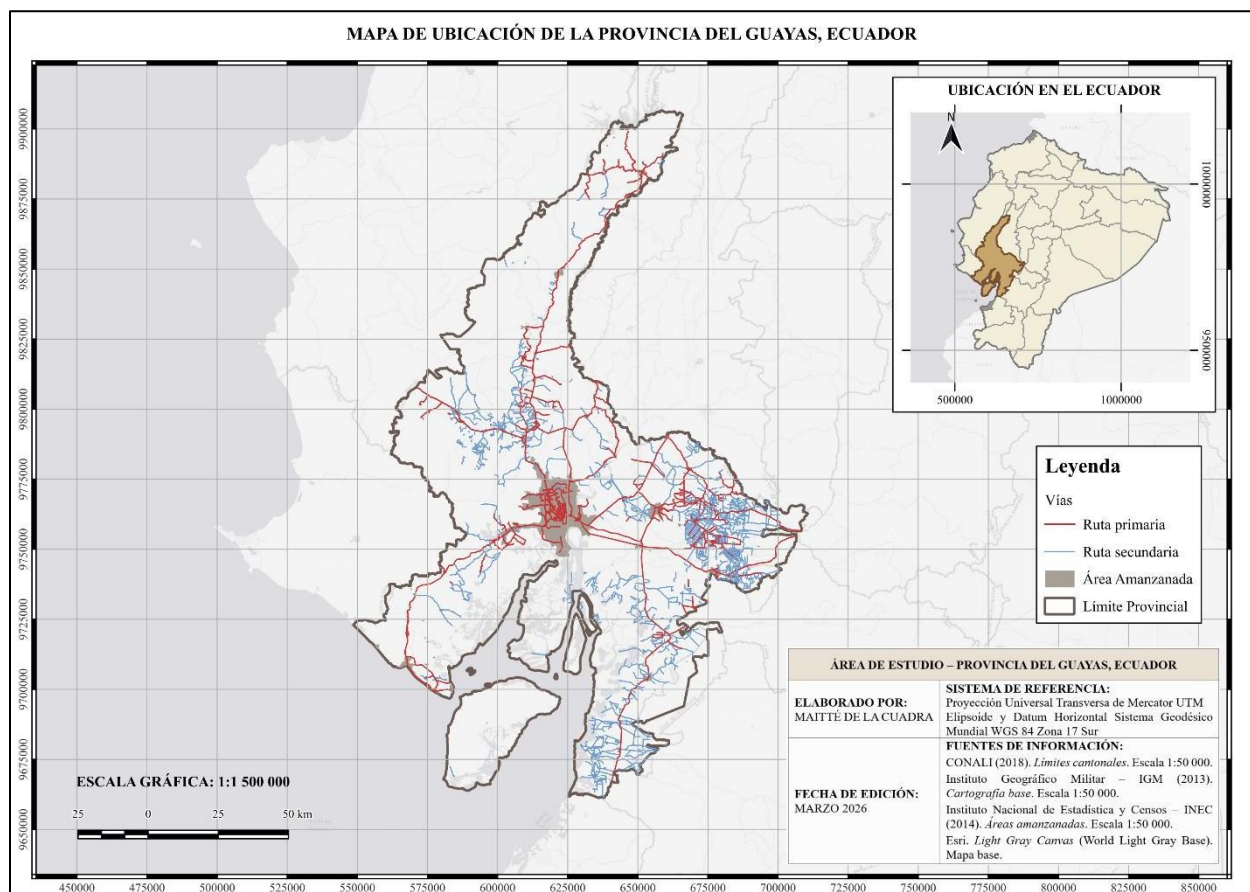
Metodología

Área de estudio

El área de estudio corresponde a la provincia del Guayas, ubicada en la región Costa del Ecuador. La cual constituye uno de los territorios más relevantes del país por su dinámica demográfica, económica, productiva y logística, además de presentar una alta exposición a diferentes amenazas de origen natural y antrópico. Su territorio comprende zonas urbanas consolidadas, áreas rurales, sistemas hidrográficos, planicies aluviales, infraestructura estratégica y una red vial de articulación intercantonal y provincial, elementos que inciden directamente en la capacidad de respuesta ante emergencias.

Figura 3.

Mapa del área de estudio



Enfoque metodológico

La investigación se desarrolló mediante un enfoque de análisis multicriterio espacial apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y en el método de jerarquización analítica (AHP) con el propósito de identificar áreas con idoneidad territorial aptas para la localización de un COE-P en la provincia del Guayas.

Recopilación y procesamiento de insumos geoespacial

Para el desarrollo del estudio, se recopilaron insumos geoespaciales provenientes de fuentes oficiales, seleccionando aquellas capas relevantes para el análisis de localización del COE-P, entre ellas la red vial, la susceptibilidad a inundaciones, el peligro sísmico, el modelo digital de

elevación, la localización de instalaciones potencialmente peligrosas, las cabeceras cantonales y las áreas sujetas a restricciones ambientales y de cobertura y uso de suelo.

Una vez reunida la información, se procedió con su revisión y preparación espacial para su procesamiento en el ambiente SIG. Lo que comprendió la revisión geométrica de las capas, la transformación a un mismo sistema de referencia espacial, el recorte al límite provincial del Guayas y la estandarización de los atributos requeridos para el análisis. Teniendo en cuenta el uso de capas con escalas y resoluciones acordes con el alcance provincial del estudio, de manera que los insumos fueran comparables entre sí y compatibles para su integración posterior.

Figura 4.

Capas/variables utilizadas en el análisis

Variable / criterio	Capa o insumo cartográfico	Fuente	Formato	Escala / resolución	Uso en el análisis
Área de estudio	Límite provincial del Guayas	CONALI, 2023	Vector	1:50.000	Delimitar el área de estudio y recortar las demás capas
Accesibilidad territorial	Red vial	Instituto Geográfico Militar (IGM), 2013	Vector	1:50.000	Evaluar conectividad y facilidad de acceso al sitio
Amenaza por inundación	Susceptibilidad a inundación	Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), 2015	Vector	1:50.000	Identificar zonas con mayor exposición a inundaciones
Amenaza sísmica	Peligro sísmico probabilístico para un período de retorno de 475 años	Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, 2026	Vector	-	Evaluar la exposición del territorio frente a amenaza sísmica
Topografía base	Modelo Digital de Elevación (DEM) SRTM para obtener ráster de pendiente	USGS / NASA	Ráster	30 m	Generar variables topográficas para el análisis
Centralidad Territorial	Cabecera cantonal derivada de Geo_Area	Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), 2014	Vector	-	Representar los principales centros administrativos y urbanos

Riesgos Tecnológicos por cercanía a Instalaciones Peligrosas	Gasolineras extraídas de Geo_EDIF		Vector	-	Evaluar cercanía a instalaciones potencialmente peligrosas
	Poliductos	Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables (MERNR), 2022	Vector		
	Gaseoducto		Vector		
Restricciones ambientales y normativas	Humedales RAMSAR	Ministerio del Ambiente y Energía (MAE), 2025	Vector	-	Excluir o restringir áreas no aptas para la localización
	Sistema Nacional de Áreas de Protegidas (SNAP)				
	Bosques y vegetación Protectores				
	Cobertura y uso de suelo	MapBiomás Ecuador, 2024	Vector	1:50.000	

Definición de criterios de evaluación

A partir de las variables obtenidas de fuentes oficiales, se procesó cada una de ellas para establecer los criterios de evaluación. En el caso de la accesibilidad vial, la capa fue dividida en los subcriterios de jerarquía vial, tipo de superficie y transitabilidad. La selección de los criterios se tomó en cuenta considerando su incidencia sobre la seguridad, continuidad operativa, accesibilidad y funcionalidad territorial necesaria para la ubicación del COE-P. Los demás criterios fueron planteados como variables temáticas directas, evaluadas a partir de rangos de aptitud territorial. De forma complementaria, se incorporaron restricciones ambientales y de uso de suelo para excluir áreas incompatibles con la implantación.

Generación de ráster estandarizados

Una vez preparada la información, cada variable fue transformada en una superficie de aptitud territorial mediante un proceso de reclasificación. Para ello, con base en la información contenida en la tabla de atributos de cada capa, se asignó un campo denominado “valor”, en el cual se establecieron categorías ordinales en una escala de 1 a 5, donde 1 representa la condición menos favorable y 5 la condición más favorable para la localización del COE-P. Esta asignación se realizó

de acuerdo con la consideración técnica de incidencia de cada criterio o variable analizada respecto al objetivo del estudio.

Posteriormente, estas capas reclasificadas fueron convertidas a formato ráster y sometidas a un proceso de normalización lineal mediante la calculadora ráster de QGIS, obteniéndose nuevos ráster con valores continuos entre 0 y 1, aplicando la siguiente formula:

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3)$$

Donde:

X' = valor normalizado

X = valor reclasificado de cada unidad espacial

X_{min} = valor mínimo de la variable

X_{max} = valor máximo de la variable

Este procedimiento permitió estandarizar los criterios bajo una misma escala de comparación, de modo que pudieran ser integrados en el análisis multicriterio sin que las diferencias de rango o magnitud entre variables afectaran el resultado final. En este contexto, los valores más cercanos a 0 representan condiciones menos favorables, mientras que los valores próximos a 1 indican condiciones más favorables para la localización del COE-P.

La normalización aplicada corresponde a una forma de estandarización de criterios empleada en análisis multicriterio espacial para homogenizar factores antes de su combinación ponderada dentro de modelos de evaluación multicriterio en SIG (Malczewski, 1999) (Eastman, 2004). De este modo, todas las capas resultantes pudieron integrarse posteriormente mediante la combinación lineal ponderada del método AHP.

Con la finalidad de garantizar la consistencia espacial, las capas convertidas a formato ráster fueron generadas con una resolución de $30\text{ m} \times 30\text{ m}$, teniendo en cuenta la misma extensión geográfica y el sistema de referencia espacial.

Construcción y valoración de variables

A partir de la información recopilada se construyeron las variables espaciales empleadas en el modelo multicriterio: accesibilidad vial, susceptibilidad a inundación, pendiente, centralidad territorial, riesgo tecnológico por cercanía a gasolineras, poliductos y gaseoductos y peligro sísmico probabilístico. El tratamiento de cada variable dependió de la naturaleza del insumo de origen. En el caso de capas vectoriales, se realizaron procesos de clasificación temática, asignación de atributos de aptitud y, cuando fue necesario, análisis de proximidad mediante zonas de influencia. En el caso de capas ráster continuas, como la pendiente, se efectuaron procedimientos de reclasificación por rangos.

Variable vial

La variable vial fue incorporada como criterio de accesibilidad territorial, bajo el supuesto de que el COE-P requiere facilidad de acceso, capacidad de respuesta y articulación con la red de movilidad existente. Para su construcción se utilizó la capa de vías del Instituto Geográfico Militar a escala 1:50.000, a partir de la cual se consideraron tres subcriterios: jerarquía vial, tipo de superficie y transitabilidad. En una primera etapa, se realizó la valoración de cada subcriterio a partir de las categorías presentes en la capa vial. Asignando valores de aptitud en función de la importancia relativa de cada característica dentro del análisis de accesibilidad, otorgando mayor puntaje a aquellas condiciones que favorecen una mejor conectividad y operatividad de la red. La clasificación utilizada se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3.

