



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

**TEMA:**

**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:**

**Yupangui Sumba, Ruth Estefanía**

**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 Ambiental, Ruth Estefanía, Yupanguí Sumba**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de **Magíster en Sistemas de Información Geográfica Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**.

**REVISOR**

---

**Ing. Armando Echeverría**

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

---

**Ing. Armando Echeverría**

**Guayaquil, a los 19 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, **Ruth Estefanía Yupangui Sumba**

**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 19 del mes de abril del año 2026**

**EL AUTOR**



---

**(Ruth Estefanía Yupangui Sumba)**



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

**AUTORIZACIÓN**

**Yo, Ruth Estefanía Yupangui Sumba**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Trabajo de titulación (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 19 del mes de abril del año 2026**

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



---

**Ruth Estefanía Yupangui Sumba**



**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

CONTROL PLAGIO YUPANGUI

ID : 94c8022a3a03f89c15f7c4466440b78be83650ea



**6%**

Textos sospechosos

Nombre del fichero : CONTROL PLAGIO YUPANGUI.txt  
Tamaño del archivo original : 2,03 MB  
Número de palabras : 5496  
Número de caracteres : 38000

Depositante : Neptali Armando Echeverría Llumipanta  
Fecha de depósito : 11 de abril de 2026  
Tipo de carga : interface  
fecha de fin de análisis : 11 de abril de 2026

### Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

**<1%**

Sintáctica <1% Semántica No medido

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

**6%**

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

**0%**

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

## **AGRADECIMIENTO**

**AGRADEZCO A CADA UNO DE MIS DOCENTES POR SU PACIENCIA DURANTE CADA CLASE, POR COMPARTIRME SU VALIOSO CONOCIMIENTO EN CADA MÓDULO Y PROPORCIONARME LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA HOY PRESENTARLES EL PRESENTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.**

**RUTH ESTEFANÍA YUPANGUI SUMBA**

## **DEDICATORIA**

**DEDICO LA PRESENTE INVESTIGACIÓN A MI MADRE MIRIAN SUMBA, MIS HERMANAS JOSSELYN, VALERIA Y DEISY, Y A MI PAREJA POR SU APOYO INCONDICIONAL DURANTE TODA ESTA TRAVESÍA DE APRENDIZAJE.**

**RUTH ESTEFANÍA YUPANGUI SUMBA**

## Resumen ejecutivo

El aumento de fenómenos extremos relacionados con el cambio climático ha demostrado la importancia de robustecer los sistemas de gestión de riesgo y emergencias. En esta situación, los Centros de Operaciones de Emergencia Provinciales (COE-P) tienen un papel crucial en la coordinación entre instituciones y en la toma de decisiones durante las crisis. El objetivo de la investigación fue Determinar la ubicación óptima para un COE-P de Guayas utilizando herramientas SIG y un modelo de análisis multicriterio. Para lo cual, se empleó el método AHP, mediante el cual se seleccionó y ponderó 7 criterios técnicos para el análisis. Se obtuvieron un total de 20 capas geospaciales de tipo vector, obtenidas de páginas oficiales y geoportales de instituciones públicas, mismas que fueron procesadas mediante el software QGIS, las capas tipo vector se rasterizaron y estandarizaron a una resolución espacial de 30x30 metros. Después, se llevó a cabo una reclasificación de los criterios y se utilizó una suma ponderada para crear un mapa de idoneidad territorial. Los lugares más aptos se distribuyen en áreas de los cantones Guayaquil y Naranjito. Sin embargo, el análisis comparativo reveló que la opción 1 presenta las mejores condiciones asociadas a una buena conectividad vial, proximidad a infraestructura crítica y baja exposición a amenazas naturales. Por lo tanto, se concluyó que el modelo multicriterio implementado es un instrumento efectivo para respaldar procedimientos de planificación territorial enfocados en la ubicación de infraestructuras cruciales para manejar situaciones de emergencia.

**Palabras claves:** idoneidad territorial; emergencia; gestión de riesgos; coordinación interinstitucional

## ***Abstract***

The increase in extreme weather events linked to climate change has highlighted the importance of strengthening risk and emergency management systems. In this context, Provincial Emergency Operations Centres (COE-P) play a crucial role in coordinating between institutions and in decision-making during crises. The aim of the research was to determine the optimal location for a COE-P in Guayas using GIS tools and a multi-criteria analysis model. To this end, the AHP method was employed, through which seven technical criteria were selected and weighted for the analysis. A total of 20 vector-type geospatial layers were obtained from official websites and geoportals of public institutions; these were processed using QGIS software, and the vector layers were rasterised and standardised to a spatial resolution of 30x30 metres. Subsequently, the criteria were reclassified and a weighted sum was used to create a territorial suitability map. The most suitable locations are distributed across areas in the cantons of Guayaquil and Naranjito. However, the comparative analysis revealed that Option 1 offers the best conditions in terms of good road connectivity, proximity to critical infrastructure and low exposure to natural hazards. It was therefore concluded that the multi-criteria model implemented is an effective tool for supporting spatial planning procedures focused on the siting of critical infrastructure for managing emergency situations.

**Keywords:** spatial suitability; emergency; risk management; inter-institutional coordination

## 1. Introducción y problemática.

En la actualidad a nivel mundial el cambio climático ha influido en el desarrollo de fenómenos extremos como inundaciones, terremotos e incendios, además de emergencias sanitarias o tecnológicas, las cuales tienen un impacto importante en la economía, la infraestructura y la población (Huguet et al., 2025). Ante ello, el aumento de emergencias complejas y eventos extremos ha demostrado que es necesario reforzar los sistemas de gestión de riesgos y respuesta a catástrofes en diversos niveles de territorio, por lo cual es necesario contar con mecanismos institucionales que puedan coordinar de manera efectiva las acciones de recuperación y respuesta (Rodríguez-Espíndola et al., 2016). En este marco, los Centros de Operaciones de Emergencia (COE) son infraestructuras clave que tienen como objetivo coordinar instituciones, integrar información y ayudar a tomar decisiones en momentos de crisis (Alidadi et al., 2025).

Para asegurar una respuesta eficaz frente a emergencias, es fundamental la correcta localización de este tipo de infraestructuras, literatura como la de (Gong et al., 2021; Oguzhan & Yahya, 2024), sostienen que la cercanía de estas infraestructuras a instalaciones de respuesta como hospitales, centros logísticos, estaciones de bomberos OPC entre otros, influye de forma directa en el tiempo de respuesta, la eficacia en la repartición de recursos durante una crisis y el alcance territorial. En esta misma línea, Liu (2022) en su estudio sostiene que una ubicación inapropiada puede aumentar la exposición a los peligros naturales o restringir el acceso de las unidades de emergencia, lo que disminuye considerablemente la efectividad de las operaciones de rescate y apoyo técnico.

La literatura científica ha integrado ampliamente el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) en combinación con métodos de decisión multicriterio (MCDM) para valorar opciones de localización, debido a la complejidad que poseen estos procesos de planificación territorial (Rodríguez-Espíndola et al., 2016). Según el estudio de Lin et al. (2026), el método Proceso Analítico Jerárquico (AHP) se destaca por su respaldo científicos y la practicidad en el proceso de identificación de este tipo de infraestructura crítica, a través de la ponderación de criterios técnicos como la accesibilidad vial, la cercanía a instituciones de gestión de riesgos, la exclusión de áreas protegidas y zonas con alto potencial a sufrir riesgos naturales. De forma similar, Oguzhan & Yahya (2024) sostienen que el AHP permite la selección de áreas con una alta idoneidad, ya que en la construcción del modelo permite la incorporación de criterios espaciales y específicos para solucionar un problema en particular. Ante ello, el análisis multicriterio combinado con herramientas SIG permite optimizar los procesos de selección en base a mapas de idoneidad.

Dentro de la provincia de Guayas, el actual COE-P, presenta limitaciones asociadas a la congestión vial por factores como inundaciones o siniestralidad, la alta exposición a inundaciones en planicies y zonas ribereñas, la cercanía a riesgos tecnológicos, incompatibilidad con el uso de suelo y la falta de un proceso técnico reproducible, que justifique el proceso de ubicación. Por ello, surge la necesidad de realizar un análisis geoespacial multicriterio en QGIS que permita priorizar ubicaciones minimizando riesgos y maximizando accesibilidad, cobertura y viabilidad ambiental. Esta investigación resulta de gran relevancia considerando que la provincia del Guayas está expuesta a varios peligros relacionados con sus características geográficas y topográficas, así como a la influencia de fenómenos climáticos como El Niño, y también a amenazas como deslizamientos, inundaciones y sismos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas., 2024).

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Determinar la ubicación óptima para un Centros de Operaciones de Emergencia en la provincia del Guayas utilizando herramientas SIG y un modelo de análisis multicriterio.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Recopilar, depurar y estandarizar capas geoespaciales relevantes (vías, riesgos, topografía, uso de suelo, infraestructura crítica, etc.).
- Modelar accesibilidad (distancias y/o tiempos de desplazamiento) hacia zonas y nodos estratégicos.
- Construir y aplicar un modelo multicriterio ponderado para generar un mapa de idoneidad territorial.
- Identificar y justificar técnica y cartográficamente las mejores alternativas de ubicación.

## **3. Marco conceptual**

### **3.1. Gestión de riesgos**

La gestión de riesgos contempla el proceso sistemático de planificación y respuesta ante eventos de riesgo natural o antrópicos con el objetivo de minimizar los efectos adversos a través del diagnóstico, mitigación, control y seguimiento (Aguilera et al., 2021). De forma similar Díaz (2021), la define como una herramienta de organización integral para

identificar y evaluar amenazas potenciales con la finalidad de implementar medidas preventivas y minimizar los efectos negativos de la mismas. En este contexto, el COE-P es una institución destinada a gestionar riesgos clasificados en cuatro niveles: urgencia, emergencia, desastre y catástrofe (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2017).

