

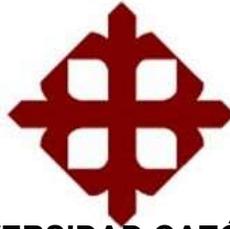
**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
SUBSISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL**

**TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN:
Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro
logístico regional utilizando Sistemas de Información
Geográfica (SIG)**

**AUTOR:
Sandoya Man Ging Javier José**

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

**Guayaquil, Ecuador
2025**



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Ingeniero Ambiental, **Javier José Sandoya Man Ging**, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

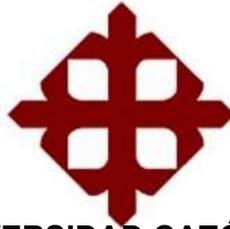
REVISOR(A)

Ing. Armando Echeverría, Mgs.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Armando Echeverría, Mgs.

Guayaquil, a los 27 del mes de julio del año 2025



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Javier José Sandoya Man Ging

DECLARO QUE:

El trabajo **Análisis Multicriterio Para La Localización Óptima De Un Centro Logístico Regional Utilizando Sistemas De Información Geográfica (SIG)** previa a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

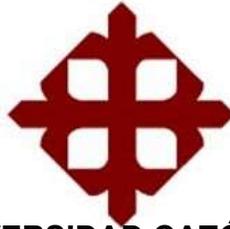
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 27 del mes de julio del año 2025

EL AUTOR



Javier José Sandoya Man Ging



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Javier José Sandoya Man Ging**

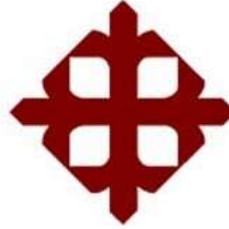
Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la **publicación** en la biblioteca de la institución del **Trabajo de titulación en Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital** titulado: **Análisis Multicriterio Para La Localización Óptima De Un Centro Logístico Regional Utilizando Sistemas De Información Geográfica (SIG)** mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 27 del mes de julio del año 2025

EL AUTOR:



Javier José Sandoya Man Ging



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

REPORTE COMPILATIO

 **INFORME DE ANÁLISIS**
magister

**SANDOYA MAN GING JAVIER
JOSE**

5%
Textos sospechosos

< 1% Similitudes
0% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas

< 1% Idiomas no reconocidos (ignorado)

5% Textos potencialmente generados por IA

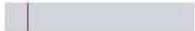
<p>Nombre del documento: SANDOYA MAN GING JAVIER JOSE.pdf ID del documento: 47135db9b07d01b2e86a2ae968e0ac420d7f2825 Tamaño del documento original: 1,93 MB</p>	<p>Depositante: Neptali Armando Echeverria Llumpanta Fecha de depósito: 24/7/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 24/7/2025</p>	<p>Número de palabras: 3228 Número de caracteres: 21.014</p>
---	--	--

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuente

Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 cia.uagraria.edu.ec https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/SANDOYA MAN GING JAVIER JOSE.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (16 palabras)

AGRADECIMIENTO

Agradezco enteramente a Dios. A mi familia, cuyo apoyo, paciencia y amor incondicional fueron el soporte a lo largo de este camino. Su constante confianza en mí y sus palabras de aliento ha sido un impulso para cumplir mis metas. También reconozco a mí mismo, por el esfuerzo, constancia y dedicación que me permitieron concluir cada desafío durante este proyecto.

Javier José Sandoya Man Ging

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, a Dios. A mi mamá, Karina Man Ging, pilar de nuestra familia. A mi papá, Miguel Sandoya, por inculcarme la motivación de siempre aspirar a más. A mis hermanos Miguel, Félix y Paula cuyo apoyo incondicional fue fundamental a lo largo de todo el camino. Y a mi perro Atreus, cuya compañía me reconfortó en mis momentos más difíciles.

Javier José Sandoya Man Ging

ÍNDICE GENERAL

1	Introducción	1
1.1	Antecedentes del problema	1
1.2	Planteamiento y formulación del problema	2
1.2.1	Planteamiento del problema.....	2
1.2.2	Formulación del problema	3
1.3	Objetivo general	3
1.4	Objetivos específicos	3
2.	Metodología.....	4
2.1.	Variables	4
2.1.1.	Variables independientes.....	4
2.1.2.	Variable dependiente	4
2.2.	Métodos y técnicas	4
3.	Resultados	9
3.1	Recopilación de información geoespacial relevante como insumo para el análisis espacial.	9

3.3	Análisis de la información categorizada mediante un modelo multicriterio a través de ponderación de variable para la localización óptima de un centro logístico en la provincia del Guayas.	12
3.4	Cálculo del índice de vegetación de Diferencia Normalizadas (NDVI) con imágenes satelitales, con el objetivo de analizar la cobertura vegetal en las zonas determinadas óptimas para un centro logístico.	13
3.5	Generación de mapas temáticos que sintetizan los resultados del análisis multicriterio.	15
3.5.1	Evaluación de la zona de estudio por criterio	15
3.6	Ubicación recomendada y justificación técnica	22
4.	Conclusiones	24
5.	Recomendaciones.....	25
6.	Bibliografía.....	26
7.	Anexos	28
	DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	29

Resumen

Actualmente, la falta de planificación y gestión territorial previo a decidir la ubicación de un centro logístico en la provincia del Guayas genera múltiples desafíos que provocan una operatividad ineficiente y poca competitiva a nivel regional. Entre los desafíos identificados se determina la saturación vial, lo que representa un aumento en el flujo vehicular durante la última década, esto genera un aumento promedio de hasta 30 minutos en demoras en los accesos a las principales zonas industriales, adicionalmente, gran parte de los centros logísticos actuales se ubican en zonas con alta susceptibilidad a inundaciones, lo que en temporadas de lluvias expone a riesgos o interrupciones durante sus operaciones. En la parte ambiental, algunos centros logísticos se ubican en áreas con baja calidad del aire y cerca de zonas residenciales generando problemas por la emisión de contaminantes atmosféricos y por la generación de ruido. También se contempla el aumento del precio del combustible, el mantenimiento de equipos y maquinarias debido a las largas distancias de distribución. El presente estudio se planteó determinar la localización óptima de un centro logístico regional utilizando sistemas de información geográficas (SIG), que permita mejorar la conectividad, optimizar costos y minimizar posibles riesgos. La metodología para un análisis multicriterio con combinación lineal ponderada, usando sistemas de información geográficas, y recopilando información de diferentes variables, mediante la implementación del método de Análisis Jerárquico (AHP) y Análisis Multicriterio.

1 Introducción

1.1 Antecedentes del problema

Hoy en día la toma de decisiones organizacionales y territoriales se basan en su mayoría de casos en criterios básicos, más que en un análisis de variabilidad de criterio rigurosos. La elección de sitios para centros de distribución logísticos regionales deben implicar un campo de estudio extenso. En el área de la gestión logística, se toma en consideración factores como la geografía del área. Tomando en cuenta aspectos físicos, económicos, sociales y ambientales.

Según, (Guzman lozano & Miño Cascante, 2020) la determinación sobre la localización de un centro logístico en algunas áreas afectara la eficiencia de los sistemas para los años venideros. El objetivo de la decisión del establecimiento de un sitio determinado es lograr un equilibrio adecuado entre los aspectos o variables establecidas.

Fischer Muñoz (2020) menciona que, debido al aumento de flujo vehicular, al igual que las externalidades negativas que afectan a los usuarios de la vía pública, transportistas, operadores logísticos, moradores del sector, y a quien realice actividades comerciales y laborales, así como la mala gestión territorial urbana dentro de la provincia del Guayas, empezó a tomarse un problema dentro del área provincial.