Valoración de subcriterios de la variable vial

Subcriterio	Categoría	Valor asignado
Jerarquía vial	Ruta primaria	5
Jerarquía vial	Ruta secundaria	3
Jerarquía vial	Ruta local	1
Tipo de superficie	Duro / pavimento	5
Tipo de superficie	Suelto / no pavimentado	2
Tipo de superficie	Temporal	1
Transitabilidad	Todo el año	5
Transitabilidad	Época seca	2

Posteriormente, se aplicó el método AHP a los tres subcriterios, obteniendo a partir de la matriz de comparación por pares que la jerarquía vial constituye el componente de mayor incidencia dentro del criterio, seguida del tipo de superficie y, finalmente, la transitabilidad.

Los pesos resultantes obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 4.

Ponderación de los subcriterios de la variable vial

Subcriterio	Ponderación
Jerarquía vial	0.633
Tipo de superficie	0.260
Transitabilidad	0.106

Con base en estos pesos se calculó un índice compuesto de calidad vial para cada tramo de la red mediante la siguiente expresión:

$$peso_via = (jerar_via \times 0.633) + (sup_via \times 0.260) + (transit \times 0.106)$$

Como resultado de este procedimiento se obtuvieron valores discretos detallados en la columna valores de peso_via, **Tabla 5.**

Para simplificar el tratamiento espacial de la variable y facilitar la construcción de zonas de influencia, estos valores fueron agrupados en clases de aptitud vial y se reclasifico del 1 al 5, conforme se muestra a continuación:

Tabla 5.

Reclasificación del índice compuesto de calidad vial

Valores de peso_vía	Reclasificación de aptitud vial
4.22 – 5.00	5
3.73 – 3.90	4
2.63 – 2.95	3
1.11 – 1.42	2

Con la capa de vía reclasificada se generaron buffers a diferentes distancias, con el propósito de representar la influencia espacial de la red vial sobre el territorio. Bajo esta lógica, se asumió que las vías de mejor condición funcional ejercen una influencia territorial más amplia, mientras que las vías de menor aptitud presentan una influencia espacial más reducida. Las distancias utilizadas fueron las siguientes:

Tabla 6.

Distancias aplicadas a la variable vial

Reclasificación de aptitud vial	Distancia de buffer
5	1000 m
4	800 m
3	500 m
2	200 m

Cada buffer fue generado de manera independiente, posteriormente, las zonas del territorio que no quedaron comprendidas dentro de ninguna de las distancias definidas recibieron el valor de aptitud 1, ya que representan sectores sin influencia vial directa dentro de las distancias establecidas.

En consecuencia, la clasificación final de la variable vial quedó estructurada de la siguiente manera:

Tabla 7.

Categorización de aptitud de la variable vía

Reclasificación	Categorización
5	Influencia vial muy alta
4	Influencia vial alta
3	Influencia vial media
2	Influencia vial baja
1	Sin influencia vial dentro de la distancia definida

Una vez obtenida la cobertura final, esta fue convertida a ráster y normalizada conforme a la formula (3(3)). La equivalencia de esta transformación se resume en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Equivalencia de normalización para variables ordinales

Valor reclasificado	Valor normalizado
1	0.00
2	0.25
3	0.50
4	0.75
5	1.00

De esta manera, la variable vial quedó representada como una superficie continua y estandarizada, en la cual los valores más cercanos a 1 corresponden a mejores condiciones de accesibilidad y conectividad territorial, mientras que los valores próximos a 0 representan sectores con menor influencia vial dentro del área de estudio.

Variable de susceptibilidad a inundaciones

La variable se definió con el fin de identificar las condiciones territoriales más favorables para la localización del COE-P, teniendo en cuenta que para su continuidad operativa la zona debe poseer menor susceptibilidad a inundaciones. Para ello, se utilizó la capa de Susceptibilidad a inundación del MAGAP, la cual contiene categorizaciones asociadas al nivel de susceptibilidad del territorio.

Luego, se reclasificó en una escala del 1 al 5, con el fin de representar la aptitud territorial de cada categoría con respecto al objetivo del estudio, donde los valores más altos corresponden a las zonas con menor susceptibilidad y los valores menores a las zonas con mayor susceptibilidad Tabla 9.

Tabla 9.

Reclasificación de la variable de susceptibilidad a inundación

Categoría	Valor asignado
Sin susceptibilidad	5
Baja	4
Media	3
Poblados-zona urbana	3
Alta	2
Cuerpo de agua natural	1

La categoría poblados-zona urbana recibió un valor intermedio, debido a que no representa de manera directa un nivel específico de susceptibilidad a inundación, mientras que la categoría cuerpo de agua natural recibió el valor mínimo por corresponder a zonas no favorables para la implantación de infraestructura.

Una vez obtenida la capa reclasificada, esta fue convertida a formato ráster y normalizada mediante la formula (3(3)).

Variable pendiente

La variable pendiente se integró con el fin de representar las características topográficas del terreno y su influencia en la aptitud territorial para la localización del COE-P. Esto se debe a que la pendiente influye directamente en la factibilidad de implantación de infraestructura, la accesibilidad, la estabilidad del terreno y el comportamiento del drenaje superficial.

Para la obtención de esta variable se empleó un modelo digital de elevación SRTMGL1 de 30 m de resolución, a partir del cual se generó el ráster de pendiente expresado en porcentaje.

Luego, el ráster resultante fue reclasificados en intervalos de aptitud, favoreciendo las pendientes suaves por ofrecer mejores condiciones para la implantación de infraestructura y el acceso operativo, pero teniendo en cuenta que las superficies completamente planas no fueron consideradas como las de mayor aptitud, ya que en territorios de llanura pueden asociarse con limitaciones de drenaje y susceptibilidad a encharcamientos.

Tabla 10.

Reclasificación de la variable pendiente

Rango de pendiente (%)	Reclasificación
0 – 2	3
> 2 – 4	5
> 4 – 8	4
> 8 – 15	2
> 15	1

Una vez obtenida la capa reclasificada, esta fue convertida a formato ráster y normalizada mediante la formula (3(3)).

Variable de centralidad territorial

La variable de centralidad/densidad poblacional fue construida con el fin de representar la influencia relativa de los principales centros administrativos y poblacionales dentro de la provincia del Guayas. Para ello se utilizó la capa GEO_AREA2014 del INEC, a partir de la cual se obtuvieron las cabeceras cantonales y se generó una capa de puntos representativos mediante la herramienta de punto en superficie. A cada punto se le asignó la población total correspondiente al cantón al que pertenece, empleando como referencia los resultados del Censo Ecuador 2022 del INEC. (INEC, 2022)

En los casos de Daule y Samborondón, existió el caso de que un mismo cantón estuvo representado por dos cabeceras en la capa utilizada, la población cantonal fue distribuida de manera equitativa entre los puntos representativos para evitar la duplicación del peso poblacional.

A partir de los puntos ponderados por población, se generó una superficie continua de centralidad territorial mediante la herramienta de estimación de densidad de núcleo de QGIS, utilizando el campo de población como factor de ponderación y un radio de 5000 m. El resultado obtenido muestra una superficie de influencia relativa, en donde los valores más altos representan sectores con mayor centralidad territorial respecto a la distribución y peso demográfico de las cabeceras cantonales, mientras que los valores más bajos representan zonas más periféricas. Para evitar vacíos espaciales en la superficie, las celdas sin información fueron reemplazadas por el valor 0, obtenido de esta forma una cobertura continua. Luego el ráster fue normalizado mediante una transformación lineal proporcional aplicando la formula (3(3), de manera que los valores más próximos a 1 representan sectores con mayor centralidad territorial, mientras que los valores cercanos a 0, sectores más periféricos.

Variable de Riesgos Tecnológicos por cercanía a Instalaciones Peligrosas

La variable de riesgos tecnológicos por cercanía a instalaciones peligrosas se consideró con el fin de reducir la exposición del COE-P frente a eventos asociados a sustancias inflamables, que pueden generar incendios, explosiones, fugas o afectaciones térmicas.

Para su construcción se utilizó la capa con ubicación de gasolineras, obtenida a partir de la capa GEO_EDIF del INEC, así como las capas de poliductos y gaseoducto del MERNR, correspondientes a infraestructura de transporte de hidrocarburos y gas. A partir de esta información se generaron zonas de influencia mediante buffers por distancia, con el propósito de representar diferentes niveles de aptitud territorial según la cercanía a este tipo de instalaciones. Bajo este sentido, las áreas más próximas fueron consideradas de menor aptitud, mientras que las áreas más alejadas se representan con valores más altos, considerando que poseen mayor aptitud.

Para la variable de cercanía a gasolineras se definieron rangos de valoración espacial conforme la Tabla 11., con el propósito de representar gradualmente la disminución de la aptitud territorial conforme aumenta la distancia a instalaciones asociadas al almacenamiento y expendio de combustibles. Estos umbrales no fueron asumidos como distancias normativas obligatorias para la localización del COE-P, sino como rangos de valoración progresiva por proximidad, definidos para reflejar la variación espacial del riesgo asociado a la proximidad a gasolineras.

Tabla 11.

Reclasificación de la variable de riesgo tecnológico por cercanía a gasolineras

Distancia a gasolineras	Reclasificación
0 – 400 m	1
> 400 – 800 m	3
> 800 m	5

Para los poliductos y el gaseoducto, se establecieron rangos de distancia diferenciados con base en dos criterios. En primer lugar, se consideró como referencia mínima el derecho de vía de 15 m a cada lado del eje del ducto, valor utilizado institucionalmente para el Sistema de Oleoducto Transecuatoriano (SOTE) y los poliductos de EP Petroecuador. Esta franja representa el espacio inmediato de servidumbre y seguridad operativa del ducto, por lo que fue valorada como la condición de menor aptitud. (PETROECUADOR, 2020)

En segundo lugar, para definir rangos complementarios de evaluación espacial más allá del derecho de vía, se consideró la necesidad de representar una disminución gradual de la aptitud territorial conforme aumenta la cercanía a infraestructura lineal asociada al transporte de hidrocarburos y gas. Como referencia técnica complementaria, en normativa estadounidense para gasoductos de transmisión se emplean distancias de análisis de 100 yardas (91.44 m) respecto de edificaciones de alta ocupación y franjas de 220 yardas (201.17 m) a cada lado del eje, lo que evidencia que la proximidad a ductos constituye una condición relevante en la evaluación

territorial (PHMSA, 2026). Estas distancias no fueron asumidas como retiros normativos obligatorios para el caso ecuatoriano, sino como sustento técnico para establecer rangos de valoración progresiva por proximidad.

Con base en ello, se definieron los siguientes rangos de valoración para poliductos y gaseoducto:

Tabla 12.

Reclasificación de la variable de riesgo tecnológico por cercanía a gaseoducto o poliductos

Distancia a poliductos y gaseoducto	Reclasificación
0 – 15 m	1
> 15 – 100 m	2
> 100 – 200 m	3
> 200 m	5

Posteriormente, cada una de estas capas fue convertida a formato ráster, utilizando el campo de reclasificación correspondiente como valor de rasterización. Una vez obtenidos los ráster de gasolineras, poliductos y gaseoducto, estos fueron integrados en una sola superficie mediante la calculadora ráster de QGIS, aplicando el operador **mínimo**, con el fin de representar en cada celda la condición más restrictiva asociada a la proximidad a infraestructura peligrosa. De esta manera, la variable final recoge el nivel de aptitud territorial considerando la influencia más desfavorable entre las tres fuentes analizadas.

Luego el ráster fue normalizado mediante una transformación lineal proporcional aplicando la formula (3(3).