### **3.2. Sistemas de Información Geográfica (SIG)**

Los sistemas de información geográfica se definen como herramientas informáticas empleadas para el análisis de fenómenos espaciales (Aguirre, 2009). De forma similar Santos-Preciado (2025), sostiene que estas herramientas permiten gestionar, modelar y analizar datos geográficos con la finalidad de solventar problemas de planificación territorial, gestión de riesgos naturales y catastrales.

Está compuesto por Hardware para la captura, procesamiento almacenamiento y visualización de datos geográficos; un software para el geoprocésamiento de los datos espaciales; recurso humano capacitado para la toma de decisiones; datos geográficos como materia prima; y el análisis espacial para la operacionalización matemática y estadística de los datos espaciales (Tomlinson, 2010).

### **3.3. Análisis multicriterio en la toma de decisiones**

Se define como el conjunto de técnicas orientadas a fundamentar la toma de decisiones, ya que, permite localizar y seleccionar polígonos con una alta idoneidad para la implementación de infraestructura basándose en el cumplimiento de variables críticas de acorde a las necesidades de la misma (Cruz et al., 2020). En esta misma línea Degioanni et al. (2017), sostiene que estas herramientas permiten seleccionar alternativas finitas a través del análisis de variables de decisión cualitativa y cuantitativas. Por tanto, estas herramientas desempeñan un papel fundamental para la toma de decisiones fundamentado en criterios técnicos que optiman el proceso de selección de la mejor alternativa para la implementación del COE-P (Ponce & Proaño, 2021).

### **3.4. Integración de Sistemas de Información Geográfica y análisis multicriterio**

La combinación de los SIG y el análisis multicriterio es ampliamente utilizada y validada dentro de la literatura científica, como una herramienta robusta y flexible para la toma de decisiones orientadas a solucionar problemas espaciales (Malczewski, 2006). Además, según Gualdrón et al. (2020), la practicidad y robustez permite el análisis de criterios individuales y la correlación entre los mismos a nivel espacial, lo cual convierte a estas herramientas y técnicas en una alternativa metodológica efectiva para la

identificación de zonas con un alto potencial para la implementación de infraestructura crítica, el ordenamiento territorial y la correcta gestión de factores ambientales.

Una de esta metodología es el AHP (proceso analítico de jerarquía) conjuntamente con las herramientas de los sistemas de información geográfica, crean una sinergia positiva, la cual permite realizar modelos espaciales de forma objetiva y replicable (Choudhary et al., 2023). Además, su efectividad mejora cuando se combina con el álgebra de mapas y la superposición ponderada (Upegui, 2025).

### **3.5. Idoneidad territorial**

Dentro del análisis multicriterio se define como la identificación del área más apropiada que cumple con ciertos criterios técnicos planteados para solucionar un problema espacial (Malczewski, 2006). El proceso de análisis de la idoneidad de un territorio constituye un proceso clave para la optimización de los recursos, la sostenibilidad en el tiempo y la minimización de errores técnicos, ya que en su proceso considera una serie de criterios técnicos que facilitan la toma de decisiones (Koull et al., 2022).

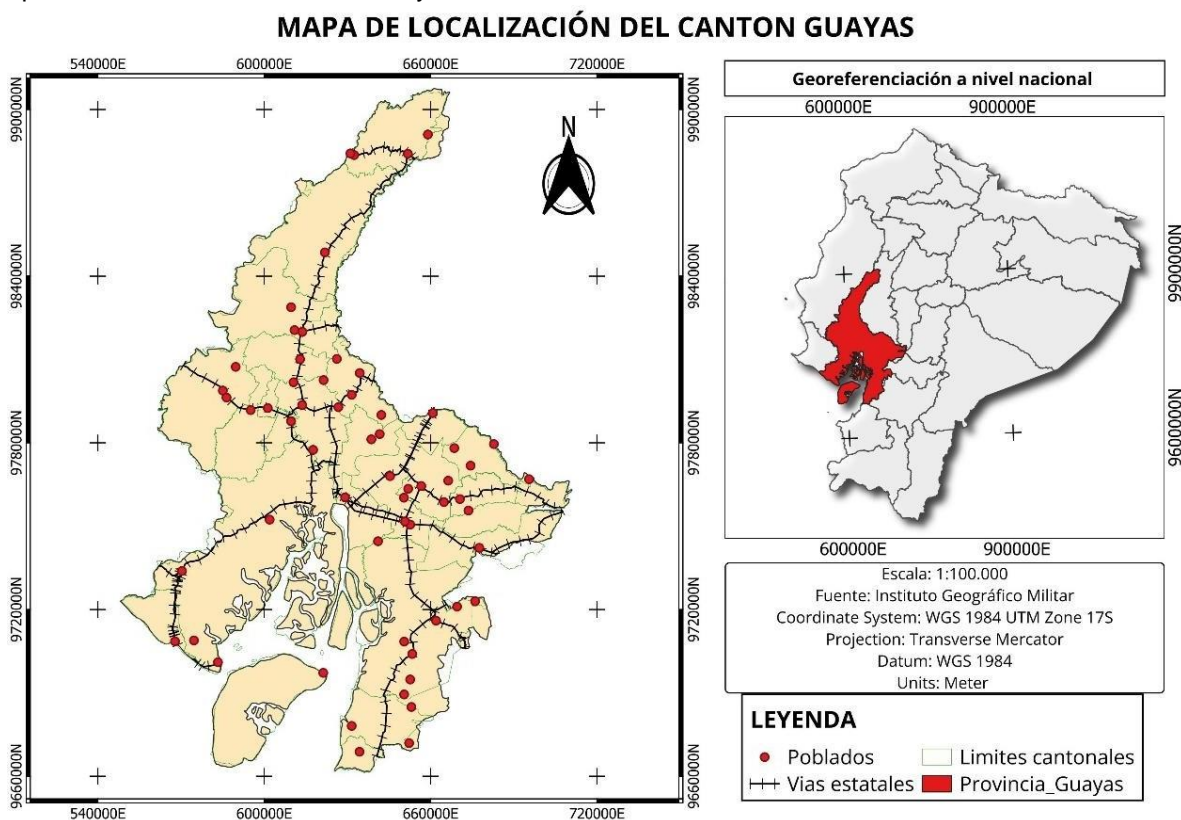
## **4. Metodología**

### **4.1. Localización del área de estudio**

El área de estudio contempla la provincia del Guayas ubicada en la región costa del Ecuador, caracterizada por un rango altitudinal de 0 a 480 m.s.n.m., una temperatura promedio de 26°C, con precipitaciones anuales entre 250 a 2500mm y un clima tropical sabana y tropical monzón (Figura 1). Entre las principales amenazas destaca las inundaciones, deslizamientos, movimientos en masa, y la actividad sísmica asociada a su ubicación geográfica, las características geológicas y condiciones climáticas como el fenómeno del niño, estas condiciones impactan de forma negativa en la infraestructura vial, los servicios básicos y las viviendas, con un impacto particular en cantones tales como Guayaquil, Durán, Samborondón, Balao, Naranjal, Yaguachi y Salitre, debido a que se localizan en los rangos altitudinales más bajos y próximas al sistema hidrográfico del río Guayas. Por otro lado, debido al proceso de subducción entre la Placa Sudamericana y la Placa de Nazca, el territorio provincial tiene una elevada intensidad sísmica, lo que aumenta su vulnerabilidad a los sismos. Igualmente, las precipitaciones fuertes pueden ocasionar deslizamientos y movimientos en masa, sobre todo en áreas con pendientes empinadas, lo que puede impactar vías de comunicación, zonas agrícolas y viviendas (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas., 2024). En general, estas características de la provincia demuestran la necesidad de mejorar la gestión integral del riesgo y la planificación territorial para disminuir la vulnerabilidad de las personas y de las infraestructuras de la provincia.

**Figura 1|**

Mapa de localización del cantón Guayas



## 4.2. Métodos

La presente investigación se realizó a través de un enfoque cuantitativo, empleando el modelo *Analytic Hierarchy Process* (AHP) propuesto por Saaty (1987). Esto permitió realizar un análisis multicriterio para definir la ubicación óptima para la implementación de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en la provincia del Guayas.

### 4.2.1. Construcción del modelo multicriterio basado en el AHP

Se definieron siete criterios orientados a solventar las principales limitaciones de COE-P actual relacionadas con la congestión vial, exposición a riesgos naturales, tecnológicos y las restricciones ambientales. Con base a estos antecedentes, a continuación, se detallan los criterios contemplados para minimizar el riesgo natural y maximizar la accesibilidad, cobertura y viabilidad ambiental:

**Tabla 1|**

Descripción de los criterios técnicos contemplados para el análisis multicriterio.

<b>Cod</b>	<b>Criterio</b>	<b>Problemática</b>	<b>Objetivo</b>
C1	Accesibilidad vial	Accesos viales vulnerables y c gestionadas. Dificultad para movilizar recursos en emergencias	Facilitar desplazamiento rápido de recurso.
C2	Cobertura poblacional	Necesidad de atención rápida a la población, por congestión vial	Optimizar el desplazamiento de recursos e insumos a centros poblados
C3	Proximidad a infraestructura crítica	Coordinación interinstitucional en emergencias, Integración con hospitales, bomberos, policía, etc.	Mejorar la coordinación con hospitales e instituciones de interés para solventar una crisis dentro de la provincia.
C4	Riesgo natural	Alta exposición a inundaciones en planicies y zonas ribereñas.	Evitar retrasos en el actuar del COE-P por amenazas naturales.
C5	Uso y aptitud del suelo	Uso de suelo incompatible	Cumplir con lo estipulado dentro de la normativa vigente del país.
C6	Restricciones ambientales	Restricciones ambientales y normativa.	Cumplir con lo estipulado dentro de la normativa vigente del país.
C7	Riesgos tecnológicos	Riesgos tecnológicos por cercanía a instalaciones peligrosas como accidentes industriales, derrames de hidrocarburos y emergencias tecnológicas.	Reducir el riesgo tecnológico del COE-P.