Uno de los principales núcleos económicos y logísticos del país como lo es la provincia del Guayas, se vuelve una prioridad contar con una localización óptima para centro de distribución ante el crecimiento exponencial del comercio,

el desarrollo industrial y la creciente demanda en sectores rurales y urbanos. El aeropuerto José Joaquín de Olmedo, el puerto marítimo de Guayaquil y la red vial conecta a la provincia con otras regiones del país y fuera del país, posicionando a la provincia del Guayas como nodo logístico estratégico, a pesar de aquello, la determinación precisa de sitios más adecuados para un centro logístico requiere un análisis mucho más profundo con variables geográficas, económicas, sociales y operativas, a fin de optimizar recursos y mejorar el desempeño logístico de las organizaciones que operan en la zona.

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

La provincia del Guayas como nudo estratégico logístico a nivel nacional e internacional de Ecuador, enfrenta importantes desafíos a la hora de optimizar su cadena de suministros. Por otro lado, al contar con infraestructuras claves a nivel nacional como el aeropuerto José Joaquín de Olmedo y el puerto marítimo de Guayaquil, la falta de un centro logístico regional debidamente ubicado ha provocado procesos ineficientes de distribución. Costos elevados y tiempos de entrega prolongados (Lino Beltran & Montiel cepeda, 2024).

El crecimiento sostenido del comercio a nivel regional evidencia la necesidad de implementar herramientas y metodologías modernas para la elección de un área óptima para centros logísticos, que permitan optimizar recursos y tiempo de ejecución en los procesos operativos (Rojas Polo & Gonzales, 2014).

1.2.2 Formulación del problema

El crecimiento comercial, la mala gestión territorial y el rechazo a la utilización de herramientas y metodologías modernas en la Provincia de las Guayas, ha originado a plantearse la siguiente pregunta:

¿Cuáles son las ubicaciones óptimas para la construcción de un centro logístico regional en la provincia del Guayas?

1.3 Objetivo general

Determinar la localización óptima de un centro logístico regional en la provincia del Guayas mediante análisis multicriterio utilizando sistemas de información geográficas.

1.4 Objetivos específicos

- Recopilar información geoespacial relevante como insumo para el análisis espacial.
- Clasificar las variables a través del método de Análisis Jerárquico.
- Analizar la información categorizada mediante un modelo de análisis multicriterio a través ponderación de variables para la localización óptima de un centro logístico en la provincia del Guayas.
- Estimar el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizadas (NDVI) mediante imágenes satelitales, con la finalidad de analizar la cobertura vegetal en las áreas establecidas como óptimas para un centro logístico.
- Generar mapas temáticos que sinteticen los resultados del análisis multicriterio.

2. Metodología

2.1. Variables

2.1.1. Variables independientes

Accesibilidad a vías, medido en metros.

Uso de suelo.

Distancia a puertos, medido en metros.

Pendiente, medido en grados.

Distancia a áreas protegidas, medido en metros.

Susceptibilidad a inundaciones.

Distancia a zonas urbanas, medido en metros.

2.1.2. Variable dependiente

Área óptima para determinar un centro logístico regional en la provincia del Guayas, medido en kilómetros cuadrados.

2.2. Métodos y técnicas

La metodología utilizada en el presente estudio se basó en la técnica de Cobos et al. (2017) los cuales aplican el análisis multicriterio.

O.E. 1 – Recopilación información geoespacial relevante como insumo para el análisis espacial.

La información geoespacial recopilada proviene de diferentes fuentes de libre acceso, tales como el Instituto Geográfico Militar (IGM), el Sistema Nacional de Información (SNI) y el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos (SNGRE).

Conforme a las dimensiones del área de estudio, se emplearon datos a una escala de 1:50.000.

Con relación a las imágenes satelitales, se utilizaron imágenes Sentinel-2 descargadas de la página Copernicus y seleccionando las imágenes con un porcentaje de nubosidad inferior al 10%.

O.E. 2 – Clasificación de las variables a través del método de Análisis Jerárquico.

Se implemento el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) planteado por Saaty (2001), la cual se basa en tres etapas: estructura jerárquica, valoración de criterios y ponderación. El resultado fue el desarrollo de una matriz de comparaciones pareadas.

La valoración de los criterios se determinó en base a la escala de Saaty (2001), comparando los criterios cuantitativos y cualitativos en base a la importancia relativo de los criterios evaluados, las valoraciones asignadas se presentan en la siguiente tabla.

Escala de Saaty		
Valor	Definición	Comentario
1	Igual importancia	A y B tienen la misma importancia
3	Importancia moderada	A es un poco más importante que B
5	Importancia grande	A es más importante que B
7	Importancia muy grande	A es mucho más importante que B

9	Importancia extrema	A es extremadamente más importante que B
---	---------------------	--

Fuente: Saaty, 2001. Elaborado por: Sandoya, 2025

Es importante mencionar que, al realizar la comparación de criterios idénticos, se les asignó un valor de 1. Así mismo, se debe considerar la evaluación recíproca, que conlleva el uso de valores fraccionarios (Rikalovic, Cosic, & Lazarevic, 2014), como se muestra en la siguiente tabla.

Recíproca en la matriz de comparaciones pareadas

Variables	A	B
A	1	3
B	1/3	1

Elaborado: Sandoya, 2025.

Para establecer los valores se llevó a cabo la siguiente disposición: cada valor fijado para cada criterio fue dividido por el valor total de la suma de una determinada columna. Ya fijados los valores se repitió igualmente en cada una de las columnas de tal manera que la relación se aplicó. Posteriormente, se cuantificó el promedio de la asignación de los valores relativos para cada criterio determinado. A la hora de la verificación, se sumaron todos los promedios obtenidos, los cuales debieron sumar en total 1 para asegurar la coherencia en la asignación de valores. Para finalizar, cada promedio se multiplicó por 100, resultando así en el porcentaje de importancia de cada criterio evaluado.

O.E. 3 - Análisis de la información categorizada mediante un modelo multicriterio a través de ponderación de variables para la localización óptima de un centro logístico en la provincia del Guayas.

Para determinar qué áreas son consideradas óptimas para un centro logista regional se usó el proceso de análisis multicriterio, la cual se basó en los siguientes pasos.

- **Obtención de información geoespacial:** Se descargaron Shapefiles y Raster descargados de geoportales de acceso público, así como también de otras fuentes oficiales, desde sus portales de libre acceso.
- **Delimitación del área de estudio:** Se delimito la provincia del Guayas para separar el área de estudio en el software GIS, luego se agregaron las capas de cada criterio, que anteriormente fueron jerarquizados y determinado sus porcentajes de importancia.
- **Ponderación para reclasificación:** Se usé una herramienta de análisis de distancias para todas las capas, posteriormente se reclasificaron los valores en una escala de 1 a 5, conforme a la ponderación de criterios establecidos, donde el valor 5 determina las zonas más óptimas y el valor 1 las menos óptimas, para la capa uso de suelo se consideraron optimas las áreas determinadas como complejos industriales y centros poblados. Para la capa de Susceptibilidad a Inundaciones se asignó mayor idoneidad a las zonas con bajo riesgo a inundaciones. Y para la

capa de Pendiente se consideró como zonas óptimas a las áreas con menor pendiente.

- **Procesos posteriores por capa:** Para la capa *Áreas Protegidas, Bosques protectores y Áreas bajo conservación*, se unieron para luego realizar la reclasificación trabajando con un solo criterio. Luego se realizó un recorte para ajustarlo al área de estudio. Para las demás capas se usó herramienta de proximidad, posteriormente se realizó la reclasificación y se recortó para ajustarlo al área de estudio.
- **Determinación de áreas óptimas:** Se realizó el proceso de superposición pondera, en el cual se usó la herramienta Calculadora raster, se evaluó en la escala de 1 a 5, se multiplico cada criterio por el porcentaje de importancia previamente establecido y luego se sumaron, posteriormente se realizó una reclasificación para establecer los valores de 1 a 5 y para finalizar se extrajo únicamente las zonas con valor 5, las cuales representan las zonas óptimas.