Variable de peligro sísmico probabilístico

La variable de peligro sísmico probabilístico fue incorporada con el fin de representar la amenaza asociada al sacudimiento sísmico del terreno. Para ello se utilizó la capa de aceleración horizontal pico (PGA) correspondiente a un período de retorno de 475 años, o una probabilidad de

10% de ser excedida al menos una vez en los próximos 50 años, expresada en unidades de gravedad (IG, 2026). Dado que valores más altos de aceleración implican condiciones menos favorables para la implantación de infraestructura estratégica, la variable fue reclasificada mediante una escala ordinal de aptitud, asignando mayores valores a los rangos de menor aceleración y menores valores a los de mayor aceleración.

Tabla 13.

Reclasificación de la variable de peligro sísmico probabilístico

Rango de aceleración (g)	Reclasificación
0,21 – 0,30	5
0,31 – 0,40	4
0,41 – 0,50	2

Una vez reclasificada, la variable fue convertida a formato ráster y normalizada aplicando la formula (3(3), permitiendo su integración homogénea con los demás criterios del modelo.

Ponderación de criterios mediante AHP

En el presente estudio, se consideraron seis criterios principales: accesibilidad vial, vulnerabilidad a inundaciones, cercanía a instalaciones peligrosas, peligro sísmico probabilístico para un período de retorno de 475 años, pendiente y centralidad territorial. A partir de la matriz de comparación por pares **Tabla 17.**, se valoró la importancia relativa de cada criterio respecto al objetivo de identificar áreas aptas para la localización del COE-P.

La comparación por pares se realizó utilizando la escala fundamental de Saaty **Tabla 1.**, cuyos valores oscilan entre 1 y 9, donde 1 representa igual importancia entre dos criterios y 9 representa una importancia extrema de un criterio sobre otro.

A partir de la matriz de comparación por pares se obtuvieron los pesos normalizados de cada criterio, donde la variable de mayor peso dentro del modelo corresponde a la vulnerabilidad a inundaciones, con una ponderación de 0.336, seguida de la accesibilidad vial con 0.238, la

cercanía a instalaciones peligrosas con 0.184, la densidad poblacional con 0.121, la pendiente con 0,075 y, finalmente, el peligro sísmico con 0.047. Estos valores reflejan la relevancia relativa asignada a cada criterio dentro del proceso de decisión.

Tabla 14.

Ponderación de los criterios mediante método AHP

Criterio	Ponderación
Accesibilidad vial (AV)	0.238
Susceptibilidad a inundaciones (SI)	0.336
Cercanía a instalaciones peligrosas (CIP)	0.184
Peligro sísmico TR 475 años (PS)	0.047
Pendiente (P)	0.075
Centralidad poblacional (DP)	0.121

Para verificar la coherencia de los juicios emitidos en la matriz de comparación por pares, se calculó el valor propio máximo λ_{max} , el índice de consistencia (CI) y la razón de consistencia (CR). El valor obtenido para λ_{max} fue 6.118. A partir de este resultado se calculó el índice de consistencia de 0.0238 y la razón de consistencia de 0.0192, empleando un índice aleatorio $RI = 1.24$ para matrices de orden 6. Dado que la razón de consistencia es menor a 0.10, se consideró que la matriz presenta un nivel de consistencia satisfactorio y, por tanto, las ponderaciones obtenidas son aceptables para su aplicación en el modelo multicriterio.

La combinación lineal ponderada utilizada para generar el ráster de idoneidad territorial sin restricciones se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$A = (0.238 \times AV) + (0.336 \times SI) + (0.184 \times CIP) + (0.047 \times PS) + (0.075 \times P) + (0.121 \times CT)$$

Donde:

A = aptitud territorial final

AV = accesibilidad vial

SI = susceptibilidad a inundación

CIP = cercanía a instalaciones peligrosas

PS = peligro sísmico probabilístico

P = pendiente

CT = centralidad territorial

Esta combinación lineal ponderada permitió obtener una superficie continua de aptitud territorial sin restricciones, en la cual los valores más altos representan condiciones más favorables y los valores más bajos corresponden a condiciones menos favorables para la implantación del COE-P.

Construcción de la capa de restricciones ambientales y territoriales

Con el objetivo de poder excluir áreas incompatibles para la localización del COE-P, se elaboró un ráster de restricciones ambientales y territoriales. Esta capa permitió, identificar las zonas que, por su condición ambiental y territorial, no deben ser consideradas dentro del proceso de selección espacial.

Para su construcción se emplearon coberturas vectoriales provenientes del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), correspondientes a Humedales RAMSAR, Sistema Nacional de Áreas de Conservación del Ecuador y Bosques y Vegetación Protectores. Estas coberturas fueron integradas en una sola capa mediante procesos de unión y disolución, con el fin de consolidar en una única superficie todas las áreas sujetas a restricción ambientales. Posteriormente, se creó el campo de “valor” al cual se le asignó 0 para representar las zonas restringidas y se convirtió esta capa a ráster.

Adicionalmente, se incorporó la capa de cobertura y uso de suelo obtenida de MapBiomás Ecuador 2024, a partir de la cual se realizó una reclasificación binaria para diferenciar las áreas permitidas de aquellas no adecuadas para la implantación del COE-P, de acuerdo con el detalle de la tabla 3.

Tabla 15.

Reclasificación binaria de la cobertura y uso de suelo

Categoría de cobertura y uso de suelo	Valor asignado	Interpretación
Infraestructura urbana	1	Apta
Otra área antrópica sin vegetación	0	No apta
Camaroneras	0	No apta
Cuerpos de agua	0	No apta
Humedales	0	No apta
Bosque natural y vegetación protectora	0	No apta
Otras coberturas no compatibles	0	No apta

Para finalizar se combinaron los ráster con el uso de la calculadora ráster de QGIS para obtener el ráster final de aptitud/restricción, en el cual las zonas restringidas tomaron el valor 0 y las zonas permitidas el valor 1.

Integración multicriterio y obtención del mapa final de idoneidad territorial

Una vez obtenido el ráster de aptitud territorial mediante el método AHP y el ráster de restricciones, ambos fueron multiplicados mediante la calculadora ráster de QGIS:

$$A_f = A \cdot R$$

Donde:

A_f = ráster final de idoneidad territorial

A = ráster de aptitud obtenido mediante la combinación lineal ponderada

R = ráster de restricciones, con valores 0 para zonas restringidas y 1 para zonas permitidas

La multiplicación entre el ráster de aptitud y el ráster de restricciones, dio como resultado el ráster de idoneidad territorial que contiene una superficie continua de aptitud, con valores normalizados entre 0 y 1, siendo 0 las zonas no aptas o restringidas.

Con fines de interpretación cartográfica y análisis espacial, el ráster de idoneidad territorial fue clasificado en 6 clases de intervalos iguales y se le asignó las siguientes categorías del menor

al mayor valor identificado: Restringida / No apta, Muy baja aptitud, Baja aptitud, Media aptitud, Alta aptitud y Muy alta aptitud.

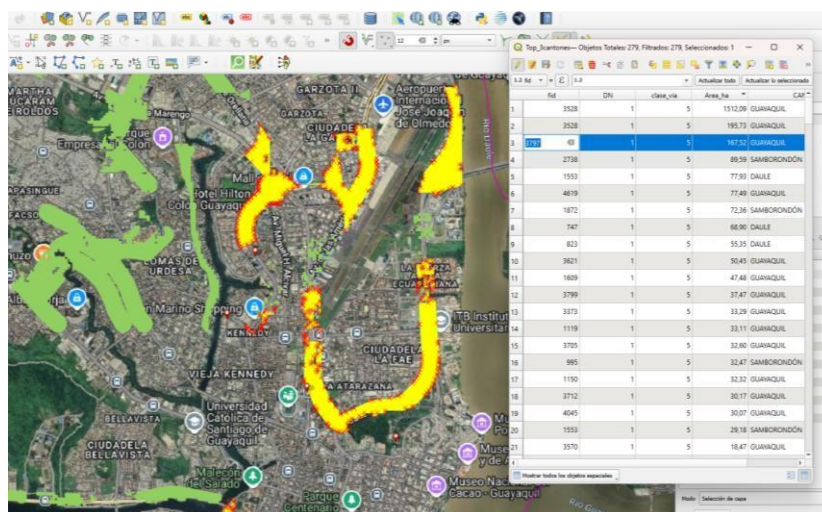
Esta clasificación permitió representar de manera más clara la distribución espacial de la idoneidad territorial en la provincia del Guayas y facilitó la identificación de áreas prioritarias para la selección de alternativas de localización.

Selección de alternativas territoriales

Con base en el mapa final de idoneidad, se clasificaron las áreas por aptitud desde muy baja a muy alta. Para la selección de alternativas se trabajó con las zonas clasificadas como **alta** y **muy alta aptitud**, por representar las mejores condiciones territoriales. A partir de ello, se generó una capa con dichos polígonos, sobre la cual se calculó el área de cada unidad en hectáreas y se vinculó la información del cantón con el que intersecaban, con el fin de identificar su extensión, continuidad espacial y distribución territorial.

Figura 5.

Cálculo del área de los polígonos



Como criterio de priorización territorial, se analizaron los cantones que concentraban la mayor superficie acumulada de áreas aptas, bajo el supuesto de que estos representaban sectores

con mayor presencia de condiciones favorables para la localización del COE-P. Como resultado de este análisis, se priorizaron los cantones de Guayaquil, Samborondón y Daule.

Posteriormente, se generó un buffer de 100 m alrededor de las vías principales, con el propósito de privilegiar polígonos próximos a la red vial principal y, por tanto, con mejores condiciones de accesibilidad operativa. En una siguiente etapa, esta capa fue interceptada con la capa de cabeceras cantonales, obteniéndose una nueva capa, lo que permitió restringir la búsqueda a zonas aptas, accesibles y territorialmente vinculadas a centros cantonales.

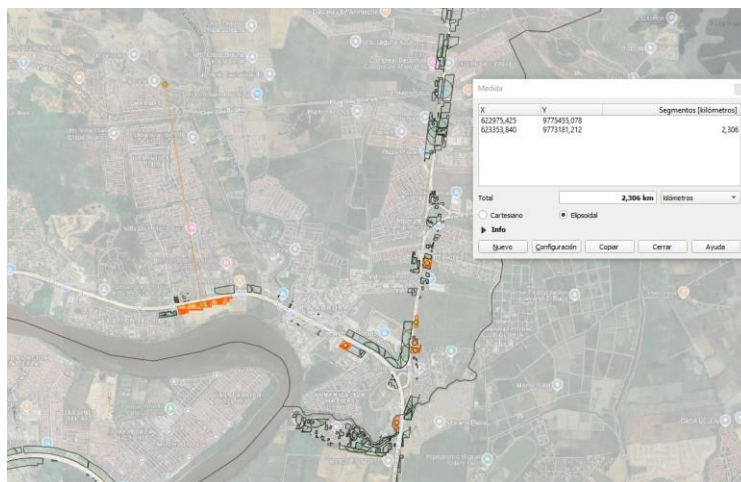
Posteriormente, esta capa fue intersecada con la capa CA04 del INEC, con el fin de fragmentar y ajustar los polígonos candidatos con base en la delimitación de manzanas.

Dado que esta capa incluye información sobre la categoría “lotes vacíos”, se realizó una revisión predio a predio con apoyo de las imágenes satelitales de Google Satellite Hybrid y Esri Hybrid, con el fin de verificar si esa condición se mantenía en la actualidad, teniendo en cuenta la limitante del tiempo de actualización de las imágenes satelitales. Como resultado, se identificaron 20 predios que cumplían con la condición de lote vacío de acuerdo con la vista del mapa base.