Mediante una búsqueda sistemática en Geopórtales de los indistintos ministerios del Ecuador y la Infraestructura de Datos del país, se seleccionaron un total de 20 capas en formatos .shp, las cuales de detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 2|**

Descripción de datos y fuentes empleados en la investigación

<b>Fuente</b>	<b>Criterio</b>	<b>Nombre de la capa</b>	<b>Formato</b>	<b>Proyección</b>
(Instituto Geográfico Militar, 2017)	Accesibilidad vial	red_Vial_estatal, vias_pri_secud, via_locales, aeropuertos, pistas_de_aterrizajes	Vector	WGS84-UTM Zona 17S
(Instituto Geográfico Militar, 2017)	Cobertura poblacional	Poblados, edificaciones	Vector	WGS84-UTM Zona 17S
(Ministerio de Salud Pública, 2018; Ministerio del Interior, 2016; Secretaria Nacional de Planificación, 2024)	Proximidad a infraestructura crítica	Establecimientos_de_salud_MSP, PIT_intituciones_2024, upc_2016	Vector	WGS84-UTM Zona 17S
(Instituto Geográfico Militar, 2016; Ministerio de	Riesgo natural	riesgo_de_inundacion, deslizamiento_derrumbe, sismos	Vector	WGS84-UTM Zona 17S

Gestión de Riesgos, 2019, 2024)				
(Ministerio del Ambiente y Energía, 2022)	Uso y aptitud del suelo	uso_actual_del_suelo, corverturas_veget_2022	Vector	WGS84-UTM Zona 17S
(Ministerio del Ambiente y Energía, 2017, 2025a, 2025b)	Restricciones ambientales	SNAP, humedal_ramsar, bosque_protectores	Vector	WGS84-UTM Zona 17S
(Ministerio de Energía y Minas, 2021)	Riesgos tecnológicos	Bloques_petroleros, represas	Vector	-

Posterior a la definición de criterios con sus respectivas capas se realizó una comparación por partes para ponderar los criterios en base a la importancia relativa entre cada criterio, para ello se empleó la escala de Saaty:

**Tabla 3|**

Escala ponderativa de Saaty, adaptada de Pedemonte (2020)

Escala numérica	Escala de importancia de AHP	Correlación
1	Igualmente, preferida	1
2	Igual a moderadamente	1/2
3	Moderadamente preferida	1/3
4	Moderadamente a fuerte	1/4
5	Fuertemente preferida	1/5
6	Fuerte a muy fuerte	1/6
7	Muy fuertemente preferida	1/7
8	Muy fuerte a extremadamente	1/8
9	Extremadamente preferida	1/9

Partiendo de los valores ponderativos de la escala de Saaty, se construyó una matriz de doble entrada de los criterios seleccionados. Adicionalmente, para validar la coherencia de la matriz AHP se calculó la razón de consistencia (CR=0.0413), proceso que demostró la validez de la matriz y la coherencia de los pesos asignados a cada criterio para la selección del área más idónea para la implementación del COE-P.

**Tabla 4|**

Construcción de la matriz de Análisis Analítico Jerárquico

Criterios	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
<b>C1 Accesibilidad</b>	1.00	2.00	2.00	2.00	1.00	2.00	2.00
<b>C2 Cobertura poblacional</b>	1/2	1.00	1/2	1/2	2.00	1.00	1.00
<b>C3 Infraestructura crítica</b>	1/2	2.00	1.00	1.00	3.00	2.00	2.00
<b>C4 Riesgos naturales</b>	1/2	2.00	1.00	1.00	3.00	2.00	2.00
<b>C5 Uso del suelo</b>	1.00	1/2	1/3	1/3	1.00	1.00	1.00
<b>C6 Restricciones ambientales</b>	1/2	1.00	1/2	1/2	1.00	1.00	1.00
<b>C7 Riesgo tecnológico</b>	1/2	1.00	1/2	1/2	1.00	1.00	1.00
<b>Suma</b>	4.50	9.50	5.83	5.83	12.00	10.00	10.00
<b>Peso (W)</b>	<b>0.24</b>	<b>0.11</b>	<b>0.18</b>	<b>0.18</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>	<b>0.09</b>

<b>AW</b>	1.63	0.77	1.33	1.33	0.685	0.68	0.68
<b>λ<sub>i</sub></b>	6.79	7	7.39	7.39	7.61	7.56	7.56
<b>λ max</b>	7.33						
<b>CI</b>	0.0546						
<b>CR</b>	<b>0.0413</b>						

Con la finalidad de homogenizar los siete criterios se reclasificó cada criterio en base a la clasificación de la siguiente tabla:

**Tabla 5]**

Normalización de los criterios en base a la idoneidad

<b>Valor homogenizado</b>	<b>Descripción</b>
5	Idoneidad muy alta
4	Idoneidad alta
3	Idoneidad moderada
2	Idoneidad baja
1	Idoneidad muy baja

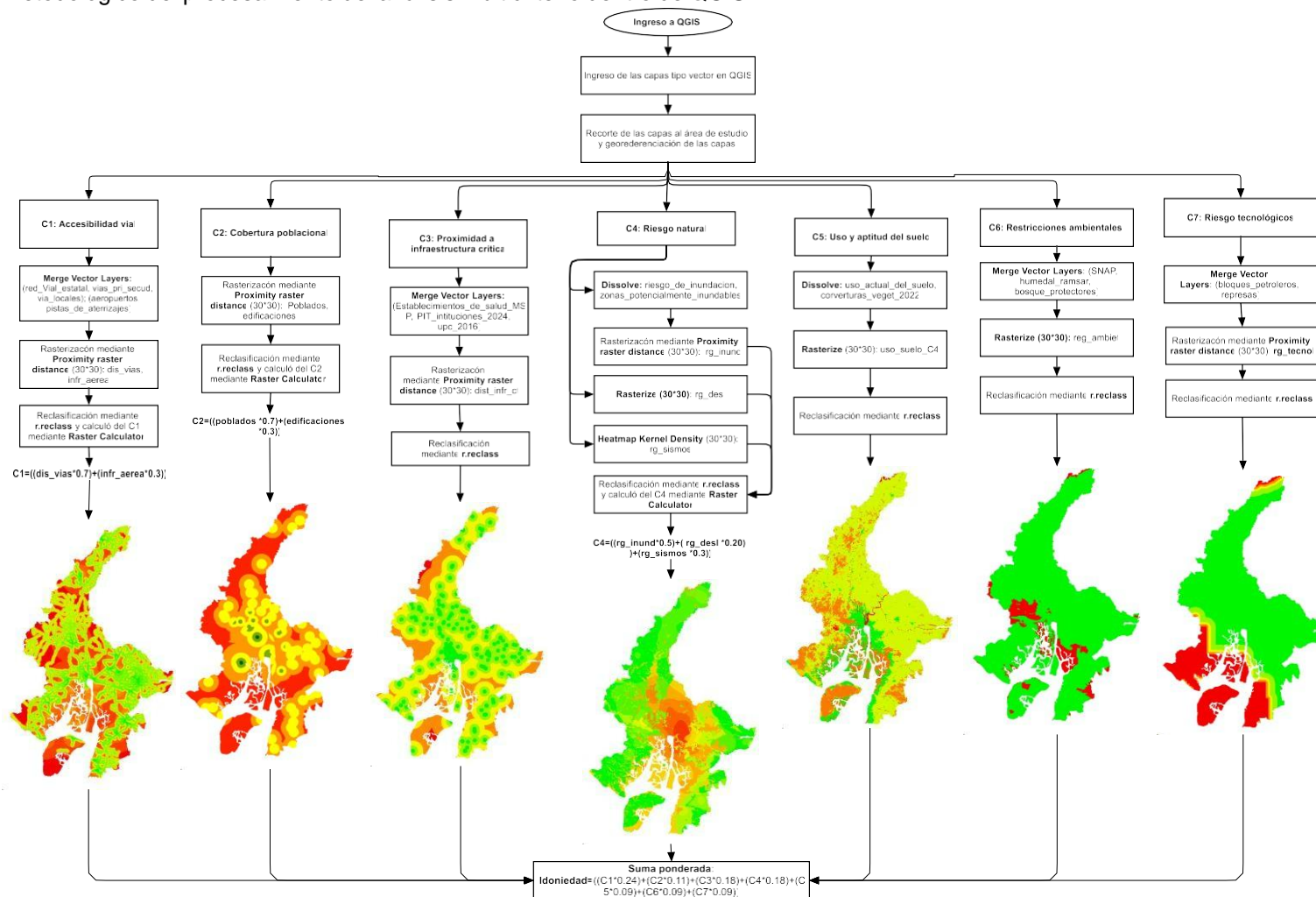
Los valores normalizados constituyeron el modelo multicriterio para la implementación más idónea del COE-P, a través de la siguiente ecuación:

$$Idoneidad = ((C1 * 0.24) + (C2 * 0.11) + (C3 * 0.18) + (C4 * 0.18) + (C5 * 0.09) + (C6 * 0.09) + (C7 * 0.09))$$

#### 4.2.2. Procesamiento del modelo multicriterio

El procesamiento de las capas contempladas para los siete criterios de orden territorial para determinar las zonas más adecuadas para situar el centro de operaciones de emergencia: (C1) accesibilidad vial, (C2) cobertura poblacional, (C3) cercanía a infraestructura crítica, (C4) riesgo natural, (C5) uso y aptitud del suelo, (C6) limitaciones medioambientales y (C7) riesgo tecnológico se realizó dentro del software QGIS 3.34, a través de análisis espacial. Para el proceso de compatibilidad entre las capas se realizó la re proyección de las capas al datum WGS 84 y sistema de coordenada UTM Zona 17 sur, seguidamente se transformaron las capas vectoriales en formato raster con una resolución de 30 x 30 m. Luego, las capas resultantes fueron estandarizadas usando un método de reclasificación con la herramienta r.reclass, en el que se les asignaron valores en una escala ordinal del 1 al 5 que simbolizan distintos grados de idoneidad (**Tabla 5**). A continuación, en la Figura 2 se detalla el proceso metodológico empleado para el análisis multicriterio.