O.E. 4 – Estimación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) mediante imágenes satelitales, con la finalidad de analizar la cobertura vegetal en las áreas establecidas como óptimas para un centro logístico: Se descargaron imágenes satelitales Sentinel-2 de portal Copernicus, las cuales se usó la Banda 8 y la Banda 4 correspondientes de cada imagen, se realizó un mosaico con todas las imágenes para que abarcara

el área de estudio, mediante la calculadora raster se calculó el NDVI y posteriormente se realizó una reclasificación.

Una vez se obtuvo el NDVI se realizó la comparación con los resultados obtenidos en el Análisis Multicriterio y seleccionar únicamente las áreas que se encontraran sin vegetación evitando seleccionar áreas con vegetación densa.

O.E. 5 – Generación de Mapas temáticos para sintetizar los resultados del análisis multicriterio: Por medio del software Qgis se generaron 9 mapas temáticos en los que se visualizan de forma sintetizada los resultados obtenidos luego del análisis multicriterio.

3. Resultados

3.1 Recopilación de información geoespacial relevante como insumo para el análisis espacial.

Para el análisis espacial y la identificación de áreas óptimas para un centro logístico regional en la provincia del Guayas, se recopiló información geoespacial para 7 criterios o variables consideradas clave, las cuales son las siguientes:

- Distancia a vías: Capa de ejes y vías.
- Uso de suelo: Capa Uso de suelo.
- Distancia a Puertos: Capa tipo punto de puertos.
- Pendiente del terreno: Capa pendiente del terreno.

- Distancia a áreas protegidas: Capa de áreas protegidas, bosques protector y áreas bajo conservación.
- Susceptibilidad a inundaciones: Capa de riesgo a inundaciones.
- Distancia zonas urbanas: Capa tipo polígono de las zonas urbanas.

La elección de estas variables se fundamenta en diferentes estudios que demuestran su utilidad en la evaluación territorial mediante análisis multicriterio (Malczewski, 2006).

La información espacial se trabajó a una escala cartográfica de 1:50.000, la cual es la más adecuada para análisis regionales, garantizando suficiente nivel de detalle sin alterar la integridad de los datos (McDonnell, 1998).

La información geográfica fue obtenida de goeportales de acceso público, entre ellos: Instituto Geográfico Militar (IGM), provee cartografía base y curvas de nivel, Sistema Nacional de Información (SIN), fuente de datos sobre uso de suelo y límites administrativos y el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), que aporta información sobre susceptibilidad a inundaciones y zonas de riesgos.

3.2 Clasificación de las variables a través del método Análisis Jerárquico

Se clasificó las variables mediante un análisis jerárquico usando el método AHP para la asignación de pesos de importancia en el que la información temática mencionada como criterio para la localización de un centro logístico regional (Sandoya & Arevalo, 2021).

En la siguiente tabla se detallan las cifras de la matriz de comparación:

Matriz de comparación: Asignación de importancia

Criterio	Dst. A Vías	Uso de Suelo	Dist. A Puertos	Pendiente	Dst. Áreas Protegidas	Susceptibilidad a inundaciones	Dst. Zonas Urbanas
Dst. A Vías	1	1	5	3	1	0.33	0.33
Uso de Suelo	1	1	3	0.20	0.33	0.20	3
Dist. A Puertos	0.20	0.33	1	0.20	0.143	0.11	0.143
Pendiente	0.33	5	5	1	3	1	3
Dst. Áreas Protegidas	1	3	7	0.33	1	3	3
Susceptibilidad a inundaciones	3	5	9	1	0.33	1	5
Dst. Zonas Urbanas	3	0.33	7	0.33	0.33	0.20	1
Sumatoria	9.53	15.66	37	6.06	6.14	5.84	15.47

Dst.: Distancia. Elaborado por: Sandoya, 2025

Los resultados obtenidos derivaron del vector principal, correspondiente a la primera columna de la matriz, en el que, predominan valores asignados menores a 1. El uso de suelo presenta la mayor cantidad de sumatoria con 15.66, seguida de Distancia a Zonas Urbanas con 15.47.

En la siguiente tabla se presentan los valores relativos de las variables en la matriz.

Valor relativo en la matriz

								Promedio	Influencia
Dst. A Vías	0.10	0.06	0.13	0.49	0.16	0.05	0.02	0.148	15%
Uso de Suelo	0.10	0.06	0.08	0.03	0.05	0.03	0.19	0.080	8%
Dist. A Puertos	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.01	0.009	0.022	2%
Pendiente	0.03	0.31	0.13	0.16	0.48	0.17	0.19	0.215	24%
Dst. Áreas Protegidas	0.10	0.19	0.18	0.05	0.16	0.51	0.19	0.201	22%
Susceptibilidad a	0.31	0.31	0.24	0.16	0.05	0.17	0.32	0.227	21%

inundaciones										
Dst. Zonas Urbanas	0.31	0.02	0.18	0.05	0.05	0.03	0.06	0.104	7%	
								Sumatoria	1.000	100%

Promedio y porcentaje de importancia de cada criterio en relación con las comparaciones pareadas

Elaborado por: Sandoya, 2025.

A través de esta tabla se determinó que las variables; Pendiente y distancia a áreas protegidas cuenta con el mayor porcentaje de influencia. Las variables susceptibilidad a inundaciones y distancia vías obtuvieron 0.227 equivalente al 21% y 0.148 equivalente al 15% respectivamente. La variable uso de suelo obtuvo el 8% de influencia mientras que la variable Distancia a zonas urbanas un 7% y por último la variable Distancia Puertos con un 0.022 equivalente a un 2% de influencia.

3.3 Análisis de la información categorizada mediante un modelo multicriterio a través de ponderación de variable para la localización óptima de un centro logístico en la provincia del Guayas.

El análisis se realizó siguiendo la categorización de los criterios, así como los porcentajes de influencia previamente acordados y la ponderación del análisis jerárquico.

El análisis multicriterio se realizó con el software QGIS. Primero, se usaron las herramientas de análisis de distancia para los criterios. Después, los resultados fueron reclasificados a los valores definidos en la matriz de Saaty ya expuesta.

Obtenidos los resultados y recortados los raster reclasificados a la zona de estudio, se procedió a aplicar la ponderación de criterios mediante la herramienta “Calculadore Raster”, utilizando la siguiente expresión:

$$(Distancia\ a\ vías * 0.155) + (Uso\ del\ suelo * 0.77) + (Distancia\ a\ puertos * 0.22) + (Pendiente * 0.241) + (Distancia\ a\ áreas\ protegidas * 0.215) + (Susceptibilidad\ a\ inundaciones * 0.215) + (Distancia\ a\ zonas\ urbanas * 0.75)$$

Este análisis logro integrar los criterios en una sola capa raster ponderada, optimizando la evaluación espacial mediante un enfoque multicriterio para determinar las áreas optimas para un centro logístico regional en la provincia del Guayas.

3.4 Cálculo del índice de vegetación de Diferencia Normalizadas (NDVI) con imágenes satelitales, con el objetivo de analizar la cobertura vegetal en las zonas determinadas optimas para un centro logístico.

Con el fin de validar la adecuación de las áreas óptimas determinadas de acuerdo con el resultado del análisis jerárquico (AHP), se realizó un análisis de la cobertura vegetal con imágenes obtenidas de satélites del sensor Sentinel-2, utilizando imágenes con una resolución espacial de 10 metros y una baja nubosidad del 5%, de forma que se garantizaba la mayor precisión en la clasificación espectral.