A partir de estos 20 predios, se generaron sus respectivos centroides y, posteriormente, se calculó el centro medio a partir de la ubicación de estos. Sobre esta base, se midió la distancia entre el centroide de cada predio y el punto medio correspondiente, asumiendo que una menor distancia reflejaba una localización más representativa y funcional dentro del grupo de predios seleccionados en cada cantón.

Figura 6.

Distancia de puntos medio a centroides de los predios



De esta manera, la selección de alternativas territoriales permitió reducir progresivamente el universo inicial de áreas aptas hasta definir tres predios candidatos, sustentados en criterios de aptitud espacial, accesibilidad, relación con centros cantonales y disponibilidad predial aparente.

Resultados

Resultados del análisis multicriterio

La integración de las variables estandarizadas y ponderadas mediante el método AHP permitió obtener una superficie continua de idoneidad territorial para la localización del COE-P en la provincia del Guayas. En estas zonas, los valores más altos representan condiciones más favorables y los valores más bajos corresponden a condiciones menos favorables para la implantación de esta infraestructura estratégica. La combinación lineal ponderada permitió representar el peso relativo de cada criterio, destacándose la susceptibilidad a inundaciones y la accesibilidad vial como las variables de mayor peso dentro del modelo, seguidas por la cercanía a instalaciones peligrosas, la centralidad territorial, la pendiente y el peligro sísmico probabilístico.

Después, con la capa de restricciones ambientales y de uso y cobertura de suelo se excluyó del análisis aquellas zonas no compatibles con la ubicación del COE-P, tales como cuerpos de agua, humedales, áreas de protección ambiental, bosques y coberturas de uso de suelo no aptas. Como resultado, se obtuvo el ráster de idoneidad territorial, con valores comprendidos entre 0 y 0.8833625.

Para identificar de manera más clara la distribución espacial, el ráster resultado, se reclasificó en seis categorías, las cuales fueron: Restringida / No apta, Muy baja aptitud, Baja aptitud, Media aptitud, Alta aptitud y Muy alta aptitud.

Tabla 16.

Categorización de ráster idoneidad territorial en 6 clases

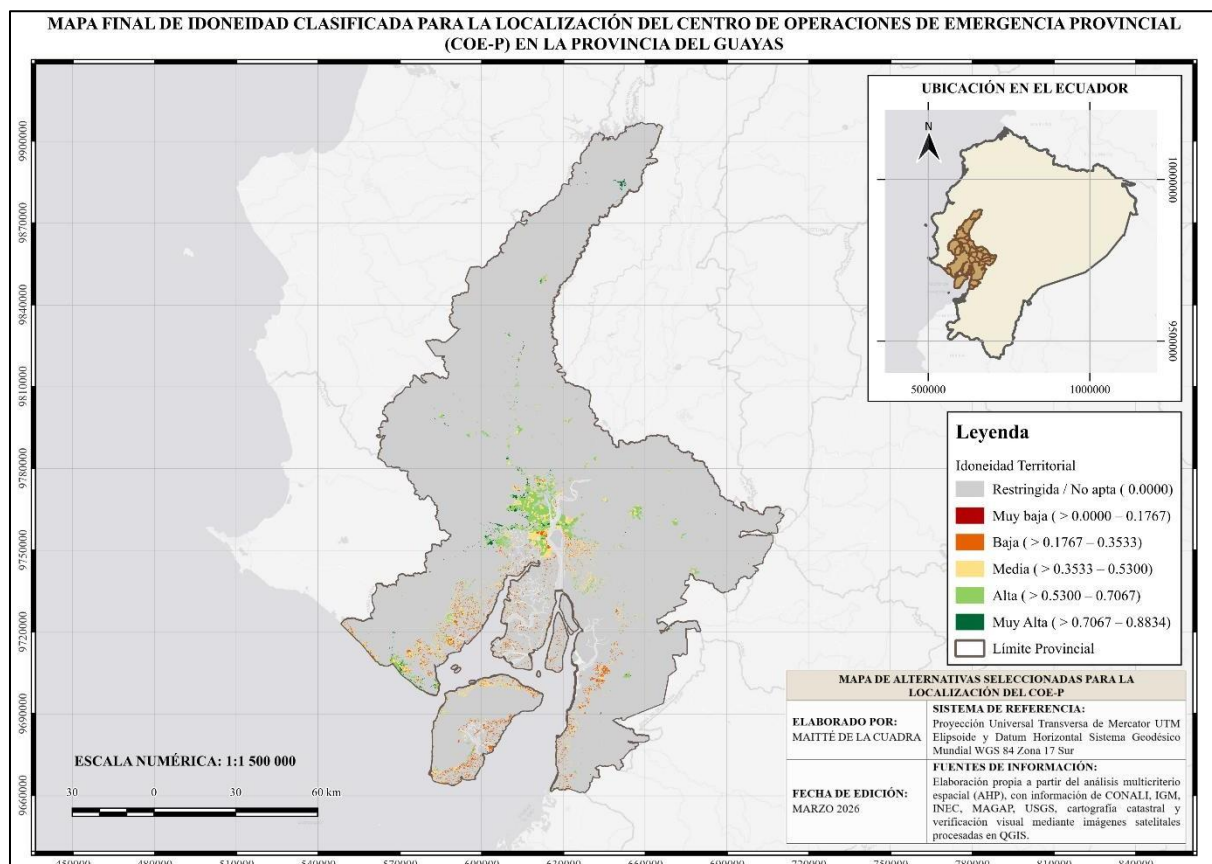
Valor Ráster	Categorización
0.0000	Restringida / No apta
> 0.0000 – 0.1767	Muy baja
> 0.1767 – 0.3533	Baja
> 0.3533 – 0.5300	Media
> 0.5300 – 0.7067	Alta
> 0.7067 – 0.8834	Muy alta

Distribución espacial de la idoneidad territorial

La distribución espacial del mapa de idoneidad territorial muestra que las zonas con mayor aptitud no se presentan de forma homogénea en toda provincia, sino que se concentran principalmente en el entorno de las zonas urbanas y en corredores territoriales con mejores condiciones de accesibilidad. Por ende, extensas zonas del territorio fueron clasificadas en categorías bajas de aptitud ya sea por la presencia de limitaciones ambientales, hidrológicas o de cobertura y uso de suelo. Este resultado verifica que la ubicación del COE-P no debe responder únicamente a criterios administrativos, sino que requiere una evaluación que integre múltiples variables espaciales.

Figura 7.

Mapa de idoneidad territorial



Priorización de áreas de alta y muy alta aptitud

Con fines de selección de alternativas, se trabajó con las zonas correspondientes a valores superiores a 0.53, equivalentes a las categorías de alta y muy alta aptitud. A partir de esta extracción se obtuvo un conjunto inicial de polígonos candidatos, sobre los cuales se calculó el área en hectáreas para analizar su continuidad espacial y magnitud territorial. Posteriormente, se evaluó la distribución de estos polígonos por cantón, identificándose que la mayor concentración de superficie apta se localizaba en Guayaquil, seguido de Samborondón y Daule, cantones del entorno metropolitano. Este resultado permitió enfocar la búsqueda en los cantones con mayor potencial territorial para la localización del COE-P.

Filtrado por accesibilidad y centralidad

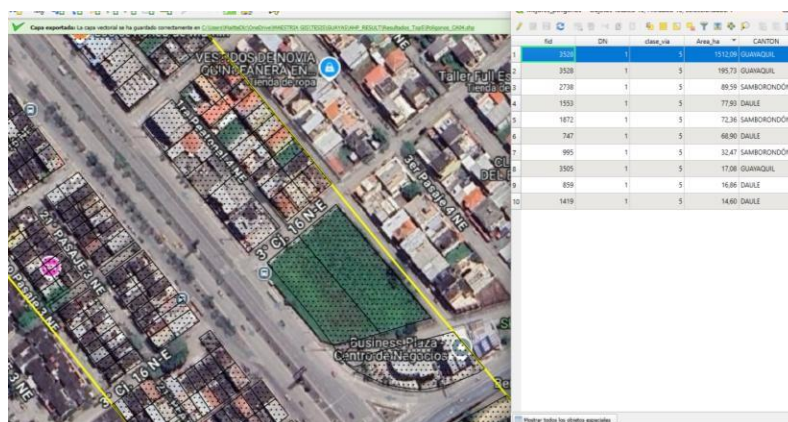
Se seleccionaron las vías con valor 5 en la variable vial y se generó un buffer de 100 m a su alrededor, con el fin de restringir el análisis a zonas con accesibilidad inmediata a la red vial principal. Esta capa resultante se intersecó con la capa de cabeceras cantonales, para acortar la búsqueda a sectores aptos, accesibles y vinculados a centros administrativos cantonales. Luego, se calcularon las áreas de los polígonos resultantes, que tenían la información correspondiente al cantón donde están ubicados. Con base en esto, se organizaron los datos y se obtuvo la suma de las áreas por cantón. Como resultado de este filtrado, se seleccionaron los cantones con mayor área, siendo estos: Guayaquil, Samborondón y Daule, los cuales fueron priorizados para la revisión detallada de polígonos candidatos.

Selección predial preliminar

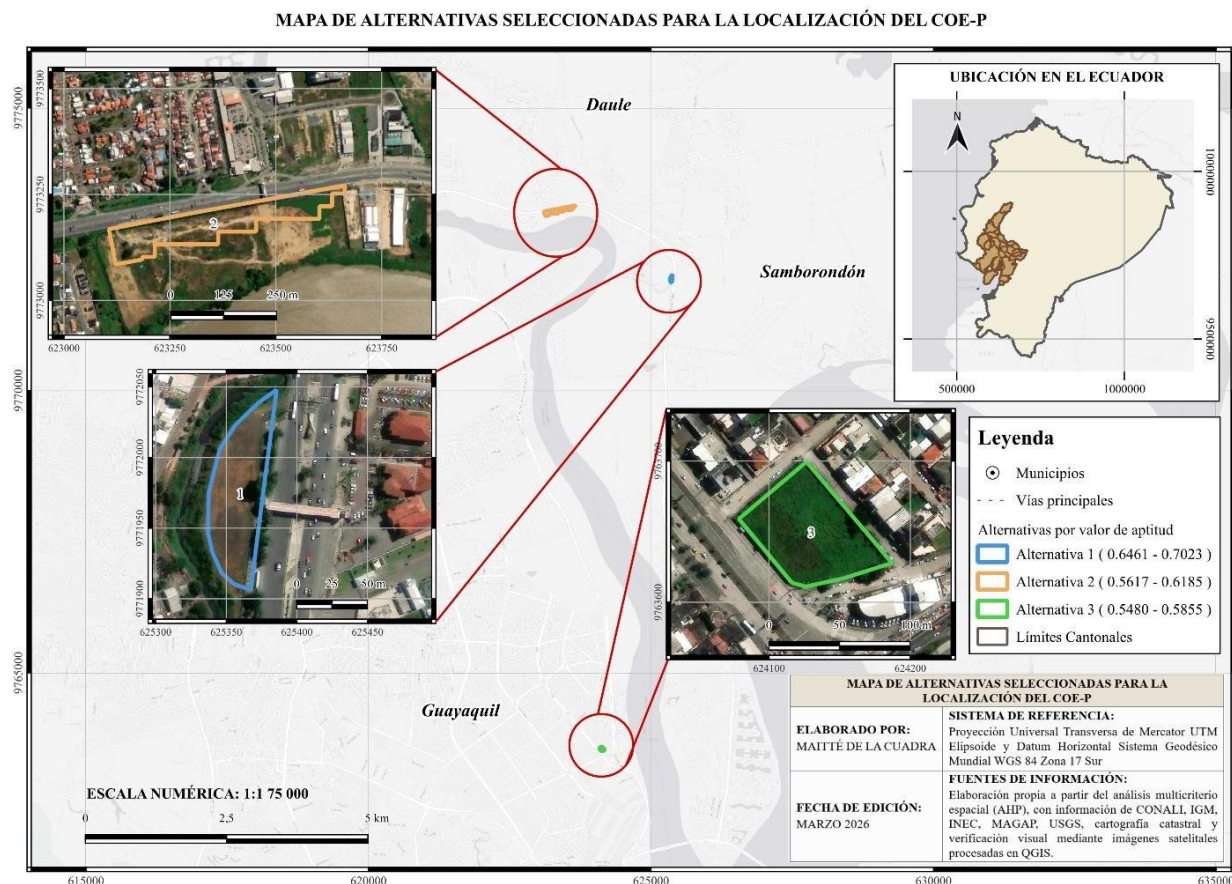
Una vez identificados los polígonos con mejores condiciones en Guayaquil, se utilizó la ubicación del edificio de la Gobernación y un buffer de 5 km para priorizar polígonos con mejor articulación administrativa. En Daule y Samborondón, se privilegiaron polígonos cercanos a los respectivos edificios municipales. Luego, estos polígonos fueron intersecados con la capa CA04 del INEC, que contiene la digitalización de los predios con su tabla de atributos que registra el dato de “lotes vacíos”, lo que permitió obtener solo los predios ubicados en los cantones de análisis y excluir aquellos polígonos ubicados sobre vías. Luego, mediante verificación visual con imágenes satelitales, se consolidó un conjunto de 20 predios candidatos.