**Figura 2]**  
Proceso metodológico del procesamiento del análisis multicriterio dentro de QGIS



## 5. Resultados

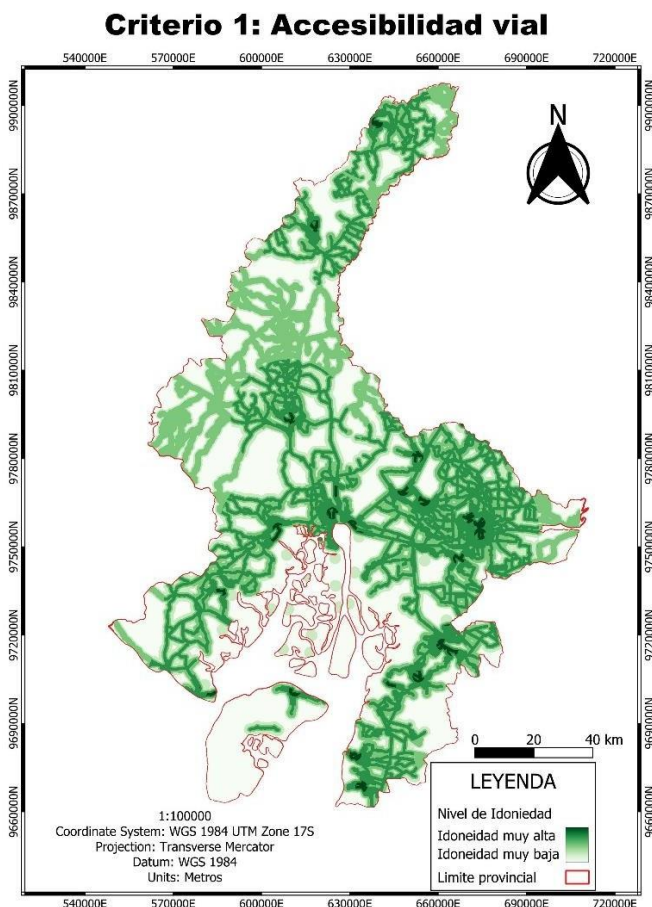
### 5.1. Trazabilidad de los criterios seleccionados

#### Criterio 1: Accesibilidad vial

En la presente investigación, la accesibilidad vial comprende la capacidad de desplazamiento de recursos y conectividad entre un punto A y B (Denisse & Zambrano, 2019). Dentro del análisis multicriterio, este criterio es de gran relevancia, debido a que tener una buena accesibilidad vial optimiza el tiempo de respuesta ante incidentes y siniestros. En este contexto, la Figura 3 muestra el nivel de idoneidad de la accesibilidad vial dentro de la provincia del Guayas, la cual está constituida por 6419.75km de infraestructura vial que conecta a los diferentes poblados, donde la mayor cantidad de vías se centraliza en el cantón Guayaquil con el 10.15% (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024).

**Figura 3|**

Mapa de Accesibilidad vial

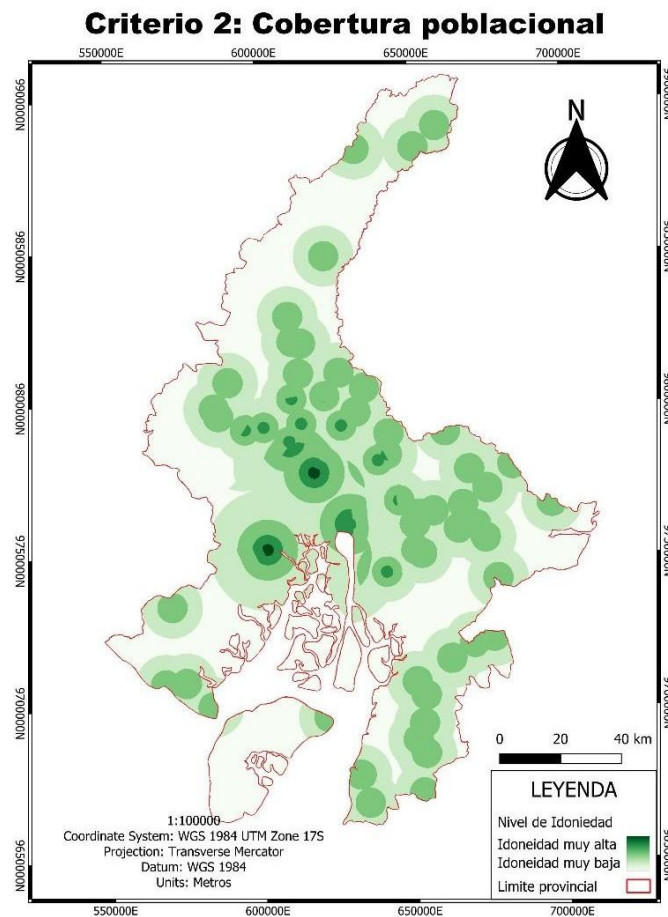


## Criterio 2: Cobertura poblacional

Dentro del análisis multicriterio, la cobertura poblacional se refiere a la capacidad de respuestas del COE-P para atender las necesidades de la población frente a un siniestro (Cantos et al., 2024). La Figura 4, detalla la distribución poblacional dentro de la provincia de Guayas, la cual está constituida por 4.39 millones de personas distribuidas de forma heterogénea en 61 poblados, donde la mayor densidad poblacional se localiza dentro del cantón urbano Guayaquil con más de 2.5 millones de habitantes (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024).

### Figura 4|

Mapa de Cobertura poblacional



## Criterio 3: Proximidad a infraestructura crítica

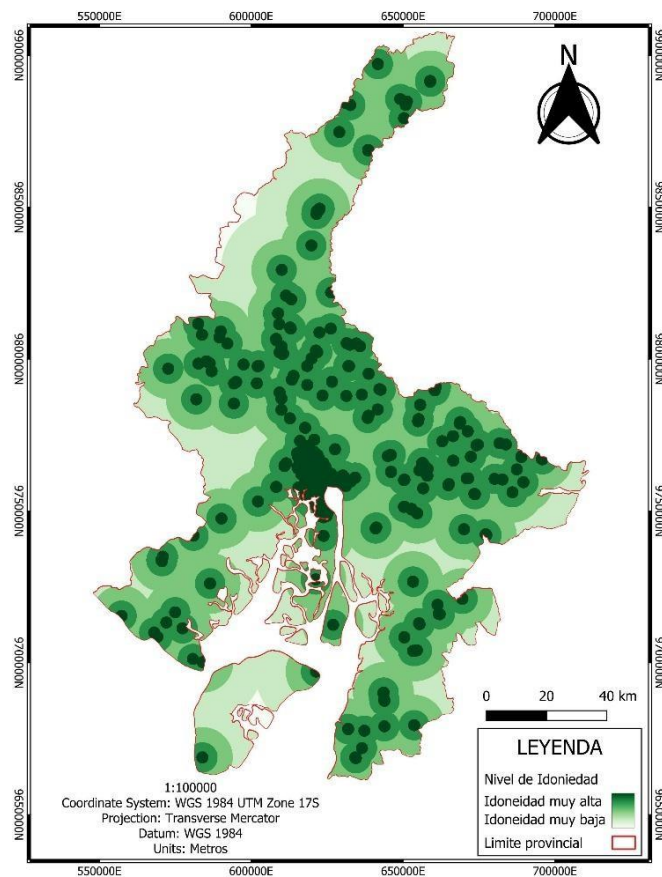
La proximidad a infraestructura crítica constituye un criterio de gran relevancia, ya que representa la capacidad de coordinación interinstitucional, y la gestión de respuesta ante emergencias o cualquier tipo de evento adverso (Matoma & Sandoval, 2025). La Figura

5, ilustra las zonas con mayor y menor densidad de infraestructura crítica dentro de la provincia de Guayas, misma que dispone de un total de 656 establecimientos de salud, 143 UPC, 53 instituciones correspondientes a ministerios, bomberos e instituciones de gran relevancia para la gestión de riesgos (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). Por tanto, la proximidad a estos tipos de infraestructura optimiza o limita la capacidad de respuesta del COE-P, ya que la cercanía a estas instituciones facilita la articulación y coordinación interinstitucional para enfrentar eventos adversos.

### Figura 5]

Mapa de Proximidad a infraestructura Crítica

#### Criterio 3: Proximidad a infraestructura crítica

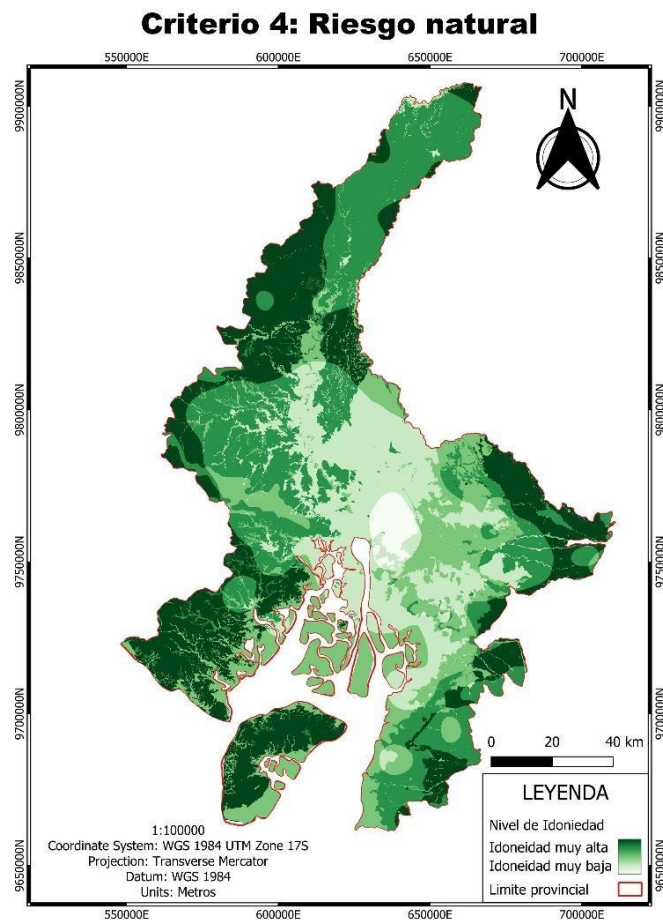


#### Criterio 4: Riesgo natural

Los riesgos naturales constituyen la probabilidad de ocurrencia de eventos o fenómenos naturales que afectan de forma directa a la infraestructura urbana, poblados, sistemas productivos, provocando pérdidas económicas y de vidas humanas (Morote & Olcina, 2024). Este es un criterio de gran relevancia considerando que las características

climáticas, geográficas y geológicas de la provincia de Guayas tiende a incrementar la vulnerabilidad ante varios fenómenos naturales como inundaciones, sismos, deslizamientos y procesos de erosión costera, los cuales afectan directamente la infraestructura y a los habitantes de toda la provincia (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). La Figura 6, ilustra las zonas con mayor y menor nivel de riesgo natural, donde se visualiza que las zonas con un mayor riesgo a inundaciones, deslizamientos y nivel de sismicidad se focalizan en la zona céntrica de la provincia.