Se empleo el índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para estimar la densidad de vegetación en el área de estudio, el cual se calculó mediante la siguiente formula:

$$NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

B8: Banda del infrarrojo cercano (NIR)

B4: Banda del rojo (Red)

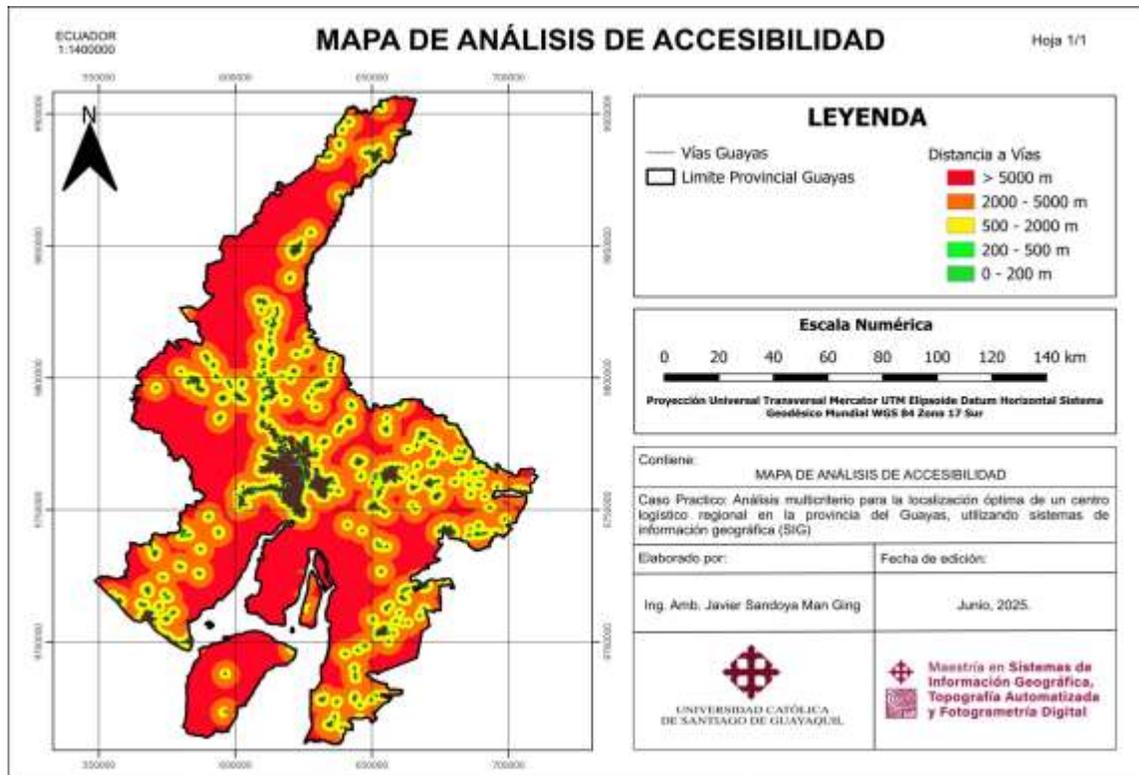
Una vez calculado el NDVI, generaron valores cercanos a +1 que representan vegetación densa, mientras que los valores cercanos a 0 o negativos indican ausencia de vegetación es decir zonas urbanas, cuerpos de agua o áreas con poca vegetación.

Luego el resultado obtenido del NDVI fue comparado con las áreas óptimas determinadas en el análisis multicriterio, con el propósito de validar que las zonas eviten estar en áreas de alta cobertura vegetal, este análisis permitió identificar y realizar los ajustes necesarios al modelo de análisis multicriterio.

El análisis NDVI verifico la validez de los resultados del análisis multicriterio, para así poder escoger las áreas que se ubican en zonas sin vegetación o áreas urbanizadas.

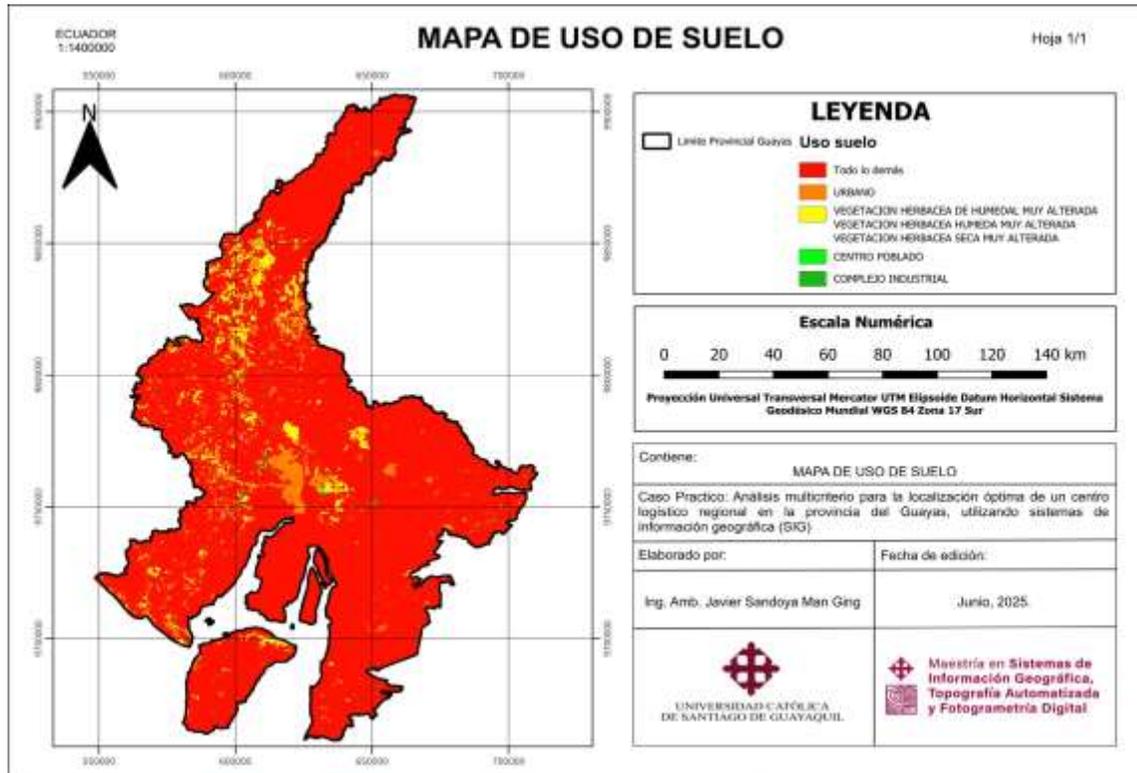
3.5 Generación de mapas temáticos que sintetizan los resultados del análisis multicriterio.