Figura 8.

Búsqueda de alternativas

**Selección final de alternativas**

A partir de los 20 predios candidatos, se generaron puntos centroides de cada uno y se calculó el punto medio a partir de los centroides de los predios. Luego se midió la distancia entre el centroide de cada predio y el punto medio. Bajo el supuesto de que una menor distancia expresa una localización más representativa y funcional dentro de cada cantón priorizado, se seleccionó un predio por cantón, correspondiente al de menor distancia al punto medio. Como resultado final se obtuvieron tres alternativas territoriales: una en Guayaquil, una en Samborondón y una en Daule.



Discusión y justificación de las alternativas

Las alternativas resultantes corresponden a aquellos que, dentro de cada cantón priorizado, presentaron una mejor ubicación respecto al centro medio del conjunto de predios candidatos, así como coherencia con la lógica operativa del COE-P.

La alternativa ubicada en Guayaquil se justifica por encontrarse en el cantón que concentró la mayor cantidad de polígonos y la mayor superficie acumulada de zonas aptas, lo que evidencia una mayor disponibilidad territorial con condiciones favorables. Además, su proximidad al edificio de la Gobernación refuerza su conveniencia funcional e institucional, al facilitar la articulación con los actores estratégicos que integran el COE Provincial.

La alternativa en Samborondón se justifica por su ubicación dentro de un cantón representativo del área metropolitana, con condiciones favorables de accesibilidad, continuidad espacial y cercanía a puntos estratégicos administrativos. La selección de esta área permite incorporar una alternativa estratégica dentro del corredor oriental del sistema urbano provincial.

La alternativa en Daule se justifica por corresponder a un sector con presencia de áreas aptas y adecuada relación con la estructura administrativa cantonal, manteniendo además una localización funcional dentro de la dinámica territorial de expansión del entorno metropolitano.

En conjunto, las tres alternativas seleccionadas representan sectores territorialmente viables, con factibilidad preliminar de implantación y coherencia con los requerimientos funcionales de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial. Sin embargo, su priorización final debe entenderse como una aproximación de escala territorial y predial preliminar, que debe complementarse con estudios específicos de factibilidad técnica, legal, catastral y operativa.

Conclusiones

- La integración del Sistema de Información Geográfica y del método AHP permitió construir un procedimiento técnico y reproducible para determinar áreas aptas para la localización del COE-P en la provincia del Guayas.
- Los criterios de accesibilidad vial, susceptibilidad a inundación, cercanía a instalaciones peligrosas, peligro sísmico, pendiente y centralidad territorial reflejaron que la idoneidad para la localización del COE-P no depende de una sola variable, sino del análisis integrado de múltiples factores.
- El método AHP permitió establecer una jerarquía entre los criterios de evaluación, obteniendo como variables de mayor peso la vulnerabilidad a inundaciones y la

accesibilidad vial, lo que evidencia la importancia de considerar la continuidad operativa y conectividad para una infraestructura estratégica como el COE-P.

- Contar con los insumos de restricciones ambientales y de uso de suelo fue fundamental para excluir áreas incompatibles con la implantación, evitando que zonas aparentemente favorables desde la aptitud física fueran consideradas como opciones validas.
- El éxito en la aplicación de las metodologías de jerarquización depende fundamentalmente del recurso humano involucrado, ya que se encuentra estrechamente ligado a la experiencia y al nivel de conocimiento de los analistas responsables del proceso.
- Las alternativas finales seleccionadas en Guayaquil, Samborondón y Daule representan opciones territorialmente viables dentro del ámbito provincial; sin embargo, se debe realizar la validación en campo de los resultados obtenidos, con el fin de corroborar que la alternativa seleccionada como óptima responden adecuadamente a las condiciones reales del territorio. Además, requiere estudios complementarios de detalle antes de definir un sitio único recomendado.

Recomendaciones

- Verificar en campo el estado actual de los predios seleccionados, con el fin de validar su disponibilidad y descartar cambios recientes no visibles en las imágenes satelitales implementadas.
- Complementar las alternativas seleccionadas con estudios específicos de factibilidad técnica, considerando compatibilidad normativa, servicios básicos, accesos, conectividad y condiciones geotécnicas, entre otros.

- Se podría incorporar en futuros análisis variables adicionales, tales como tiempos reales de desplazamiento, cercanía a infraestructura crítica eléctrica y de telecomunicaciones, capacidad de expansión del sitio y condiciones de seguridad física.
- Las alternativas identificadas en este estudio pueden ser consideradas como insumo para la toma de decisiones institucionales, mas no como una opción final inmediata, dado que la selección definitiva del COE-P debe integrar también criterios administrativos, jurídicos, presupuestarios y operativos.

Bibliografía

- CONALI. (2023). *Límites territoriales de la organización territorial del estado interprovinciales e intercantonales, aprobado por el directorio del conali en sesión ordinaria del 15 de mayo de 2018 y extraordinaria del 17 de enero de 2023*. Obtenido de <https://pdot.sni.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Organizacion-Territorial-del-EstadoCONALIMDG>
- Eastman, J. R. (2004). *Multi-criteria evaluation and GIS*. Obtenido de https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch35.pdf?utm_source=
- GADP Guayas. (2021). *PDOT DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS 2021 - 2023*. Obtenido de <https://guayas.gob.ec/pdot/>
- Griffith, D. A., & Lea, A. C. (2005). *Locational Decision Making*. Obtenido de Encyclopedia of Social Measurement, Volume 2: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/3-s2.0-B0123693985003443/first-page-pdf>
- IG. (2026). *Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de Peligro sísmico probabilístico para un período de retorno de 475 años: <https://www.igepn.edu.ec/peligro-sismico/formulario-peligro-sismico>
- INEC. (2022). *Resultados Censo de Población - Población y Demografía*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de-poblacion-y-vivienda/>
- INEC. (2025). *Infografía Nacional*. Obtenido de <https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2023/09/InfoNacionalDatos.pdf>
- Instituto Geográfico Militar. (2013). *BASE CONTÍNUA ESCALA 1:50.000*. Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres*. (30 de 1 de 2024). Obtenido de <https://procuraduria.utpl.edu.ec/NormativaExterna/LEY%20ORG%C3%81NICA%20PARA%20LA%20GESTI%C3%93N%20INTEGRAL%20DEL%20RIESGO%20DE%20DESASTRES.pdf>
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., & Rhind, D. (2015). *Geographic Information Science and Systems (4th ed.)*. Wiley.
- Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. Obtenido de New York: John Wiley & Sons: https://books.google.com.pe/books?id=2Zd54x4_2Z8C&printsec=frontcover&utm_source=
- MapBiomás Ecuador. (2024). *Mapas de cobertura y uso*. Obtenido de <https://ecuador.mapbiomas.org/mapas-de-cobertura-y-uso/>

- National Strategy for Critical Infrastructure*. (2009). Obtenido de https://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrscs/pblctns/srtg-crtcl-nfrstrctr/srtg-crtcl-nfrstrctr-eng.pdf?utm_source=com
- PETROECUADOR. (2020). *Plan de manejo ambiental 2020 del Poliducto Esmeraldas–Santo Domingo–Quito*. EP Petroecuador. Obtenido de https://sistemasinternos.eppetroecuador.ec/cuentas/2020/INFORMACION%20PARA%20MINISTERIO%20RC%202020/PLAN%20DE%20MANEJO%20AMBIENTAL%2020%20POLIDUCTO%20ESMERALDAS%20SANTO%20DOMINGO%20QUITO/16270561-1627056.pdf?utm_source
- PHMSA. (2026). *Pipeline Safety: Class Location Change Requirements*. Obtenido de https://www.phmsa.dot.gov/sites/phmsa.dot.gov/files/2026-01/Pre-publication%20copy%20of%20Pipeline%20Safety%20Class%20Location%20Change%20Requirements.pdf?utm_source
- Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resources Allocation*. New York: McGraw-Hill.
- SNDGR. (9 de agosto de 2017). *Manual del Comité de Operaciones de Emergencia*. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Manual-del-COE.pdf>
- UNISDR. (2009). *Terminology on Disaster Risk Reduction*. Obtenido de <https://inee.org/es/eie-glossary/gestion-del-riesgo-de-desastre>
- USGS. (2012). *What is a geographic information system (GIS)?* Obtenido de <https://www.usgs.gov/faqs/what-a-geographic-information-system-gis>

Anexos

Matriz de comparación por pares

Tabla 17.