**Figura 6]**  
Mapa de Riesgo natural



### **Criterio 5: Uso y aptitud del suelo**

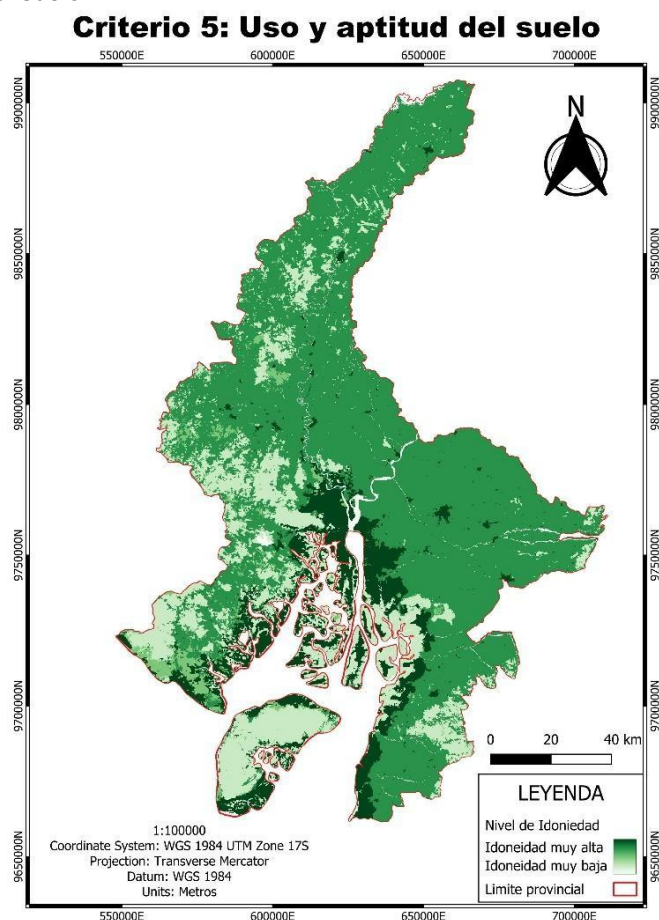
El uso y aptitud del suelo, es un criterio de gran relevancia en procesos de planificación territorial, porque posibilitan determinar cuáles son las actividades más comunes en el territorio y analizar si las nuevas infraestructuras se pueden integrar a las dinámicas que ya existen. Dentro de la provincia de Guayas el uso de suelo está destinado a procesos

agropecuarios, conservación de bosques y zonas urbanas (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). Por tanto, este criterio permite asegurar que la ubicación de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial no cause problemas con las actividades productivas existentes o con el ordenamiento territorial, es esencial evaluar la idoneidad y el uso del suelo en este contexto.

La Figura 7, ilustran las zonas con mayor idoneidad, las cuales corresponden a zonas antrópicas, seguidas por zonas sin cobertura, tierras agropecuarias y zonas con vegetación natural, mientras que las zonas con menor idoneidad corresponden a zonas con bosques naturales y cuerpos de agua.

### Figura 7]

Mapa de Uso y aptitud del suelo



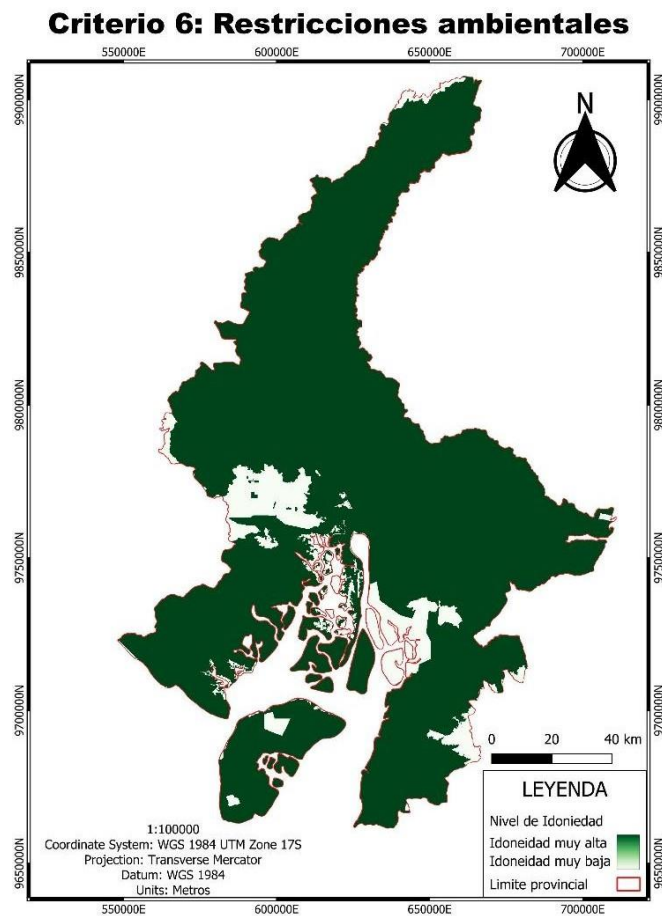
### Criterio 6: Restricciones ambientales

El criterio de restricciones ambientales contempla las limitaciones territoriales que se han establecido para la protección y preservación de ecosistemas naturales y zonas con un

alto valor ecológico en conformidad a la normativa ambiental vigente (Código Orgánico del Ambiente, 2017). En la provincia de Guayas hay diferentes áreas naturales que se encuentra protegidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (17 zonas), Bosques Protectores (7) y el convenio de Ramsar (3 humedales), conformando un total de 472487.50 hectáreas con fines de protección y conservación, lo que equivale al 29,72 % del territorio provincial (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). Por tanto, el COE-P tiene que localizarse fuera de estas áreas para cumplir con lo estipulado dentro de la normativa ambiental (Figura 8).

### Figura 8|

Mapa de Restricciones ambientales

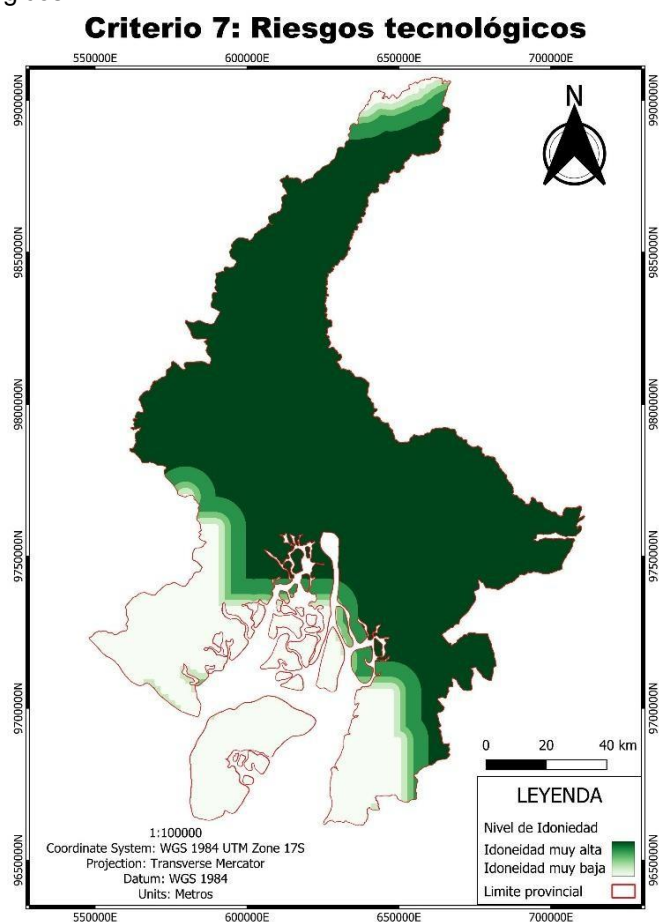


### Criterio 7: Riesgos tecnológicos

Los riesgos tecnológicos son aquellos que se relacionan con actividades productivas, energéticas o industriales que tienen el potencial de causar accidentes o efectos perjudiciales en la población y el entorno ambiental (Silva, 2024). En la provincia de Guayas, hay varias infraestructuras vinculadas con la industria energética y el transporte

de hidrocarburos, mismas que constituyen un riesgo tecnológico, destacando 266 estaciones de servicios, una red poliductos nacional y bloques petroleros (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). A pesar de que estas instalaciones son esenciales para el suministro de energía, tienen el potencial de ser riesgosas si ocurren incendios, fugas o accidentes industriales. Por lo tanto, constituye un criterio relevante para el análisis multitemporal, la Figura 9 ilustra las zonas con una mayor idoneidad para la implementación del COE-P debido a su lejanía a estas infraestructuras.

**Figura 9]**  
Mapa de Riesgos tecnológicos

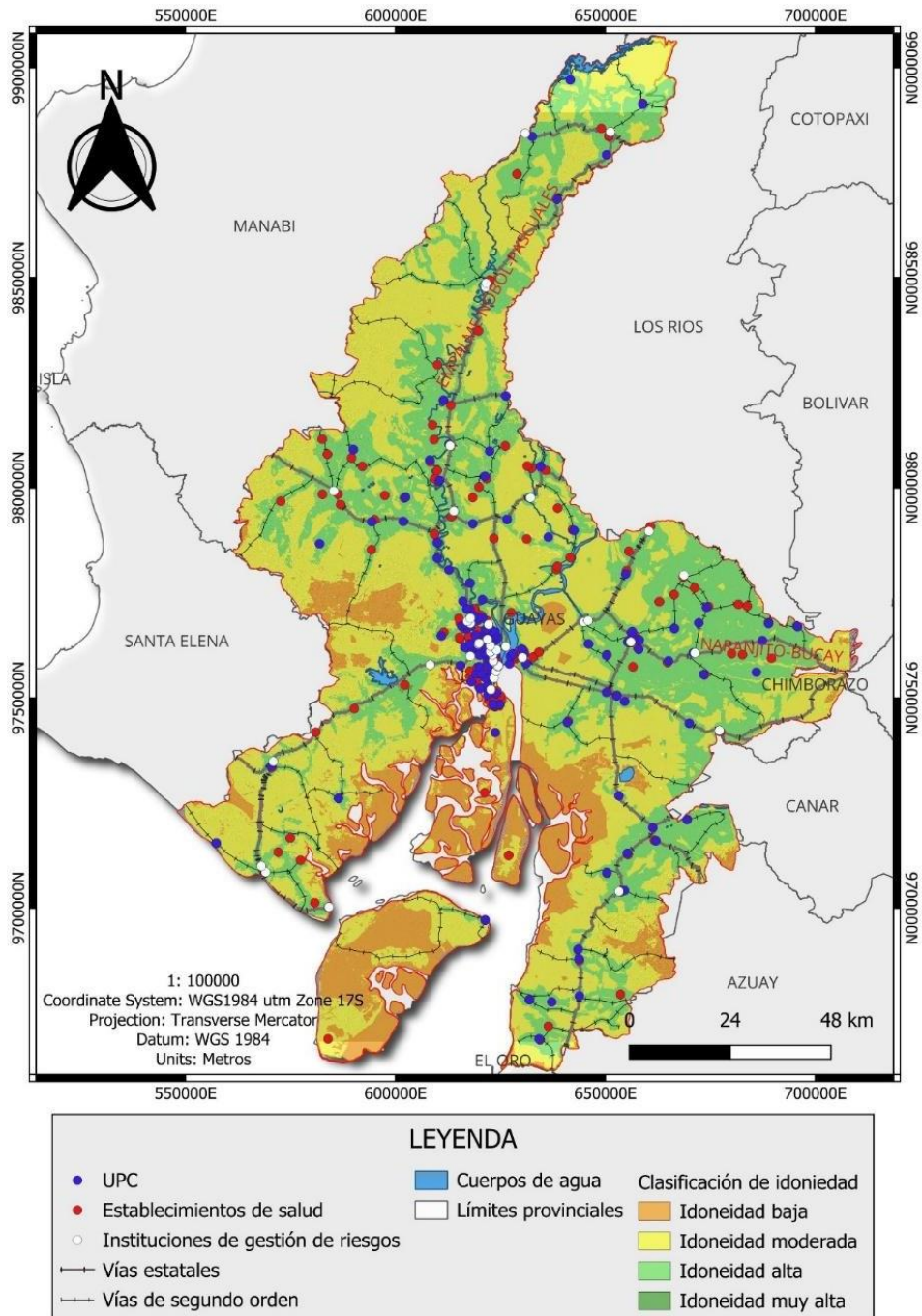


## 5.2. Resultado del análisis multicriterio para la implementación del COE-P de Guayas

Como resultado de la ecuación de idoneidad a partir de los siete criterios contemplados en el análisis multicriterio, se determinó las zonas idóneas para la implementación del

CEO-P de Guayas se focalizan en la parte céntrica, noreste y noroeste de la provincia de Guayas (Figura 10).

**Figura 10]**  
 Mapa de idoneidad para la implementación del COE-P de Guayas

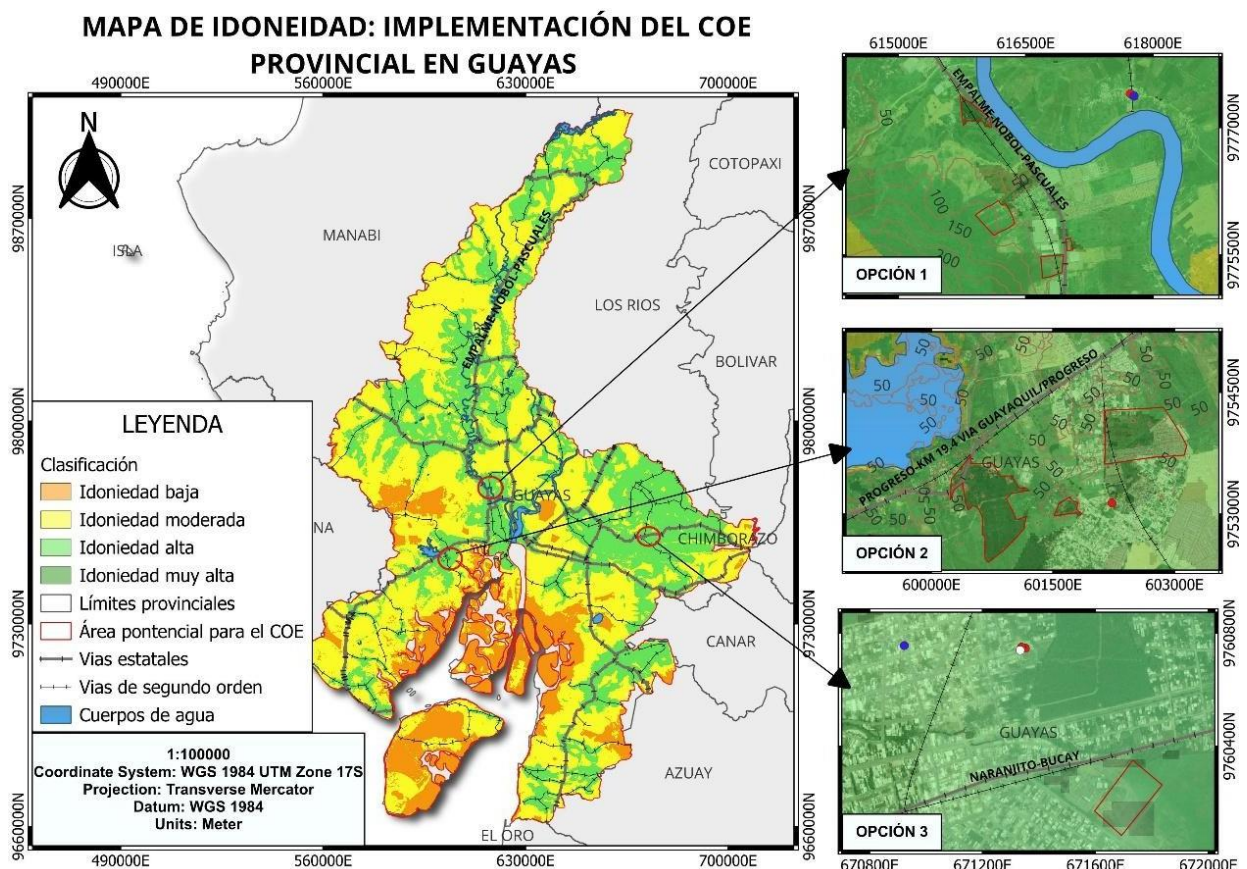


### 5.3. Opciones contempladas para la implementación del COE-P de Guayas

Producto de la suma ponderada se delimitó tres opciones localizadas en zonas con una idoneidad muy alta-alta (Figura 11). La primera corresponde a la parte norte del cantón Guayaquil, localizado en la vía Empalme – Nobol - Pascuales; la segunda opción se localiza en la parte sur del cantón Guayaquil específicamente en el kilómetro 19.4 de la vía Guayaquil – Progreso; y la tercera opción corresponde al cantón Naranjito en la vía Naranjito – Bucay.

**Figura 11|**

Mapa de las zonas óptimas para la implementación del COE-P de Guayas



La opción 1, se localiza de forma estratégica a solo 0.502 km del sistema de vías estatales que la conectan con todos los cantones de la provincia con un nivel de congestión baja (Tabla 6). Además, se encuentra moderadamente cerca a instituciones críticas y según el mapa de riesgos naturales se localiza en una zona con un nivel de riesgo natural relativamente bajo, sobre los 100 m.s.n.m, indicativo de que la zona es viable para la

gestión y coordinación de emergencias. Por otro lado, la segunda opción se localiza sobre los 50 m.s.n.m., a 0.889 km del sistema de vías estatales y a 27.8 km del área con una mayor concentración de infraestructura crítica, asentamientos humanos y equipamiento institucional. Finalmente, la tercera opción corresponde al cantón Naranjito, los resultados indican que presenta condiciones favorables relacionadas con la accesibilidad vial a solo 0.15 km del sistema de vías estatales y la cobertura territorial hacia cantones del sector oriental de la provincia.

Además, las tres opciones se alinean a la normativa, ya que se localizan fuera de zonas protegidas y alejados de infraestructura crítica como bloques petroleros y represas, tal como muestran los resultados de idoneidad descritos dentro de la Tabla 6.

**Tabla 6]**

Comparación del Nivel de idoneidad de las tres opciones seleccionadas

Opc	Idoneidad	Coordenada		Distancia a vía estatal (km)	Cercanía a instituciones (km)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
		X	Y									
1	Muy alta	616288.48	9776030.106	0.502	16.5	4	5	5	4	4	5	5
2	Muy alta	602185.422	9754043.918	0.889	27.8	4	4	3	4	5	5	5
3	Muy alta	671684.561	9760247.896	0.150	58.2	5	4	4	4	5	5	5

Estos resultados demuestran que el análisis multicriterio es una herramienta que facilita la delimitación de zonas con un alto potencial para la implementación del COE-P de Guayas y permite descartar las zonas que no cumplen con los criterios requeridos.

## 6. Discusión y justificación del sitio recomendado

La literatura reconoce que la utilización de modelos multicriterio fundamentados en SIG es una herramienta eficiente para respaldar la toma de decisiones en el planeamiento territorial. Diversos estudios han indicado que la integración de variables espaciales a través del análisis de superposición ponderada posibilita identificar zonas más adecuadas para situar infraestructuras estratégicas, lo que facilita decisiones más objetivas y basadas en datos espaciales (Bendib, 2024; Liladhar et al., 2024).

En este contexto, las tres zonas seleccionadas mediante el análisis multicriterio para la implementación del COE-P de Guayas mediante el software QGIS posee un nivel alto de idoneidad, ya que cumplen con los criterios espaciales de localizarse en una zona con alta accesibilidad vial, cerca de infraestructura crítica, lo cual optimiza el tiempo de respuesta ante eventos adversos. Además, se ubican fuera de zonas protegidas cumpliendo con los requerimientos de la normativa ambiental vigente. El uso de criterios

como la accesibilidad vial, cobertura poblacional, proximidad a instituciones de gestión según el estudio de Bendib (2024), han demostrado ser efectivas para la selección de zonas con un alto potencial para la colocación de equipamientos públicos, considerados elementos esenciales para el desarrollo urbano y la correcta planificación del territorio.

En esta misma línea, Wu et al. (2024) en su estudio sobre la ubicación de instalaciones de emergencia han mostrado que la cercanía a las vías principales y a áreas con una gran densidad de población representa uno de los factores más importantes para optimizar los tiempos de respuesta en situaciones críticas. Este resultado concuerda con los hallazgos de la presente investigación, los cuales demostraron que las áreas con más idoneidad territorial se localizan en zonas cercanas a poblaciones y con una buena accesibilidad vial, factores que contribuyen a la cobertura territorial y a la movilidad operativa de los servicios de emergencia. Demostrando la importancia de la accesibilidad vial para la implementación del COE-P, ya que su eficiencia incrementa cuando el tiempo de respuesta y atención es menor.

Así también, Bendib (2024) en su estudio resalta que el uso de variables relacionadas con los riesgos naturales garantiza no solo la seguridad de la infraestructura, sino también su funcionamiento ininterrumpido a pesar de eventos adversos como inundaciones. Por tanto, la consideración del criterio de riesgos naturales dentro del análisis multicriterio reduce la vulnerabilidad de la infraestructura, ya que asegura que la zona para la implementación del COE-P se localice en un área con el menor nivel de riesgo a inundaciones, deslizamientos o amenazas sísmicas. Este criterio es de especial relevancia considerando las características topográficas, geológicas e hidrológicas de la provincia del Guayas. El cantón Guayaquil en específico, aunque presenta la mayor concentración de poblados e infraestructura crítica para la coordinación interinstitucional, gran parte de su territorio es propenso a atravesar eventos naturales como inundaciones asociadas al sistema estuarino del río Guayas (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas, 2024). Hecho que supone una desventaja, dado que el COE-P sin importar los eventos adversos debe situarse en una zona que le permita seguir funcionando con normalidad para la correcta gestión de emergencias.

La opción 1 presenta una mayor armonía entre los diferentes parámetros evaluados. La conectividad con varios cantones de la provincia es posible gracias a su localización en la red vial provincial, lo que hace más eficientes los tiempos de traslado hacia distintas áreas de la provincia. Además, al localizarse en la salida del cantón Guayaquil cerca de la vía estatal Empalme – Nobol – Pascuales, la congestión vial es baja lo cual optimiza el tiempo de respuesta del COE-P. En contraste, la Opción 2, localizado en la parte sur del cantón Guayaquil, presenta una proximidad moderada a la infraestructura crítica (27.8km)

limitando su capacidad de coordinación y respuesta, a pesar de ello se localiza en una zona con un nivel bajo de riesgo natural y una buena conectividad vial. Por otra parte, el cantón Naranjito (Opción 3) presenta un nivel alto de accesibilidad vial que permite conectar a los diferentes poblados de la provincia, sin embargo, registra una concentración baja de infraestructura crítica, lo cual representa una limitación para la coordinación interinstitucional durante eventos adversos de gran magnitud.

Adicionalmente, las zonas que han sido reconocidas con un nivel de idoneidad muy alta – altas, no están dentro de áreas con restricciones ambientales y tienen un nivel de exposición a amenazas naturales relativamente bajo. Por lo tanto, teniendo en cuenta la integración de los siete criterios analizados y el contraste territorial entre las opciones identificadas, se concluye que la opción 1 es la elección territorial con las condiciones más balanceadas en cuanto a conectividad institucional, accesibilidad y seguridad territorial. Por ello, se considera como la alternativa más factible para la ubicación del COE-P de Guayas.

## **7. Conclusiones y recomendaciones**

La investigación reveló que el análisis multicriterio basado en el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) combinado con instrumentos de Sistemas de Información Geográfica (SIG), es eficiente para determinar de forma imparcial los territorios más apropiados para implementar el Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) de Guayas. Donde la consideración de los criterios de accesibilidad vial, cobertura poblacional, proximidad a infraestructura crítica, riesgos naturales, uso de suelo, restricciones ambientales y riesgos tecnológicos, optimizaron la localización de zonas con una alta idoneidad y la toma de decisiones con sustento técnico e informada.

Los resultados del análisis multicriterio revelaron que las zonas con mayor idoneidad territorial se localizan en la parte sur y norte del cantón Guayaquil y en el cantón Naranjito. Aunque, estas zonas cumplieron con los criterios técnicos seleccionados, el análisis comparativo mostró diferencias significativas entre estas alternativas, especialmente en cuanto a la congestión vial, la exposición a peligros naturales y la disponibilidad de infraestructura esencial para la coordinación entre instituciones durante situaciones de emergencia.

La opción 1, localizada en la parte norte a la salida del cantón Guayaquil se destaca entre las alternativas consideradas como la opción territorial más factible para implementar el COE-P, porque muestra un balance apropiado entre la cercanía a infraestructura estratégica, la accesibilidad territorial y niveles de exposición a amenazas naturales y restricciones ambientales que son relativamente bajas. En este sentido, el modelo

multicriterio creado es una herramienta que puede ser utilizada de manera repetitiva para la planificación del territorio y la gestión de riesgos. Esto se debe a que posibilita la integración de información geoespacial variada con el fin de mejorar la ubicación de infraestructuras estratégicas orientadas a coordinar y reaccionar frente a situaciones de emergencia.

## 8. Bibliografía

- Aguilera, Y., Plasencia, J. A., & Marrero, F. (2021). Procedimiento para determinar el impacto de la gestión de riesgos en la sostenibilidad de las organizaciones. *Dirección y Organización*, 73(73), 39–49. <https://doi.org/10.37610/DYO.V0I73.591>
- Aguirre, R. (2009). Definición y origen de los sistemas de información geográfica. In *Conceptos de Geomática y estudios de caso en México* (Primera edición, IV). Universidad Nacional Autónoma de México. [www.unam.mx](http://www.unam.mx)
- Alidadi, G., Arefi Khorrami, Z., & Nekooie, M. A. (2025). Multi-criteria site selection for emergency operations centers in Tehran province: an integrated GIS-AHP approach. *GeoJournal*, 90(4), 1. <https://doi.org/10.1007/s10708-025-11434-1>
- Bendib, A. (2024). GIS-Based Multi-criteria Decision Analysis for the Optimal Location of Public Facility in Batna City, Algeria. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 52(5), 1073–1084. <https://doi.org/10.1007/s12524-024-01858-6>
- Cantos, E. A., Portilla, I. M., Fajardo, P. G., & Lara, A. N. (2024). Evaluación multicriterio con aplicación de sistemas de información geográficas SIG para definir espacios de expansión urbana en el cantón Naranjito. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6(6), 93–109. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i6.1259>
- Choudhary, K., Boori, M. S., Shi, W., Valiev, A., & Kupriyanov, A. (2023). Agricultural land suitability assessment for sustainable development using remote sensing techniques with analytic hierarchy process. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 32. <https://doi.org/10.1016/J.RSASE.2023.101051>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017). Código Orgánico del Ambiente . *Registro Oficial Suplemento 983* . [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)
- Cruz, N. L., Torres, J. de Jesús., & Calderón, N. C. (2020). Análisis multicriterio como herramienta de toma de decisiones en las Ciencias de la tierra. *Miscelánea Científica En México Centro de Investigaciones En Óptica A. C.*, 177–187. [https://www.cio.mx/archivos/miscelanea\\_Cientifica\\_en\\_Mexico\\_2020/Tomo\\_I\\_V\\_FMCT.pdf#page=179.10](https://www.cio.mx/archivos/miscelanea_Cientifica_en_Mexico_2020/Tomo_I_V_FMCT.pdf#page=179.10)

- Degioanni, A. J., Dante de Prada, J., Cisneros, J. M., & Gutiérrez, A. C. (2017). Análisis multicriterio discreto: Un método facilitador para la toma de decisiones en el ordenamiento territorial.: Servicio de Conservación y Ordenamiento de Tierras. . *Universidad Nacional de Río Cuarto*, (73), 11–21. <https://doi.org/10.33324/UV.V1I73.34>
- Denisse, R. A., & Zambrano, R. (2019). Análisis de la accesibilidad y conectividad de la red vial en la ciudad de Milagro. *Revista Mapa*, 3(17). <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/176/214>
- Díaz, H. (2021). El control interno como herramienta indispensable para la gestión de riesgos operativos en la UCI. *Revista Cubana de Transformación Digital*, 2(4), 48–60. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5810694>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial del Guayas. (2024). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del Gobierno autónomo descentralizado provincial del Guayas 2024 2027*. <https://guayas.gob.ec/wp-content/uploads/dmdocuments/rendiciondecuentas/documentos/2024/Plan-de-Desarrollo-y-Ordenamiento-Territorial-de-la-Provincia-del-Guayas-03-10.pdf>
- Gong, X., Liang, J., Zeng, Y., Meng, F., Fong, S., & Yang, L. (2021). A Hierarchical Multi-Objective Programming Approach to Planning Locations for Macro and Micro Fire Stations. *Cornell University*, 4. <https://doi.org/https://doi.org/10.48550/arXiv.2106.08098>
- Gualdrón, D. F., Reyes, P. S., & Villate, J. J. (2020). Aplicación de sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio en la determinación de zonas potencialmente urbanizables en la ciudad de Tunja. *Repositorio de La UPTC.*, 15–40. <https://repositorio.uptc.edu.co/server/api/core/bitstreams/c224314c-d79e-4557-b6b8-f6991975c5f5/content>
- Huguet, J. P., Casado, M. F., & Potenciano de las Heras, Á. (2025). Retos ante el cambio climático: ¿Hacia una gestión integrada del medio ambiente, el desarrollo sostenible, y la reducción del riesgo de desastres? *Revista de Estudios Latinoamericanos Sobre Reducción Del Riesgo de Desastres REDER*, 9(2), 124–140. <https://doi.org/10.55467/reder.v9i2.199>
- Instituto Geográfico Militar. (2016). *Geoportal del IGM: Sismo-2016 – Geoportal Ecuador*. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/sismo-2016/>

- Instituto Geográfico Militar. (2017). *Cartografía de Libre Acceso (Escala Nacional), Capas de información geográfica básica básica de acceso abierto*. Infraestructura de Datos Espaciales Para El Instituto Geográfico Militar. <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/registro/>
- Koull, N., Helimi, S., Mihoub, A., Mokhtari, S., Kherraze, M. E., Aouissi, H. A., Koull, N., Helimi, S., Mihoub, A., Mokhtari, S., Kherraze, M. E., & Aouissi, H. A. (2022). Desarrollo de un modelo de idoneidad para el suelo de cereales en el Sahara argelino utilizando SIG y análisis jerárquico multicriterio. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 49(1), 36–50. <https://doi.org/10.7764/IJANR.V49I1.2323>
- Liladhar, N., Purushottam, S., Saha, A., Srivastava, A., Pande, C. B., Alshehri, F., Roy, R., Katipoğlu, O. M., & Abdo, H. G. (2024). Delineation of environmentally sustainable urban settlement using GIS-based MIF and AHP techniques. *Geocarto International*, 39(1), 2335249. <https://doi.org/10.1080/10106049.2024.2335249>
- Lin, Y., Xiang, Y., Yin, H., & Chen, Z. (2026). Selection of emergency logistics facility locations considering major natural disasters in mountainous cities based on GIS-MCDM. *Scientific Reports 2026*, 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-43065-y>
- Liu, K. (2022). GIS-based MCDM framework combined with coupled multi-hazard assessment for site selection of post-earthquake emergency medical service facilities in Wenchuan, China. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 73, 73–102. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102873>
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726. <https://doi.org/10.1080/13658810600661508>
- Matoma, J. F., & Sandoval, J. M. (2025). *Recomendaciones para el ordenamiento territorial focalizado a infraestructura crítica frente a eventos adversos. Caso de estudio La Calera* (p. 130). Fundación Universidad de América. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/10157>
- Ministerio de Energía y Minas. (2021). *Bloque petrolero*. Infraestructura de Industria y Servicios Son. <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>

- Ministerio de Gestión de Riesgos. (2019). *Susceptibilidad de movimiento en masa*. Descarga de Archivos Geográficos. <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/contenidoMovimientosMasa.php>
- Ministerio de Gestión de Riesgos. (2024). *Zona susceptibles a inundaciones*. Centro de Descargas. <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/contenidoInundaciones.php>
- Ministerio de Salud Pública. (2018). *Descargas: Establecimientos de salud*. Ubicación Infraestructura Correspondiente a Establecimientos de Salud. <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>
- Ministerio del Ambiente y Energía. (2017). *Humedal Ramsar*. Límites de Áreas Naturales. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente y Energía. (2022). *Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT 2022)*. Sistema Nacional de Monitoreo de Bosques. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente y Energía. (2025a). *Bosques y Vegetación Protectora*. Límites de Áreas Naturales. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente y Energía. (2025b). *Sistema Nacional de Área Protegida SNAP*. Límites de Áreas Naturales. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Interior. (2016). *Infraestructura de Seguridad Ciudadana*. Infraestructura Ecuatoriana de Datos Espaciales. <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>
- Morote, Á. F., & Olcina, J. (2024). La enseñanza de los riesgos naturales. Un análisis desde la Didáctica de la Geografía española (1980-2022). *Estudios Geograficos*, 85(297). <https://doi.org/10.3989/estgeogr.2024.1110>
- Oguzhan, M., & Yahya, M. (2024). Disaster management with cloud-based geographic information systems: site selection of landfill areas after Kahramanmaraş, Türkiye earthquake sequence. *Environmental Earth Sciences*, 83. <https://doi.org/10.1007/s12665-024-11674-3>

- Pedemonte, V. (2020). Evaluación Multicriterio (AHP-Analytic Hierarchy Process). *Laboratorio de Técnicas Aplicadas al Análisis Del Territorio*, 1–29. [https://eva.fcien.udelar.edu.uy/pluginfile.php/81718/mod\\_resource/content/6/EMC\\_Saaty\\_2020.pdf](https://eva.fcien.udelar.edu.uy/pluginfile.php/81718/mod_resource/content/6/EMC_Saaty_2020.pdf)
- Ponce, L. A., & Proaño, W. P. (2021). Decisión multicriterio en la selección de proyectos de desarrollo local para fortalecer la toma de decisiones. *Serie Científica de La Universidad de Las Ciencias Informáticas*, 14(2), 133–147. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8590416&info=resumen&idoma=SPA>
- Rodríguez-Espíndola, O., Albores, P., & Brewster, C. (2016). GIS and Optimisation: Potential Benefits for Emergency Facility Location in Humanitarian Logistics. *Geoscience*, 6(2). <https://doi.org/10.3390/geosciences6020018>
- Santospreciado, J. M. (2025). *Sistemas de información geográfica*. (Primera edición). Universidad Nacional de Educación a Distancia. [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=tg6WEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=definici%C3%B3n+de+sistemas+de+informaci%C3%B3n+geogr%C3%A1fica+&ots=2Rpn7Y93CG&sig=vXrFnoqyHHiQjwCfQrsVtsoTWPo&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=tg6WEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=definici%C3%B3n+de+sistemas+de+informaci%C3%B3n+geogr%C3%A1fica+&ots=2Rpn7Y93CG&sig=vXrFnoqyHHiQjwCfQrsVtsoTWPo&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2017). *Manual del Comité de Operaciones de Emergencia*. <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Manual-del-COE.pdf>
- Secretaria Nacional de Planificación. (2024). *Zonas de Planificación - Presencia Institucional en Territorio 2024*. Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>
- Silva, M. I. (2024). NATECH, DESASTRES TECNOLÓGICOS PROVOCADOS POR PELIGROS NATURALES ESTUDIO DEL ARTE | RIDING. *Revista de Investigaciones, Desarrollo e Innovación En Ingenierías*, 8(2). <https://unipaz.edu.co/revistas/RIDING/article/view/413>
- Tomlinson, R. (2010). Pensando en el SIG: planificación del sistema de información geográfica dirigida a gerentes. In *Pensando en el SIG* (Tercera edición). Esri.
- Upegui, J. S. (2025). *Zonificación de la idoneidad agrofísica para el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de La Unión, Antioquia mediante análisis multicriterio AHP y SIG* [Universidad de Antioquia]. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/46e39f70-3d70-4df4-b9bb-a68c1233a2b3>

Wu, Z., Jiang, H., Zhou, Y., & Li, H. (2024). Enhancing emergency medical service location model for spatial accessibility and equity under random demand and travel time. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2024.103501>



Presidencia  
de la República  
del Ecuador



Plan Nacional  
de Ciencia, Tecnología,  
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,  
Ciencia, Tecnología e Innovación

## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Ruth Estefanía Yupangui Sumba, con C.C: # 1450014327 autor(a) 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, 019 de abril del 2026



Firmado electrónicamente por:  
**RUTH ESTEFANIA  
YUPANGUI SUMBA**  
Validar únicamente con FirmaEC

f. \_\_\_\_\_

Nombre: Ruth Estefanía Yupangui Sumba

C.C: 1450014327



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	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)		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Ruth Estefanía Yupangui Sumba		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Echeverría Llumipanta Neptalí Armando		
<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>	19 de abril del 2026	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	30
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas de información geográfica, análisis multicriterio, gestión de riesgo de desastre, planificación territorial, geomática.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	idoneidad territorial; emergencia; gestión de riesgos; coordinación interinstitucional, Ordenación de territorio		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	El aumento de fenómenos extremos relacionados con el cambio climático ha demostrado la importancia de robustecer los sistemas de gestión de riesgo y emergencias. En esta situación, los Centros de Operaciones de Emergencia Provinciales (COE-P) tienen un papel crucial en la coordinación entre instituciones y en la toma de decisiones durante las crisis. El objetivo de la investigación fue Determinar la ubicación óptima para un COE-P de Guayas utilizando herramientas SIG y un modelo de análisis multicriterio. Para lo cual, se empleó el método AHP, mediante el cual se seleccionó y ponderó 7 criterios técnicos para el análisis. Se obtuvieron un total de 20 capas geoespaciales de tipo vector, obtenidas de páginas oficiales y geoportales de instituciones públicas, mismas que fueron procesadas mediante el software QGIS, las capas tipo vector se rasterizaron y estandarizaron a una resolución espacial de 30x30 metros. Después, se llevó a cabo una reclasificación de los criterios y se utilizó una suma ponderada para crear un mapa de idoneidad territorial. Los lugares más aptos se distribuyen en áreas de los cantones Guayaquil y Naranjito. Sin embargo, el análisis comparativo reveló que la opción 1 presenta las mejores condiciones asociadas a una buena conectividad vial, proximidad a infraestructura crítica y baja exposición a amenazas naturales. Por lo tanto, se concluyó que el modelo multicriterio implementado es un instrumento efectivo para respaldar procedimientos de planificación territorial enfocados en la ubicación de infraestructuras cruciales para manejar situaciones de emergencia.		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 0960828783	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:ruth.yupangui@cu.ucsg.edu.ec">ruth.yupangui@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:lulyupangui@gmail.com">lulyupangui@gmail.com</a>	
<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>		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			