3.5.1 Evaluación de la zona de estudio por criterio



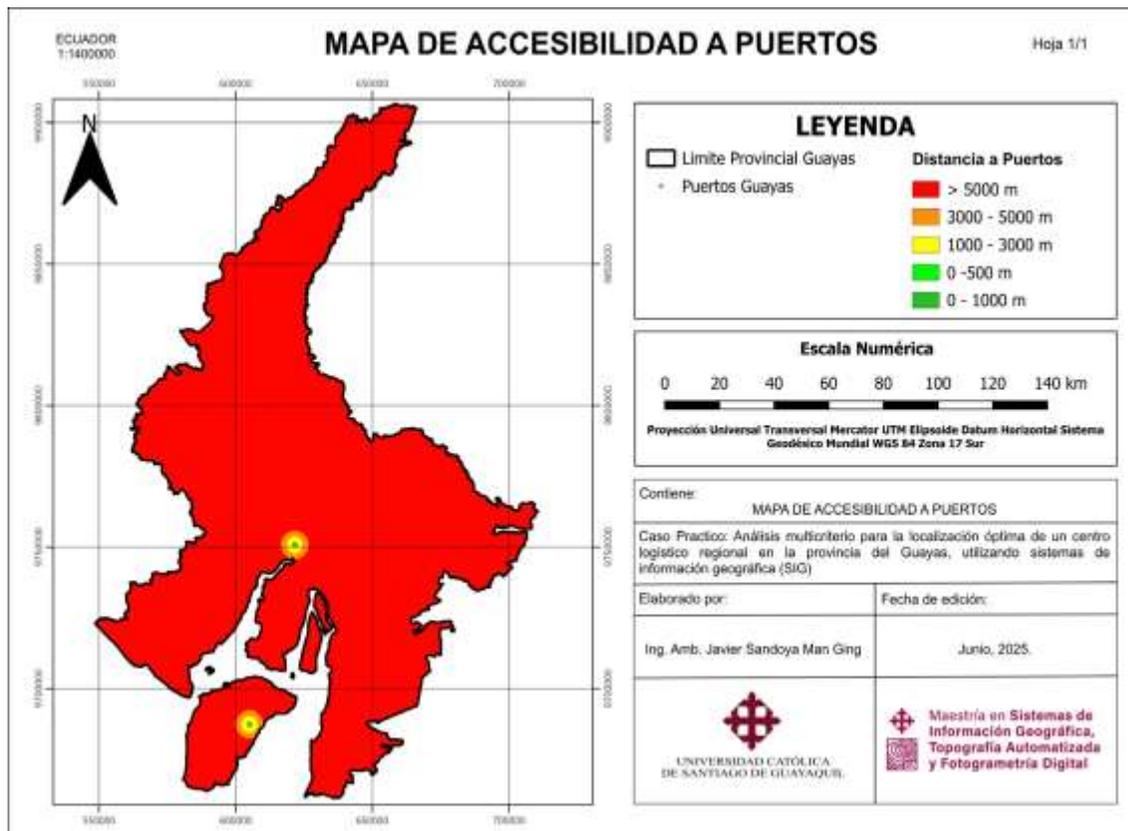
Mapa criterio Análisis de Accesibilidad
Elaborado por: Sandoya, 2025

Se visualiza la distancia de las vías de la provincia del Guayas, dando como resultado las zonas de color verde (0 – 200 m) representan las áreas idóneas y las de color rojo (>5000 m) las menos idóneas para instalar un centro logístico regional.



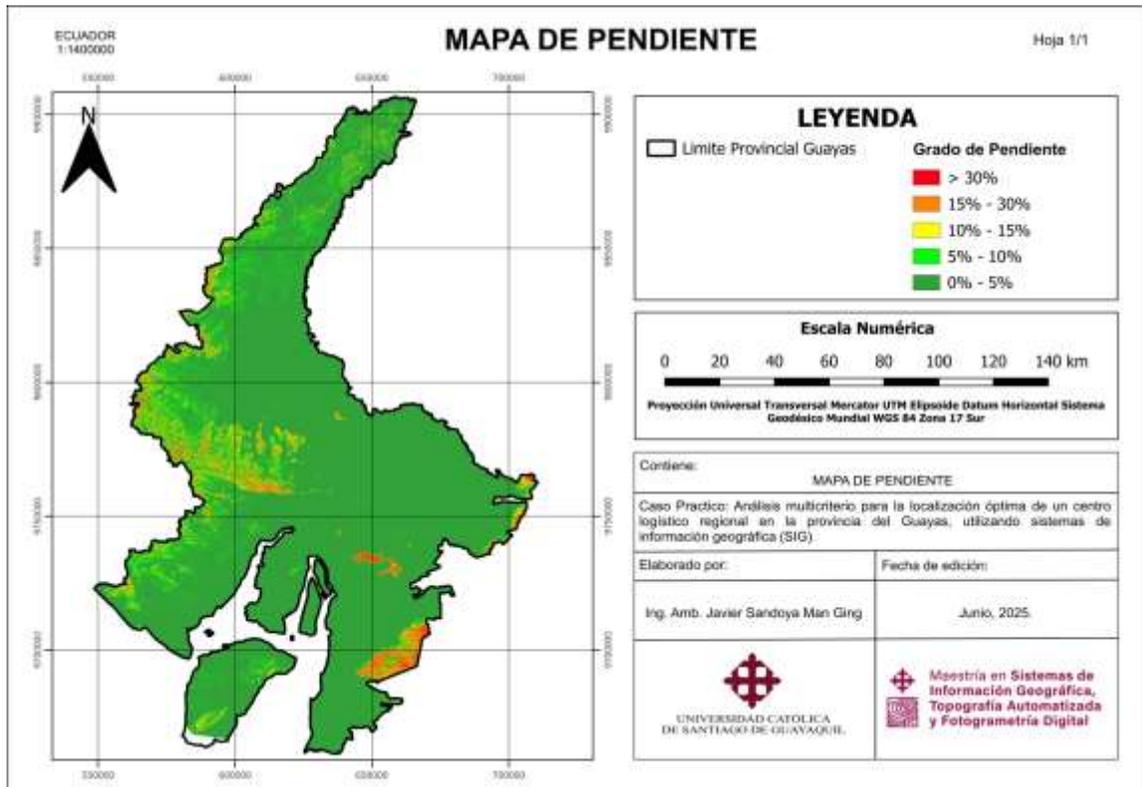
Mapa Criterio Uso de Suelo
Elaborado por: Sandoya, 2025

En el presente mapa se visualiza los diferentes usos de suelo en la zona de estudio. Dando como resultado las zonas de color verde oscuro el uso de suelo denominado complejo industrial como las mas optimas para un centro logístico regional y las zonas de color naranja y gris que representan todos los demás usos de suelo como las menos óptimas.



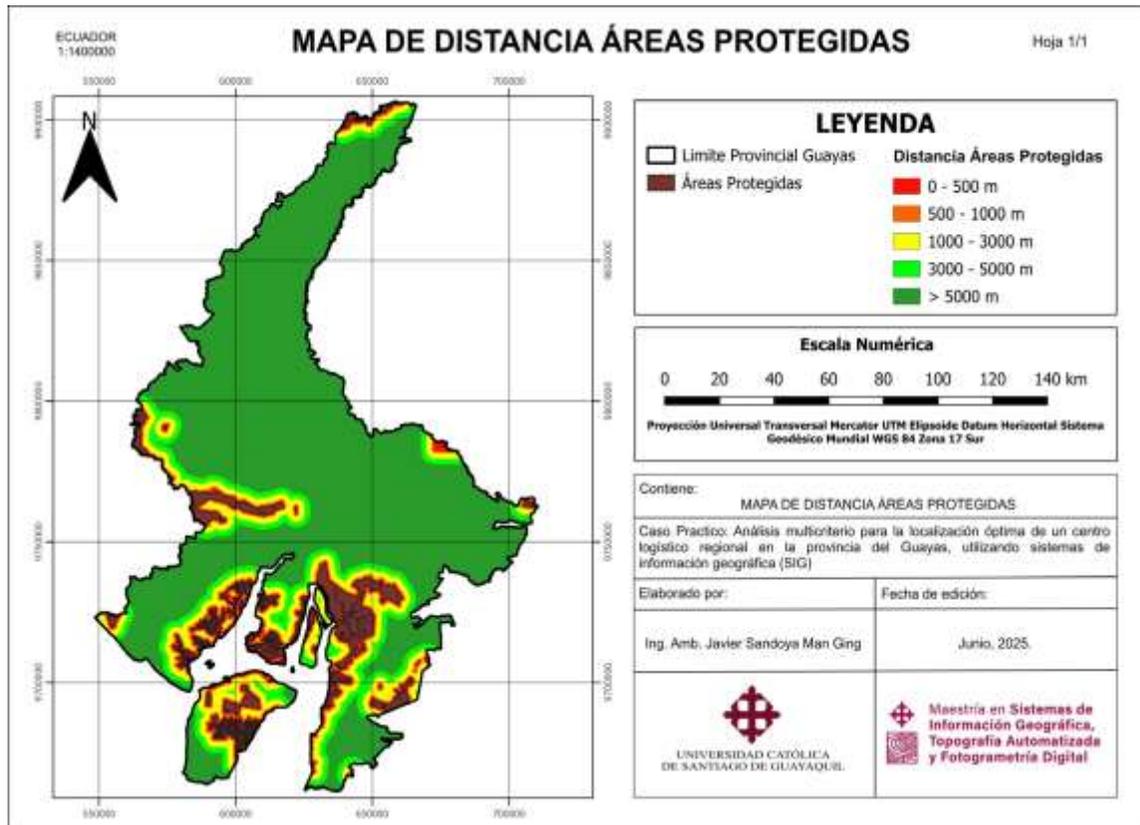
Mapa Criterio Accesibilidad a Puertos
Elaborado por: Sandoya, 2025

Se visualiza en el presente mapa la distancia a los puertos de Guayas. Dando como resultado que las zonas de color verde oscuro (0 – 1000m) representan las áreas óptimas y las de color (>4000 m) rojo las menos óptimas para un centro logístico regional, cabe indicar que existen 2 puertos principales en la provincia del Guayas.



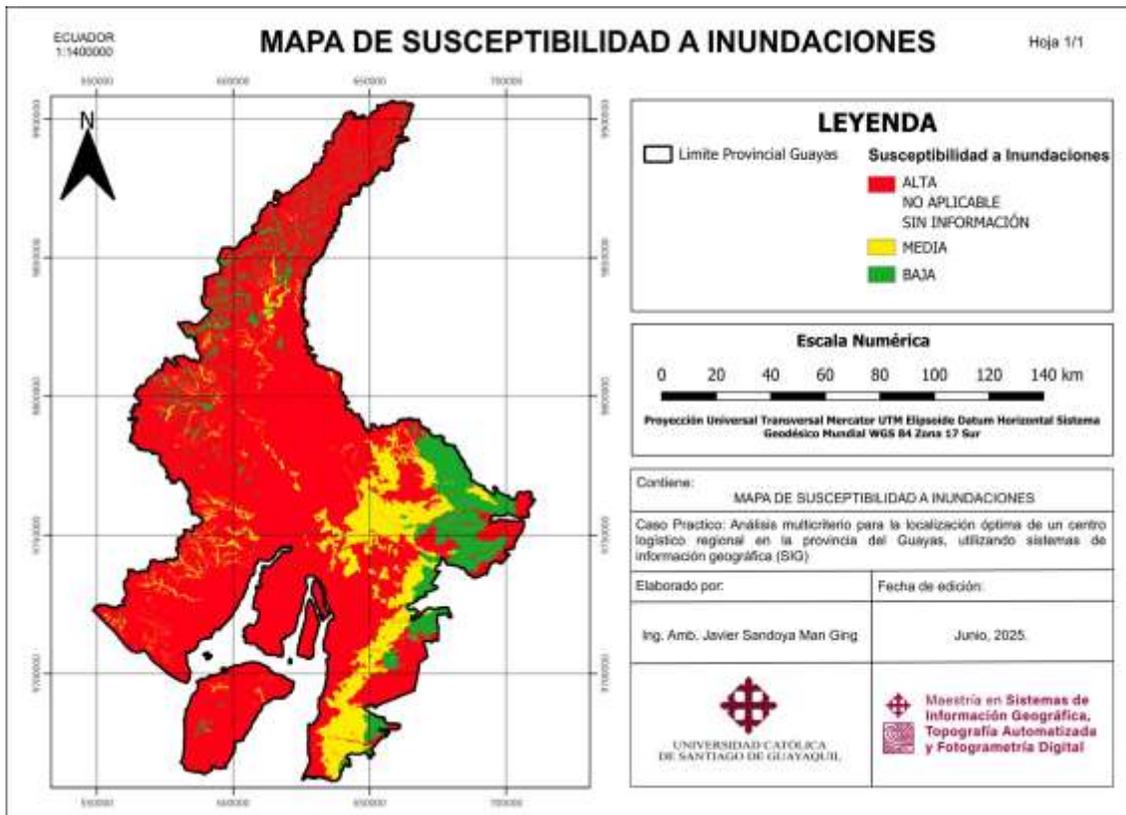
Mapa Criterio Pendiente
Elaborado por: Sandoya, 2025

En el siguiente mapa se visualiza el grado de pendiente de la zona de estudio. Dando como resultado que el área de color verde oscuro (0 – 5%) representan las áreas óptimas con menor porcentaje de pendiente, por otro lado, las áreas de color rojo (> 30%) las de mayor porcentaje de pendiente representan las menos óptimas. Además, se observa que en el área de estudio predomina una pendiente de 0 a 5%.



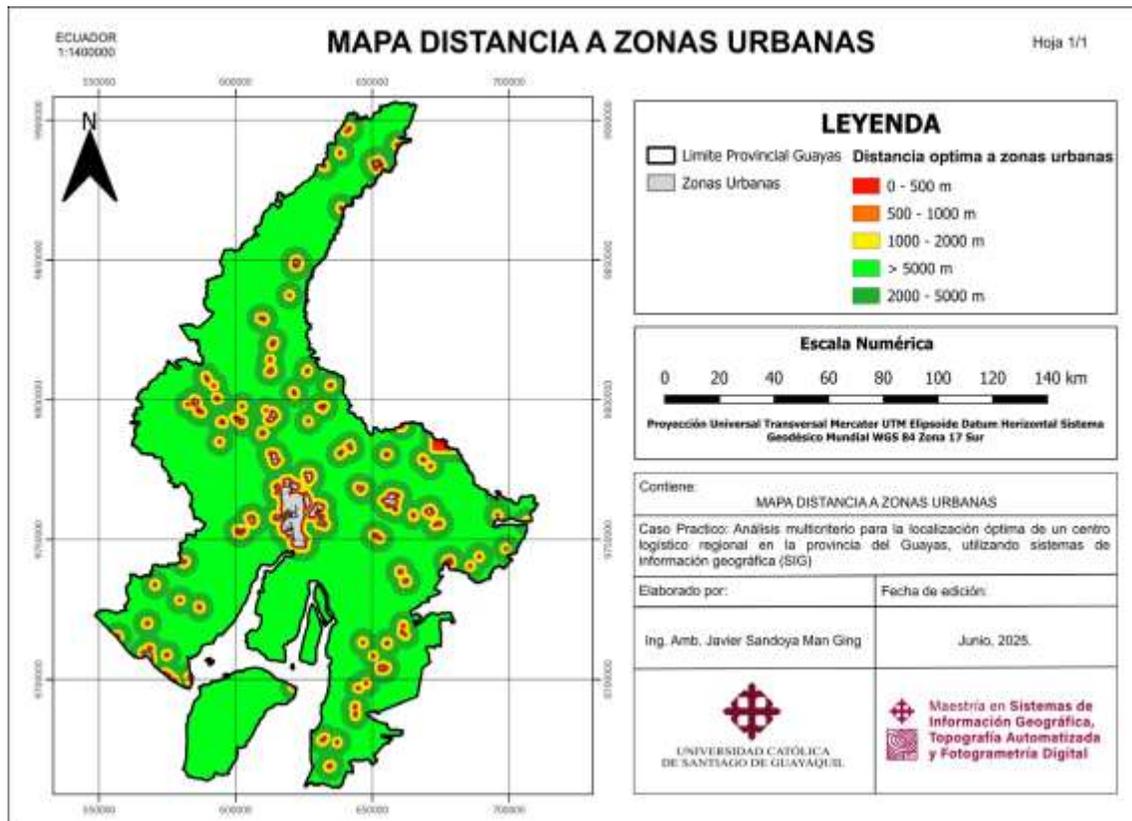
Mapa Criterio Distancia a Áreas Protegidas
Elaborado por: Sandoya, 2025

En siguiente mapa se visualiza la distancia a las áreas protegidas dentro de la provincia del Guayas, dando como resultado que la zona de color verde oscuro (>5000 m) simbolizan las áreas óptimas y las áreas de rojo (0 – 500 m) las menos óptimas para un centro logístico regional. Cabe mencionar que se consideraron las áreas protegidas, como los bosques protectores y las áreas bajo conservación.



Mapa Criterio Susceptibilidad a Inundaciones
Elaborado por: Sandoya, 2025

Como se visualiza en el mapa las áreas de color verde oscuro que representan las zonas con baja susceptibilidad a inundaciones son las más óptimas para un centro logístico regional, mientras que las áreas de color rojo representan las zonas con Alta susceptibilidad a inundaciones, no contienen información o no son aplicables las cuales son las áreas menos óptimas para un centro logístico, así mismo, cabe mencionar que gran parte de la provincia del Guayas es susceptible a inundaciones.

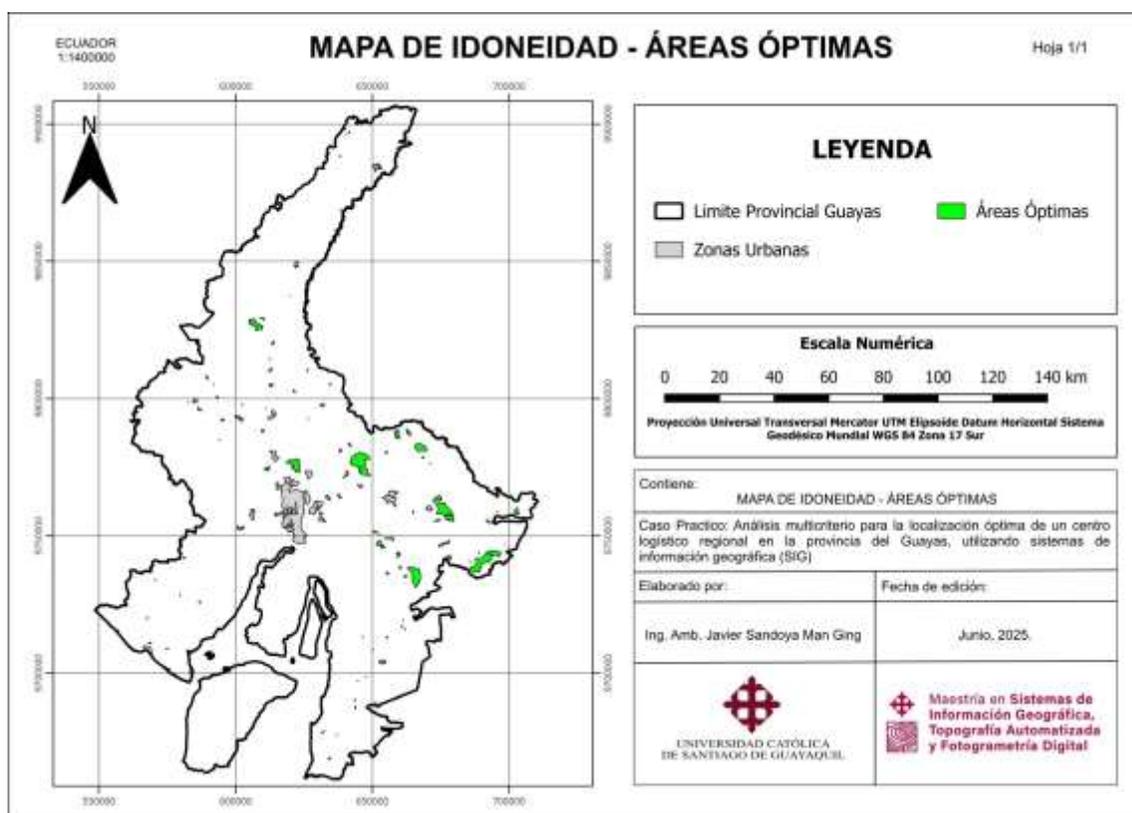


Mapa Criterio Distancia a Zonas Urbanas
Elaborado por: Sandoya, 2025

En el mapa se muestra la distancia a zonas urbanas y poblados del área de estudio. Dando el resultado que las áreas representadas con el color verde oscuro (2000 - 5000 m) como áreas óptimas y las de rojo las menos óptimas para un centro logístico regional (0-500 m). Por otro lado, se muestra que las zonas urbanas y poblados se concentran al centro y norte de la zona de estudio.

3.6 Ubicación recomendada y justificación técnica

Para la selección de ubicaciones recomendadas para un centro logístico regional se evaluaron 7 criterios, escogidos bajo normativa y conocimiento técnico que estuvieran correlacionadas a las características del área de estudio en este caso de la provincia del Guayas, con el objetivo de llegar al resultado final.



Mapa Idoneidad – Áreas Óptimas
Elaborado por: Sandoya, 2025

Como se observa en el mapa de Idoneidad las áreas de color verde fueron las áreas óptimas escogidas bajo criterios técnicos previamente establecidos y

tomando en cuenta la distancia a zonas urbanas para así disminuir la distancia de recorrido y movilización, se evitó la selección de áreas ubicadas o muy al este o muy al sur, ya que al ser un centro logístico regional las distancias de movilización iba a ser mayores, así también para la selección de las áreas óptimas se considero en base a un análisis NDVI las zonas sin vegetación para que las instalaciones del centro logístico no requieran remoción de vegetación y eleve sus costos de instalación.

El análisis reveló 25 áreas óptimas dentro de la zona de estudio, el cual el área con menor extensión es de 60,10 Ha y la de mayor extensión es de 3349,58 Ha.

4. Conclusiones

El análisis jerárquico permitió ponderar los criterios evaluados en función al grado de influencia relativa en el proceso de toma de decisiones. Los valores relativos derivados de la matriz de comparación por pares revelaron que los criterios con mayor peso fueron Grado de pendiente con 24% y Distancia a áreas Protegidas con 22%, seguido por la susceptibilidad a inundaciones con 21%. Los demás criterios presentaron niveles de importancia que oscilan entre 2% al 15%.

El modelo multicriterio al integrar estos pasos específicos permitió identificar las zonas con condiciones óptimas para un centro logístico regional. De la superficie total del área de estudio, que abarca 15899.59 km², solo 202.64 km² representan una combinación adecuada de condiciones favorables, representando el 1,27% de la extensión total del área de estudio.

Bajo esta perspectiva, se identificaron 25 polígonos de gran potencial para realizar la localización de un centro logístico regional, seleccionados conforme los marcos técnicos cumplidos para los criterios evaluados. La opción presentada contribuye, por tanto, a una base de soporte en la toma de decisiones estratégicas en el marco del desarrollo logístico y la planificación territorial de la región.

5. Recomendaciones

Se recomienda adaptar el análisis multicriterio tomando en consideración una evaluación general de las condiciones socioeconómicas de la provincia del Guayas, agregando variables como el costo de alquiler o adquisición del terreno, así como la disponibilidad de mano de obra local, para asegurar que sea viable económicamente.

Considerar la disponibilidad y cobertura de servicios básicos como agua potable, alcantarillado y energía eléctrica, ya que al contar con estos servicios reduciría los costos de implementación y operación de un centro logístico.

Se recomienda adoptar un enfoque multidisciplinario que junte factores ambientales, sociales, físicos, económicos y de infraestructura que mejore la toma de decisiones.

Se sugiere realizar inspecciones en campo de las áreas determinadas como óptimas, con el fin de validar las condiciones del terreno detectadas en el análisis multicriterio.

Y, por último, se recomienda desarrollar procesos participativos con la comunidad, para asegurar la aceptación de un posible centro logístico y prevenir posibles conflictos de uso de suelo.

6. Bibliografía

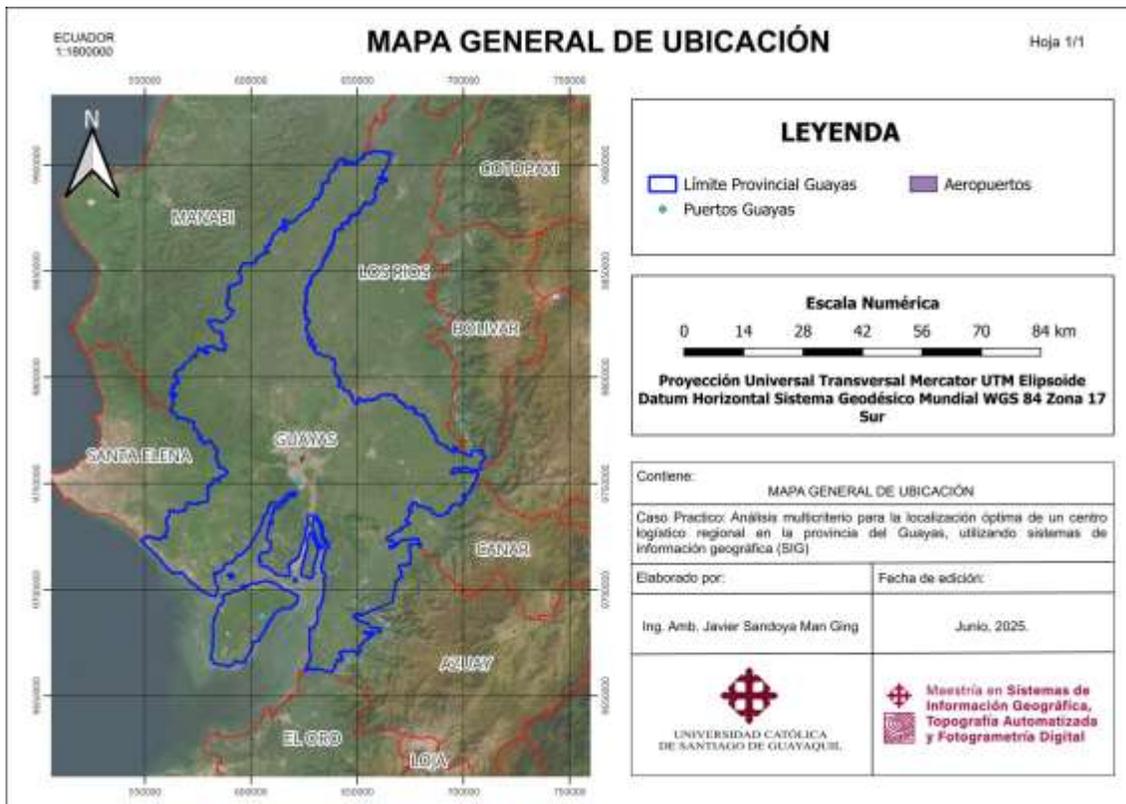
- Cobos, S., Solano, J., Vera, A., & Monge, J. (2017). *Análisis multicriterio basado en GIS para identificar potenciales áreas de emplazamiento de un relleno sanitario mancomunado en la provincia de Azuay*. Azuay.
- Fischer Muñoz, A., Montesdeoca, T. C., & Sandoya, F. (2020). *Diseño de un Modelo para la localización óptima de un centro de distribución conjunta en la zona central de la ciudad de Guayaqui*. Guayaquil: Universidad Politecnica del Litoral.
- Guzman lozano, A., & Miño Cascante, G. m. (2020). Aplicación de algoritmos de optimización de centros de distribución comercial. *ECA Sinergia*, 7.
- Lino Beltran, J., & Montiel cepeda, J. (2024). Optimizacion del modelo de red logistica para el suministro de alimentos perecibles de las parroquias del guayas. 20.
- Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 726.
- Mcdonnell, R. A. (1998). *Principle of Geographic Information Systems*.
- Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D. (2014). GIS based multi-criteria analysis for industrial site selection. *Procedia Engineering* (pág. 1063). Serbia: Elsevier Ltd.

Rojas Polo, J. E., & Gonzales, A. M. (2014). *Localizacion de Un Centro de Distribucion para disminuir costos de transporte de mercancías de una tienda de consumo masivo*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Saaty, T. L. (2001). *Chapter 2 Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process*.

Sandoya, J., & Arevalo, R. (2021). *Determinación De Áreas Óptimas Para Un Relleno Sanitario En Lomas De Sargentillo, Isidro Ayora Y Pedro Carbo, Provincia Del Guayas*. Guayaquil: Universidad Agraria del Ecuador.

7. Anexos



Mapa General de Ubicación
Elaborado por: Sandoya, 2025



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, Javier José Sandoya Man Ging, con C.C: # 0931428577 autor(a) del trabajo de titulación: *Análisis Multicriterio para la Localización Óptima de un Centro Logístico Regional Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)* previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, de ..(mes)... de 2025



Firmado electrónicamente por:
GING JAVIER JOSE
SANDOYA MAN

Validar únicamente con FirmaEC

f. _____

Nombre : Javier José Sandoya Man Ging

C.C: 0931428577



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis Multicriterio para la Localización Óptima de un Centro Logístico Regional Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG)		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Javier José Sandoya Man Ging		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Armando Echeverría, Mgs.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Sistema 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:	27 de julio del 2025	No. DE PÁGINAS:	28
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema de Información Geográfica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Desarrollo logístico, Planificación territorial, Toma de decisiones, Crecimiento sostenible,		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>Actualmente, la falta de planificación y gestión territorial previo a decidir la ubicación de un centro logístico en la provincia del Guayas genera múltiples desafíos que provocan una operatividad ineficiente y poca competitiva a nivel regional. Entre los desafíos identificados se determina la saturación vial, lo que representa un aumento en el flujo vehicular durante la última década, esto genera un aumento promedio de hasta 30 minutos en demoras en los accesos a las principales zonas industriales, adicionalmente, gran parte de los centros logísticos actuales se ubican en zonas con alta susceptibilidad a inundaciones, lo que en temporadas de lluvias expone a riesgos o interrupciones durante sus operaciones. En la parte ambiental, algunos centros logísticos se ubican en áreas con baja calidad del aire y cerca de zonas residenciales generando problemas por la emisión de contaminantes atmosféricos y por la generación de ruido. También se contempla el aumento del precio del combustible, el mantenimiento de equipos y maquinarias debido a las largas distancias de distribución. El presente estudio se planteó determinar la localización óptima de un centro logístico regional utilizando sistemas de información geográficas (SIG), que permita mejorar la conectividad, optimizar costos y minimizar posibles riesgos. La metodología para un análisis multicriterio con combinación lineal ponderada, usando sistemas de información geográficas, y recopilando información de diferentes variables, mediante la implementación del método de Análisis Jerárquico (AHP) y Análisis Multicriterio.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-969253808	E-mail: javier.sandoya@cu.ucsg.edu.ec / javiersandoyam@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Neptalí Armando Echeverría Llumipanta		
	Teléfono: +593-4-3804600		
	E-mail: neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			