Matriz de comparación por pares

CRITERIOS	AV	SI	CIP	PS	P	CT	MATRIZ NORMALIZA (D)						PONDERACION (W)	%	(D*W)	λ
ACCESIBILIDAD VIAL (AV)	1	1/2	2	5	3	2	0.22	0.18	0.33	0.25	0.22	0.23	0.238	23.79	1.474	6.19
SUCEPTIBILIDAD DE INUNDACIONES (SI)	2	1	2	5	4	3	0.44	0.36	0.33	0.25	0.30	0.34	0.336	33.59	2.075	6.18
CERCANIA A INSTALACIONES PELIGROSAS (CIP)	1/2	1/2	1	4	3	2	0.11	0.18	0.16	0.20	0.22	0.23	0.184	18.38	1.124	6.12
PELIGRO SISMICO TR 475AÑOS (PS)	1/5	1/5	1/4	1	1/2	1/3	0.04	0.07	0.04	0.05	0.04	0.04	0.047	4.70	0.285	6.07
PENDIENTE (P)	1/3	1/4	1/3	2	1	1/2	0.07	0.09	0.05	0.10	0.07	0.06	0.075	7.48	0.45	6.06
CENTRALIDAD TERRITORIAL (CT)	1/2	1/3	1/2	3	2	1	0.11	0.12	0.08	0.15	0.15	0.11	0.121	12.06	0.73	6.09
TOTAL	4.53	2.78	6.08	20.00	13.50	8.83							1.00	100.00	λ_{max}	6.118

1. Índice de consistencia

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = 0.0238$$

Donde:

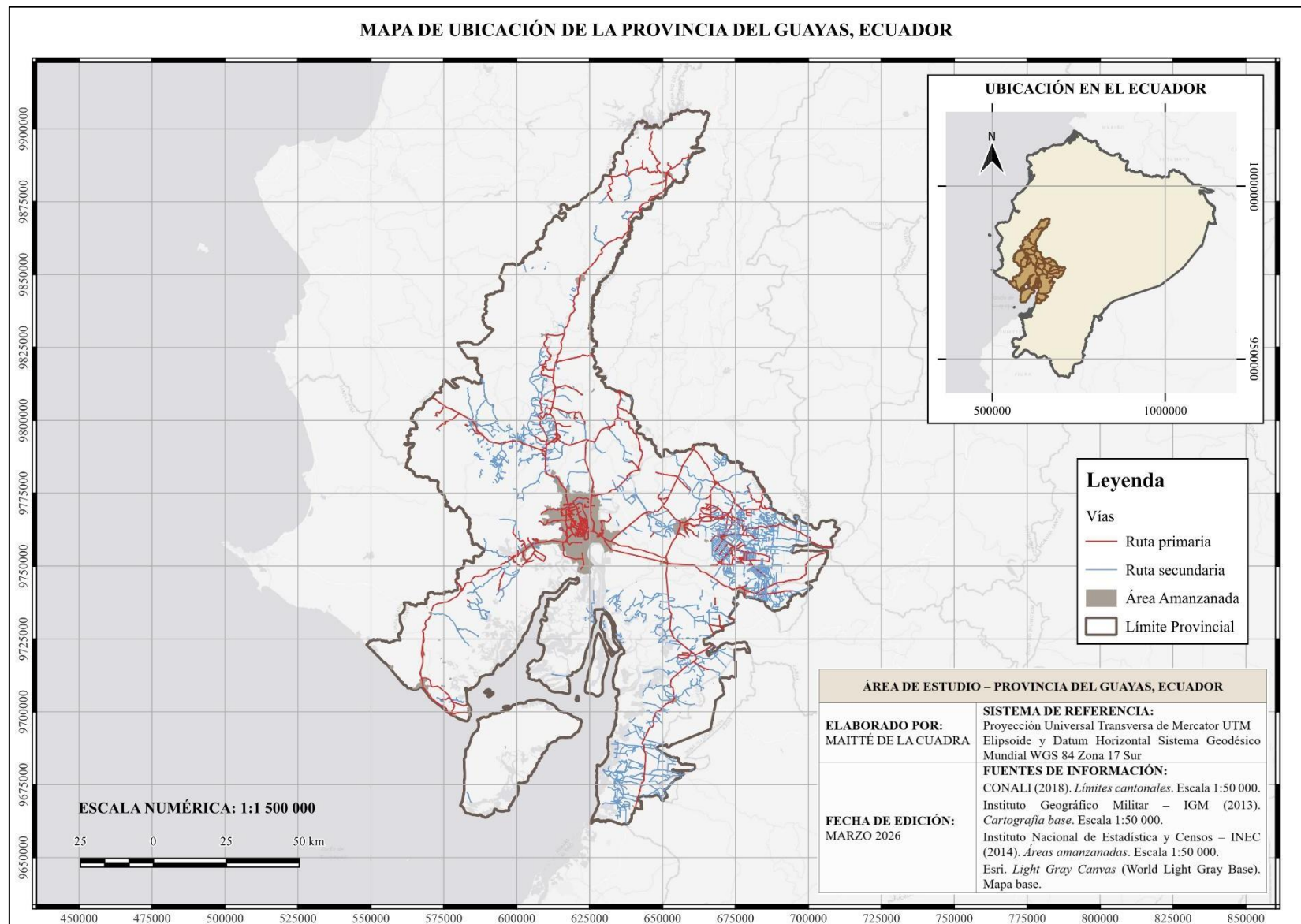
λ_{max} = valor propio máximo de la matriz ($\lambda_{max} = 6.118$)
 n = número de criterios

2. Razón de consistencia

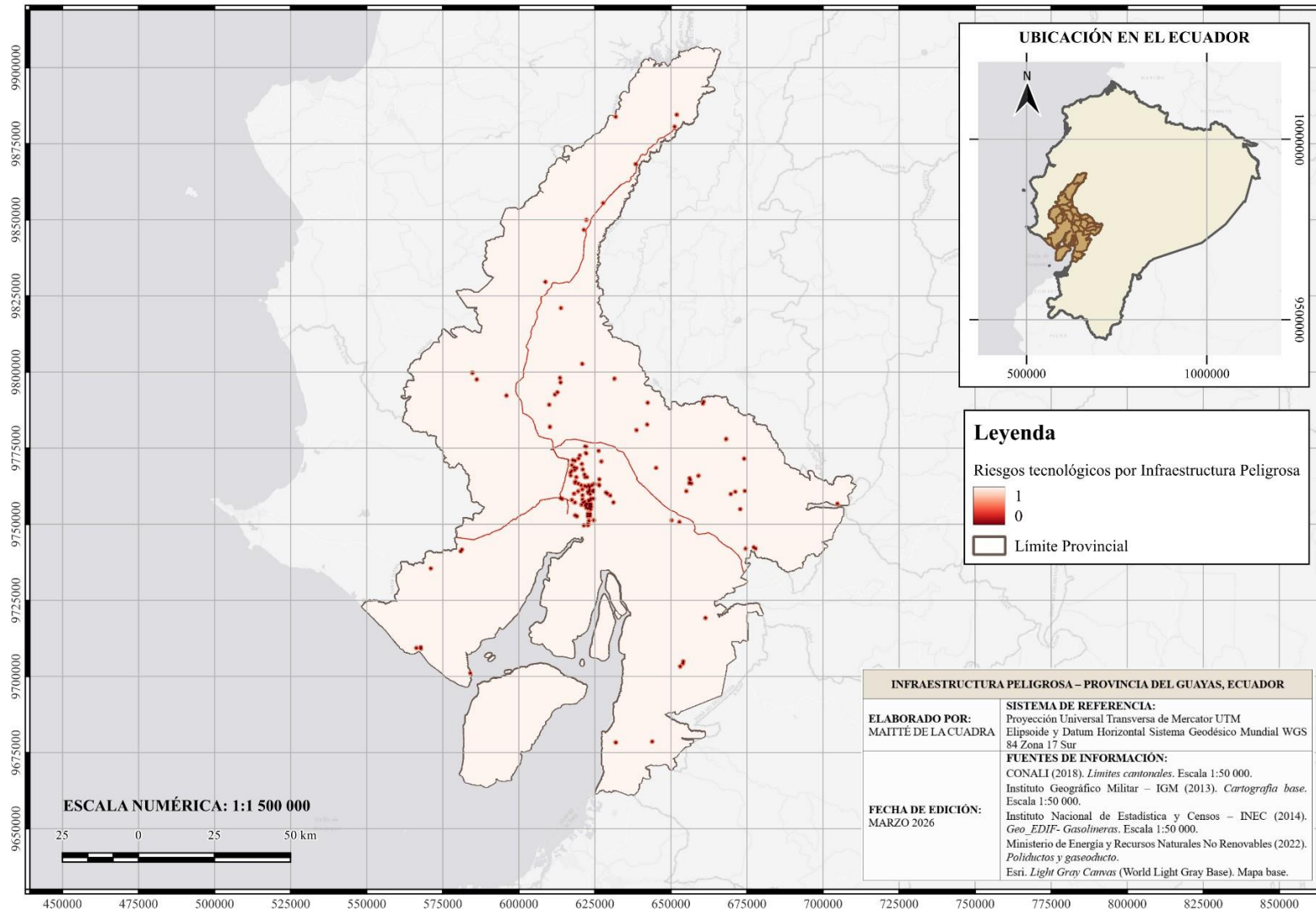
$$CR = \frac{CI}{RI} = 0.0192 < 0.10$$

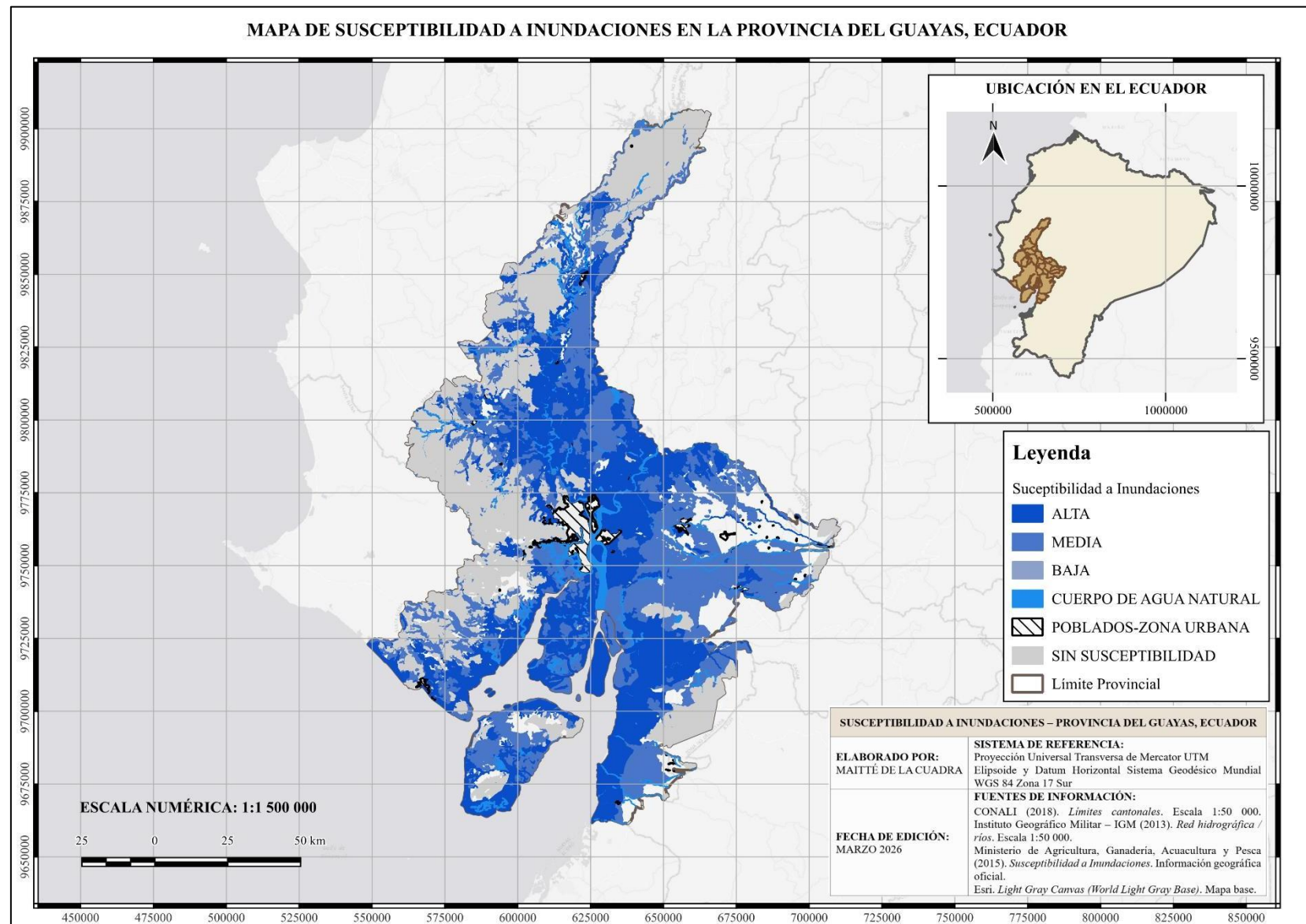
Donde:

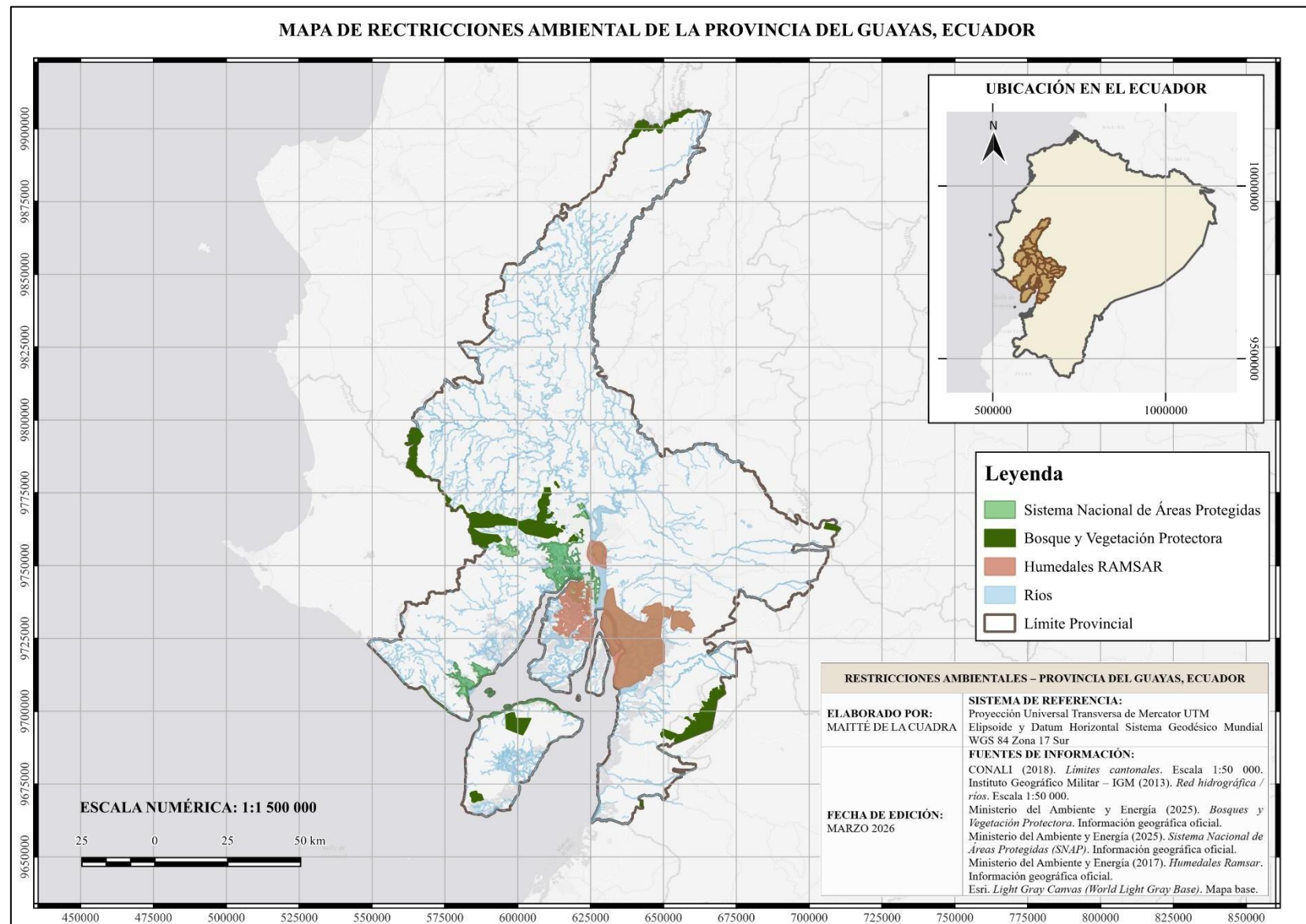
RI = índice aleatorio de Saaty
 Para 6 criterios, el valor de $RI = 1.24$



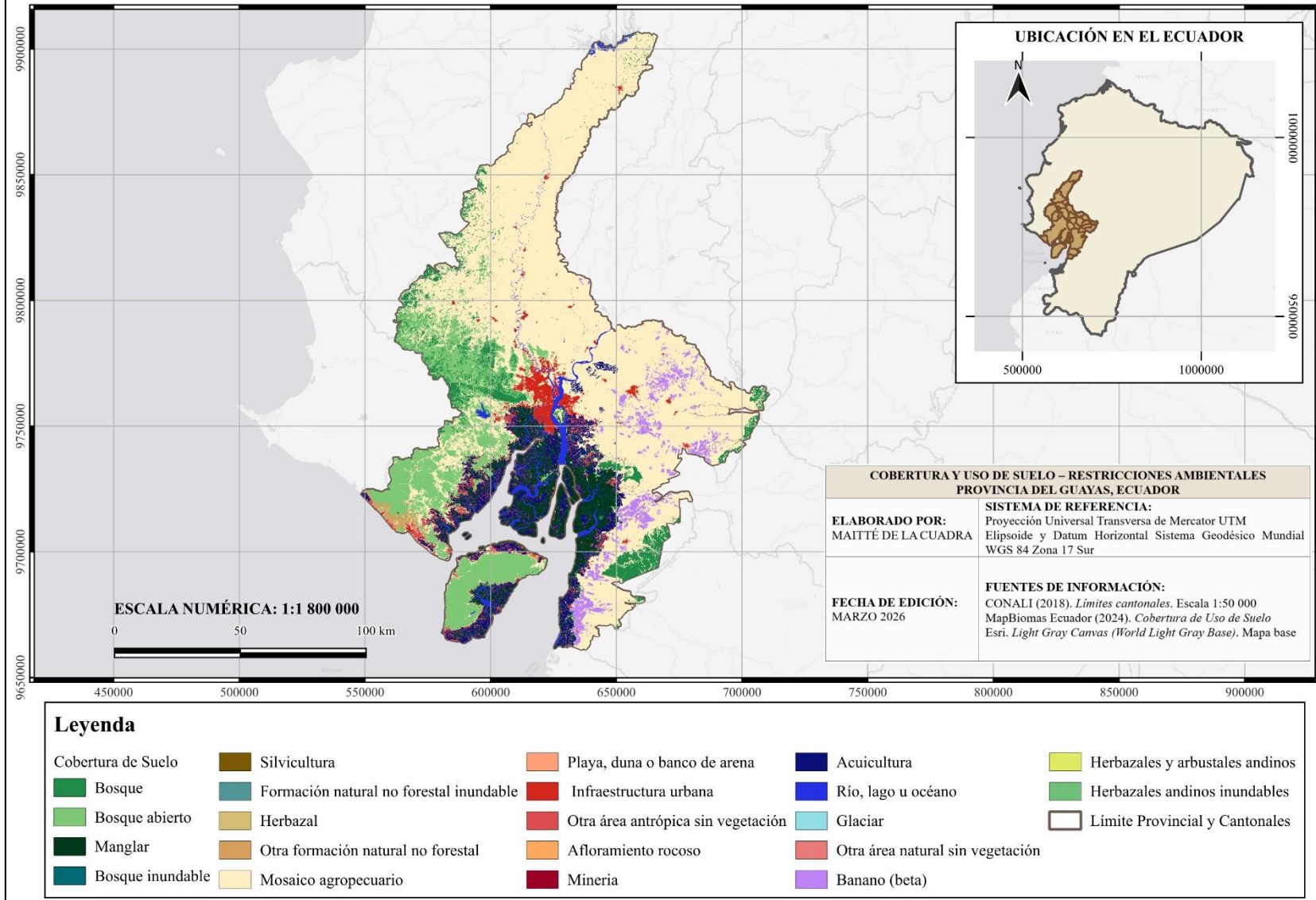
MAPA DE RIESGOS TECNOLÓGICOS POR CERCANÍA A INSTALACIONES PELIGROSAS EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR

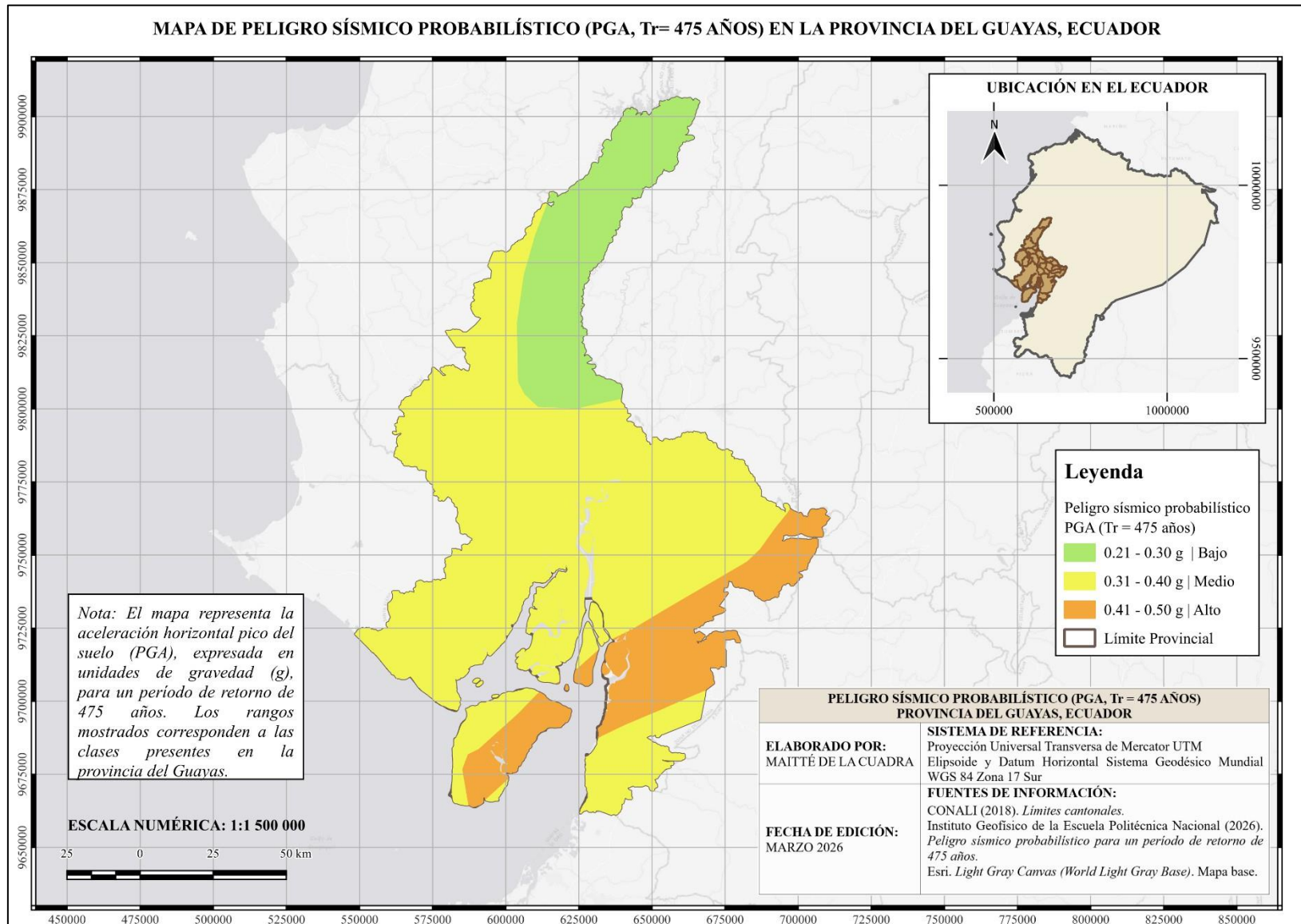




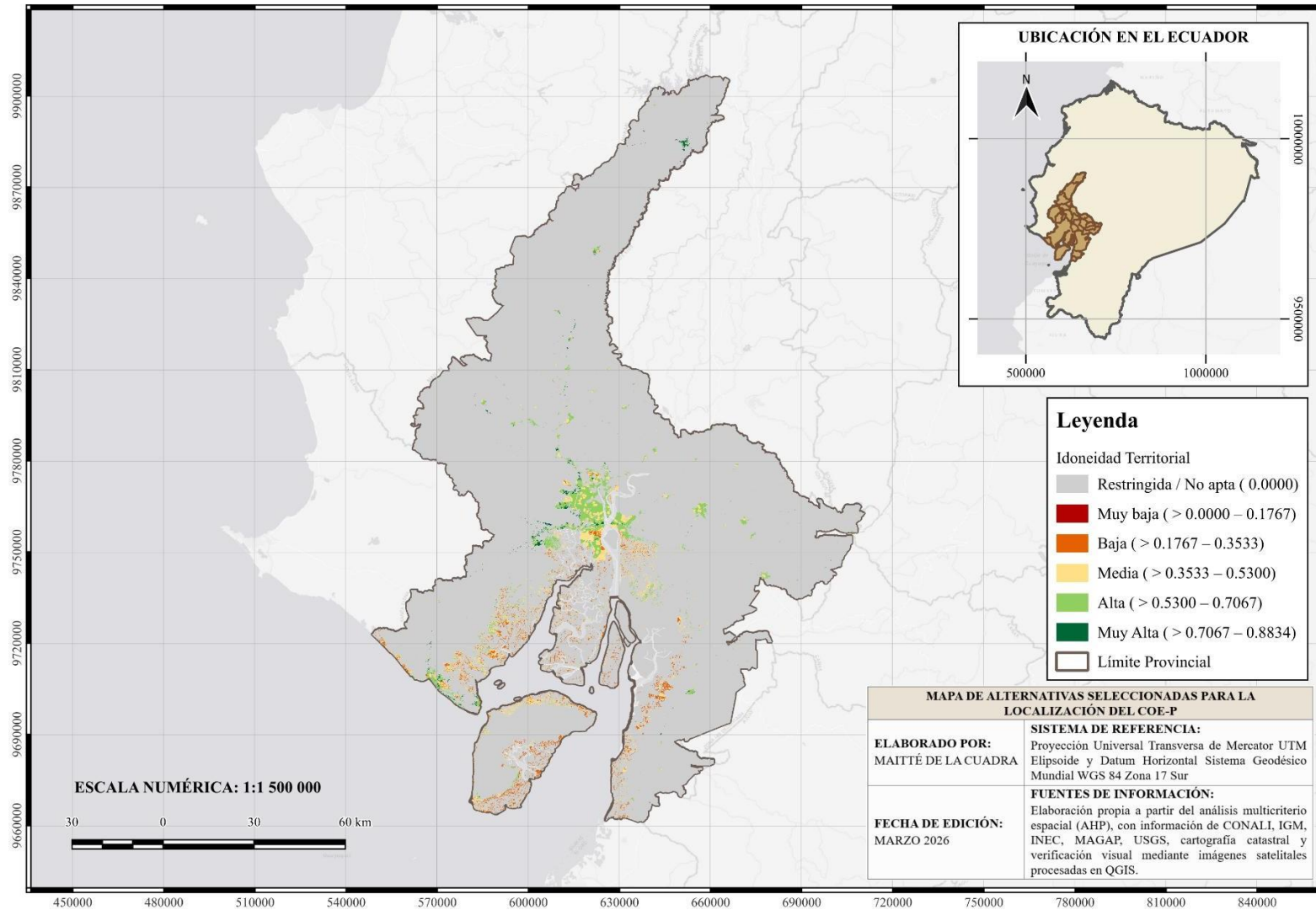


MAPA DE COBERTURA Y USO DE SUELO EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS, ECUADOR

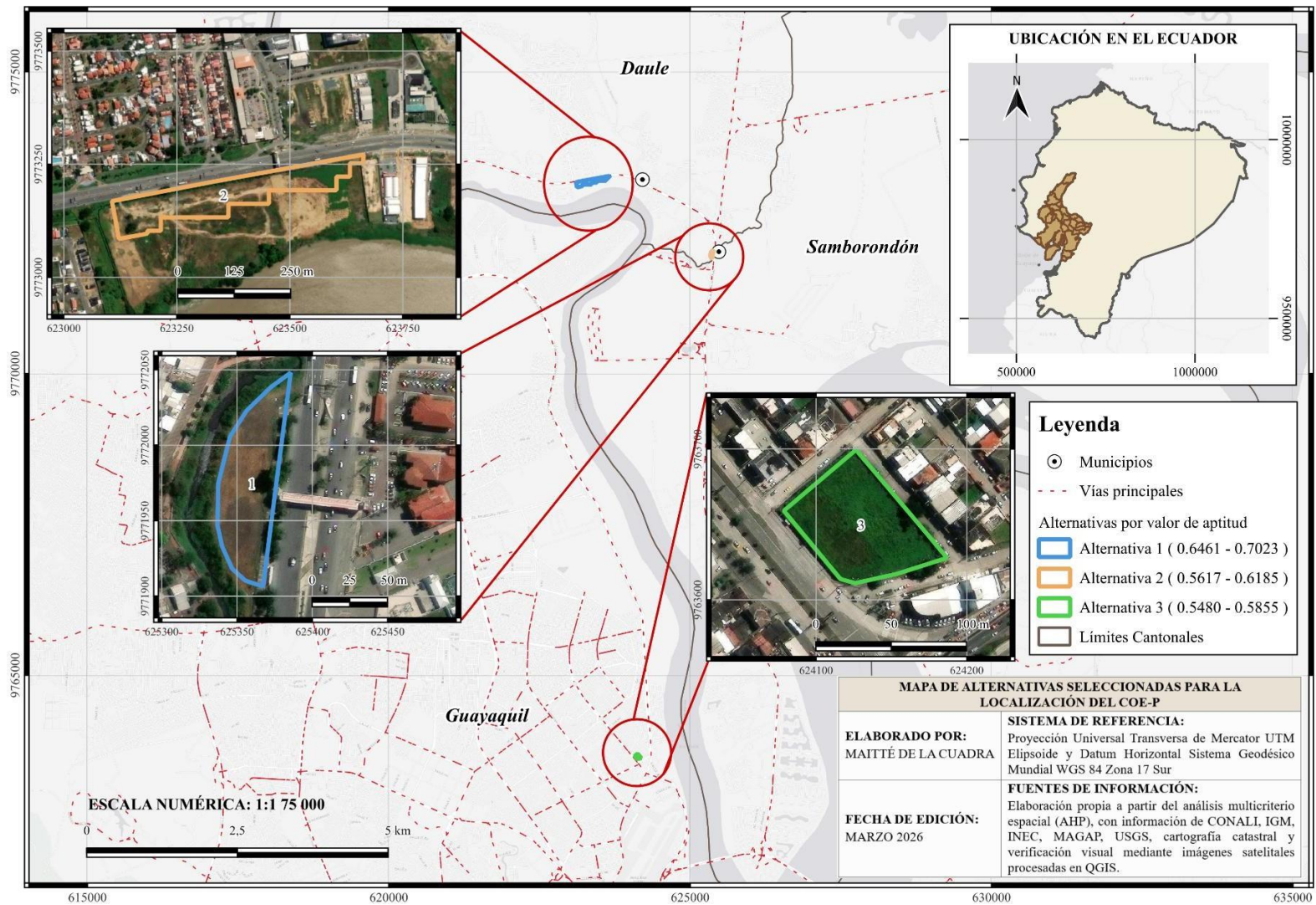




**MAPA FINAL DE IDONEIDAD CLASIFICADA PARA LA LOCALIZACIÓN DEL CENTRO DE OPERACIONES DE EMERGENCIA PROVINCIAL
(COE-P) EN LA PROVINCIA DEL GUAYAS**



MAPA DE ALTERNATIVAS SELECCIONADAS PARA LA LOCALIZACIÓN DEL COE-P



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ**, con C.C: # 0931455471 autora del trabajo de titulación: “Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando 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, 10 de julio de 2026

f. _____



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**MAITTE CRISTINA DE
LA CUADRA SANCHEZ**

Nombre: **MAITTÉ CRISTINA DE LA CUADRA SÁNCHEZ**

C.C: 093145547-1



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Maitté Cristina De La Cuadra Sánchez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Neptalí Armando Echeverría Llumipanta		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica De Santiago De Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Subsistema de Posgrado		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Maestría En Sistemas De Información Geográfica, Topografía Automatizada Y Fotogrametría Digital		
GRADO OBTENIDO:	Maestría En Sistemas De Información Geográfica, Topografía Automatizada Y Fotogrametría Digital		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	7/4/2026	No. DE PÁGINAS:	49
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas De Información Geográfico, Análisis Multicriterio Y Apoyo A La Toma De Decisiones, Análisis Espacial Multicriterio, Gestión Del Riesgo De Desastres, Planificación Territorial Y Localización De Infraestructura Estratégica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Sistemas De Información Geográfica; Análisis Multicriterio Espacial; Proceso Analítico Jerárquico; Gestión Del Riesgo De Desastres; Localización Óptima; Centro De Operaciones De Emergencia. /		
RESUMEN	La ubicación estratégica de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) es un factor clave para garantizar una respuesta oportuna y eficiente ante situaciones de riesgo y desastres. Este estudio aplica un análisis multicriterio integrado con Sistemas de Información Geográfica (SIG) para determinar la ubicación óptima de un COE-P en la provincia del Guayas, Ecuador. Se consideran criterios espaciales, sociales, ambientales y de infraestructura, entre ellos la accesibilidad vial, la proximidad a centros poblados, la exposición a amenazas naturales, la disponibilidad de servicios básicos y la cercanía a instituciones estratégicas. Los criterios son ponderados mediante una metodología de evaluación multicriterio y posteriormente integrados en un entorno SIG para generar un mapa de aptitud territorial. Los resultados permiten identificar las zonas con mayor idoneidad para el establecimiento del COE-P, proporcionando una herramienta objetiva para la planificación territorial y la gestión integral del riesgo de desastres. La metodología propuesta constituye un apoyo para la toma de decisiones por parte de las autoridades, al incorporar información geoespacial y criterios técnicos que contribuyen a fortalecer la capacidad de respuesta y coordinación ante emergencias en la provincia del Guayas.		
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-96 755 1405	E-mail: maitte.delacuadra@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: NEPTALÍ ARMANDO ECHEVERRÍA LLUMIPANTA Teléfono: +593-4-3804600 E-mail: neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec		