

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

**TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN:**

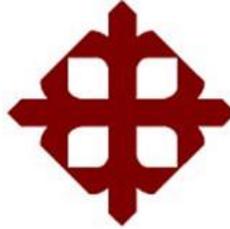
Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional utilizando sistemas de información geográfica (SIG)

**AUTOR(A):**

Loor Guerrero Andrew Johao

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

**Guayaquil, Ecuador  
2025**



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

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Ingeniero Civil, Andrew Johao Loor Guerrero, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

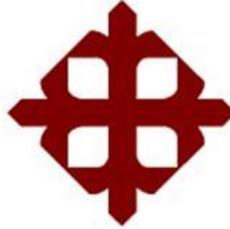
**REVISOR**

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

**DIRECTOR DEL PROGRAMA**

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

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



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

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Andrew Johao Loor Guerrero**

**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.

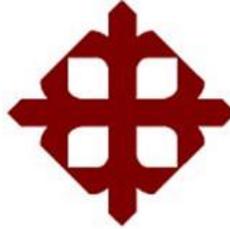
**Guayaquil, a los 26 del mes de Julio del año 2025**

**EL AUTOR**



---

**Andrew Johao Loor Guerrero**



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

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Andrew Johao Loor Guerrero**

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)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

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

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



---

**Andrew Johao Loor Guerrero**



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

LOOR GUERRERO  
ANDREW

< 1%  
Textos  
sospechosos



< 1% Similitudes

0% similitudes entre comillas

0% entre las fuentes mencionadas

2% Idiomas no reconocidos (ignorado)

0% Textos potencialmente generados por la IA  
(ignorado)

Nombre del documento: LOOR GUERRERO ANDREW.pdf  
ID del documento: b922889b1f904447b509735dc164a1c0cf4a07c0  
Tamaño del documento original: 1,49 MB

Depositante: Neptali Armando Echeverría Llumipanta  
Fecha de depósito: 8/8/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 8/8/2025

Número de palabras: 12.884  
Número de caracteres: 82.211

## **AGRADECIMIENTO**

El cierre de este proyecto ha representado un reto, sí, pero uno que me ha llenado de satisfacción. Nada de esto habría sido factible sin la mano amiga y las directrices de muchísima gente. Antes que nada, quiero expresar mi gratitud más profunda a Dios, por ser mi pilar, darme la inteligencia necesaria y acompañarme a lo largo de todo este trayecto.

Mi más profunda gratitud va para mis amados padres. Su amor incondicional, su sacrificio constante, su paciencia infinita y su fe inquebrantable en mis capacidades fueron el pilar fundamental y la motivación principal para alcanzar esta meta.

Este logro es también un reflejo del soporte académico recibido. Agradezco a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y a las autoridades académicas por brindarme una formación integral y los recursos necesarios a lo largo de mi maestría. Asimismo, mi gratitud se extiende a todos los docentes de la Maestría en Sistemas de Información Geográfica Topografía Automatizada Y Fotogrametría Digital por las enseñanzas impartidas, que sentaron las bases para este proyecto.

**ANDREW JOHAO LOOR GUERRERO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración y fuerza. Su amor, paciencia y confianza en mí me dieron el ánimo necesario para no darme por vencido y lograr este objetivo.

A mis padres por su trabajo duro sin fin y por enseñarme la importancia de la dedicación. A mis hermanos por su cariño y apoyo constante.

También dedico este éxito a mi esposa quien estuvo conmigo en cada parte de este camino y me motivaba a seguir, aun cuando era difícil.

Al fin, a todas las personas que creyeron en mí y ayudaron en mi crecimiento académico y personal, les dedico con agradecimiento infinito este proyecto.

**ANDREW JOHAO LOOR GUERRERO**

## ÍNDICE GENERAL

|   |     |
|---|-----|
| REPORTE COMPILATIO.....   | V   |
| AGRADECIMIENTO .....  | VI  |
| DEDICATORIA .....   | VII |
| INTRODUCCIÓN .....  | 1   |
| PROBLEMÁTICA.....   | 2   |
| Planteamiento del Problema.....   | 2   |
| Justificación de la Investigación.....                                  | 3   |
| OBJETIVOS.....  | 5   |
| Objetivo General .....  | 5   |
| Objetivos Específicos .....   | 5   |
| METODOLOGÍA DETALLADA.....  | 6   |
| Pautas Clave para la Selección de Sitios Óptimos.....                   | 7   |
| Esquema de Análisis Geoespacial con QGIS .....                          | 9   |
| Etapas 1: Colecta y Adecuación de Datos Geoespaciales .....             | 9   |
| Fase 2: Análisis Espacial y de Proximidades .....                       | 12  |
| Fase 3: Implementación del Análisis Multicriterio (AMC) .....           | 22  |
| RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESPACIAL Y MULTICRITERIO .....                  | 39  |
| Análisis Espacial y de Proximidades.....                                | 39  |
| <input type="checkbox"/> Buffers .....                                  | 39  |
| <input type="checkbox"/> Superposición de Capas (Overlay Analysis)..... | 46  |
| <input type="checkbox"/> Rasterización .....                            | 47  |
| <input type="checkbox"/> Cálculo de distancias .....                    | 47  |
| <input type="checkbox"/> Análisis de Pendiente y Orientación.....       | 48  |
| Implementación de Análisis Multicriterio .....                          | 49  |
| <input type="checkbox"/> Reclasificación .....                          | 49  |
| <input type="checkbox"/> Ponderación de variable .....                  | 50  |
| UBICACIÓN RECOMENDADA Y JUSTIFICACIÓN TÉCNICA.....                      | 55  |
| <input type="checkbox"/> Ubicación Recomendada.....                     | 55  |
| <input type="checkbox"/> Justificación Técnica .....                    | 56  |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                                     | 59  |
| Conclusiones.....   | 59  |
| Recomendaciones.....  | 60  |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....  | 61  |
| ANEXOS.....   | 66  |

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la provincia del Guayas, conocida como el núcleo logístico y comercial más importante de Ecuador, se enfrenta a una serie de retos que ponen en riesgo la eficacia y la viabilidad de su sistema de distribución de productos y servicios. El incremento constante de la demanda, el crecimiento urbano y la consolidación de Guayas como núcleo central de la economía del país han ejercido una presión significativa sobre la infraestructura logística actual, poniendo de manifiesto problemas como la saturación de vías, la exposición a peligros medioambientales (principalmente inundaciones), el deterioro ambiental y el aumento de los gastos operativos vinculados al transporte y almacenaje.

En esta situación, encontrar y establecer el mejor lugar para un nuevo centro de distribución en toda el área es un objetivo clave para las autoridades locales, un lugar adecuado no solo ayudaría a reducir los gastos profesionales y las duraciones de la entrega, sino que también ayudaría a reducir los riesgos ecológicos y aumentar la capacidad de la red logística para resistir las malas situaciones para elegir dónde construir instalaciones logísticas necesita un estudio técnico exhaustivo, utilizando datos específicos y herramientas que pueden combinar diferenciales y estándares para evaluar.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son un instrumento básico para examinar la planificación del espacio y el uso de la tierra, lo que permite la combinación, visualización y examen de datos en función de la ubicación de diferentes orígenes específicos, el uso de SIG en QGIS ayuda a aplicar métodos de evaluación multicriterios sofisticados, lo que permite la evaluación y clasificación de factores importantes como el acceso a la carretera.

La propuesta es determinar un método integrado para decidir la ubicación de un nuevo centro de distribución en Guayas, para ello se requiere usar Sistemas de Información Geográfica y técnicas de análisis espacial. Para obtenerlo se combinará distintos tipos de datos: datos de inventarios, cartografía digital, trazados de carreteras, ocupación del suelo, peligros naturales, servicios básicos e imágenes de satélite. Para tal análisis se usará QGIS, lo que facilitará la valoración de los factores significativos, así como la elaboración de mapas que justifican la propuesta.

## PROBLEMÁTICA

### Planteamiento del Problema

Elegir dónde construir un nuevo centro logístico en la provincia del Guayas es todo un desafío. Es como armar un rompecabezas gigante donde las piezas están esparcidas por todas partes y algunas ni siquiera sabemos si encajan bien juntas.

Pensemos en lo que realmente importa: necesitamos estar cerca de carreteras principales, del puerto y del aeropuerto para que los productos lleguen rápido y sin complicaciones. Pero también tenemos que preocuparnos por las inundaciones que cada año nos recuerdan lo vulnerable que puede ser nuestra geografía. Y no podemos ignorar el tema ambiental, porque al final del día, todos queremos vivir en un lugar sano.

Luego está el tema del espacio. Encontrar el terreno perfecto que no esté demasiado lejos de donde se producen las cosas y de donde la gente las necesita, pero que al mismo tiempo sea accesible y no cueste una fortuna. Todo esto mientras trabajamos con presupuestos que siempre parecen quedarse cortos.

La verdad es que en el pasado no siempre tomamos las mejores decisiones sobre dónde poner estos centros. Hoy vemos las consecuencias: carreteras que no dan abasto, problemas cuando llueve fuerte, y daños al ambiente que después nos pasan factura. Es como si hubiéramos estado construyendo sin un plano maestro.

Sin una forma clara de evaluar todas estas variables y ponerlas en la balanza de manera objetiva, planificar un nuevo centro logístico se siente como manejar de noche sin faros.

Por eso surge una pregunta fundamental que guía este trabajo:

**¿Cuál sería la ubicación más inteligente para un nuevo centro logístico en Guayas, considerando que debe ser eficiente, económico, ágil en la distribución y respetuoso con el ambiente, utilizando herramientas**

## **especializadas como el análisis de criterios múltiples y los sistemas de información geográfica?**

No se trata solo de encontrar el lugar perfecto para este proyecto específico. La idea es desarrollar una metodología sólida que nos sirva como guía para futuras decisiones de planificación territorial, para que no tengamos que improvisar cada vez que enfrentemos este tipo de desafíos.

### **Justificación de la Investigación**

Este trabajo es de suma importancia, puesto que contempla aspectos fundamentales que afectan y repercuten completamente en el avance del territorio guayasense y en la coexistencia de los habitantes del mismo. Localizar el lugar más indicado para un centro logístico no es simplemente una cuestión técnica, puede cambiar incluso la economía y mejorar el bienestar de la población.

Desde el punto de vista económico, una buena ubicación para un centro logístico puede tener un efecto muy positivo sobre toda la región. Las empresas de pueden disminuir sus costos de transporte y sus costos operativos, lo que a su vez aumenta su capacidad competitiva. Esto hace que aumenten las inversiones y se crean más puestos de trabajo y, por lo tanto, se mejora la economía del Guayas y del país. Además, la rapidez de entrega de los productos genera una mayor satisfacción por parte de los clientes y mejora el rendimiento de la cadena de suministro.

El tema ambiental es especialmente importante en estos tiempos donde todos estamos preocupados por el planeta. Si desde el principio planificamos pensando en la sostenibilidad, podemos evitar lugares propensos a inundaciones y proteger áreas naturales importantes. Cuando reducimos el tráfico de camiones porque las rutas están mejor organizadas, mejora la calidad del aire que todos respiramos y contribuimos a combatir el cambio climático.

Para las comunidades, estas determinaciones pueden ser cruciales. Si conseguimos que las actividades de logística se repartan de forma más eficiente por toda la región, podemos mitigar el embotellamiento en los núcleos urbanos más grandes. Esto implica una disminución del estruendo, una

optimización de los indicadores de contaminación atmosférica y una merma en los percances viales. Asimismo, al establecerse nuevos enclaves de logística en puntos clave, se generan perspectivas laborales y de avance para localidades que antes carecían de tales opciones.

Desde el punto de vista científico, esta investigación es la combinación de herramientas, muy útiles. Los avanzados mapas digitales (SIG) y métodos para la toma de decisiones complejas (AHP) que, juntas, hacen posible el análisis de problemas difíciles de forma clara y repetible, sirven de modelo para otros proyectos de características similares, ya que demuestra que la tecnología puede contribuir a la resolución de problemas reales de la planificación.

Finalmente, los resultados de esta investigación proporcionan al Gobierno Provincial del Guayas y a las demás instituciones un soporte en la toma de decisiones. Con información técnica confiable, pueden usar mejor los recursos públicos, planificar el uso del territorio con más cuidado y crear políticas que realmente impulsen un desarrollo logístico que sea bueno para todos y que dure en el tiempo.

## OBJETIVOS

### Objetivo General

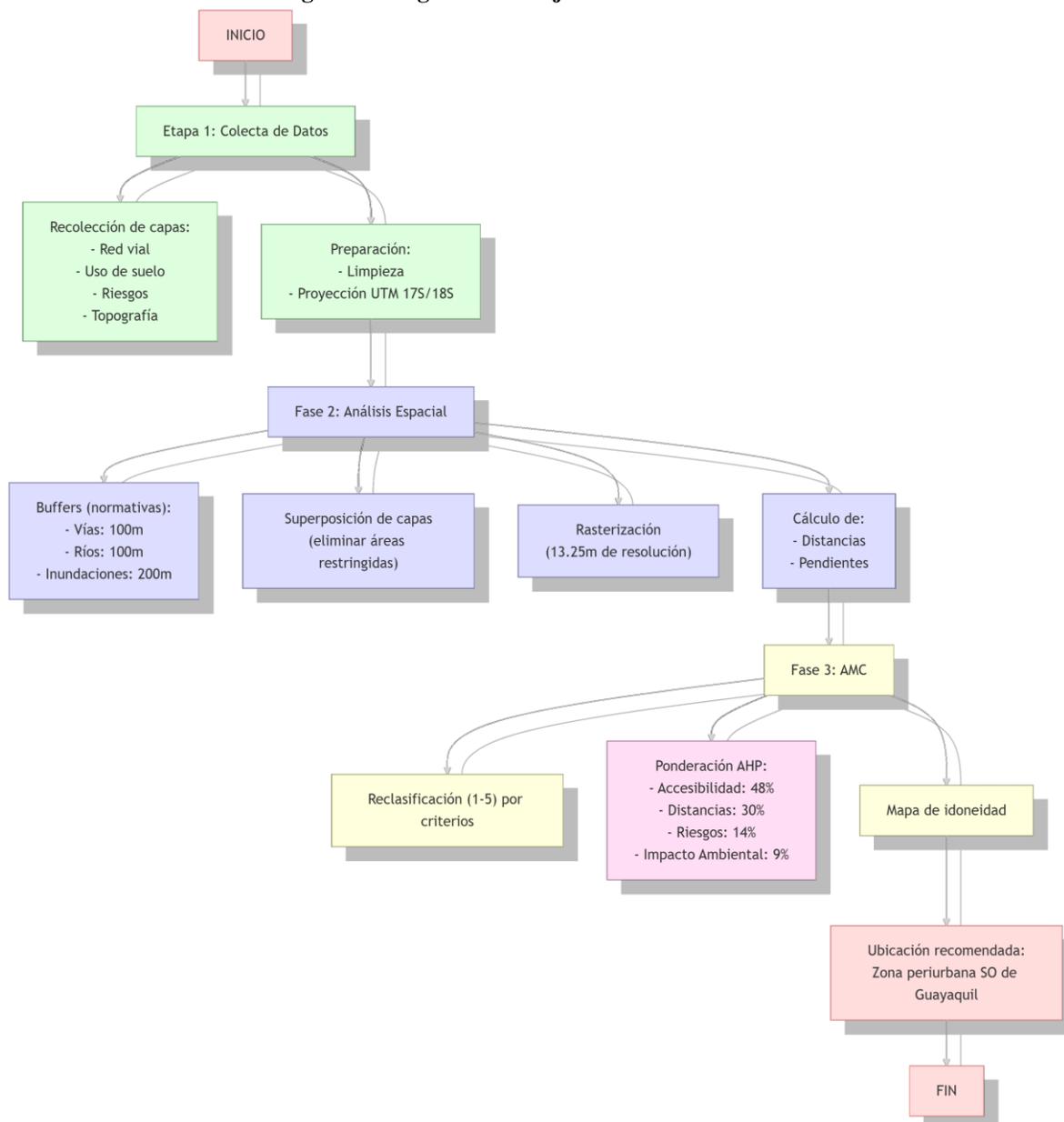
- Determinar la localización óptima para un centro logístico regional mediante un análisis espacial y multicriterio utilizando sistemas de información geográfica (SIG), considerando factores técnicos, logísticos y normativos relevantes.

### Objetivos Específicos

- Aplicar métodos de estudio espacial con una herramienta clave llamada QGIS, esto deja ver mejor las conexiones geográficas, mostrando formas y uniones que cuentan mucho en la toma de decisiones sabias.
- Integrar sistemáticamente información de topografía automatizada y fotos digitales, esta unión de datos que va desde la forma del suelo hasta detalles finos en la superficie, es muy importante para crear una base buena y sólida la mezcla de estos orígenes asegura una representación precisa y variada del lugar.
- Realizar un análisis multicriterio con evaluación y ponderación de factores de relevancia, como la accesibilidad, los peligros medioambientales, la vocación de uso del suelo, la ubicación en cercanía de infraestructuras críticas y otras variables de impacto ambiental, para definir el lugar adecuado donde construir el centro logístico.
- Elaborar mapas temáticos y técnicos de los resultados obtenidos para una representación gráfica y ágil de los mismos, abarcando mapas de ubicación general, de accesibilidad, de peligros medioambientales y de idoneidad, con fines de transmitir la propuesta adecuadamente.

## METODOLOGÍA DETALLADA

Figura 1: Diagrama de Flujo del Caso Practico



Autor: Andrew Loor G.

## **Pautas Clave para la Selección de Sitios Óptimos**

Para dar con la mejor ubicación para un centro de distribución, necesitamos directrices claras que se alineen con los objetivos trazados. Estas directrices deben traducirse en datos tangibles, susceptibles de ser mapeados y analizados con un Sistema de Información Geográfica (SIG). En esencia, cada directriz se convierte en un "estrato" en el mapa, permitiendo juzgar la conveniencia de un lugar (Sku Logística, s.f.).

A continuación, exploramos cada una:

### **1. Costos de Operación**

El centro de distribución debe ser eficiente y rentable. Para lograr esto, prestamos atención a lo siguiente:

- **Cercanía a vías principales:** Una ubicación contigua a autopistas o rutas importantes acorta los tiempos de traslado, ahorra combustible y disminuye el desgaste vehicular.
- **Proximidad a puertos o terminales de carga:** Al hallarse relativamente cerca de lugares estratégicos, como el Puerto de Guayaquil o lugares logísticos de importancia, permite disminuir los costos de transporte y agilizar las tareas de gestión y envío de mercancías.
- **Acceso a servicios básicos:** Tener acceso a agua, luz e internet desde el principio evita sobrecostos en infraestructura. A nadie le gusta empezar un proyecto construyendo todo desde cero (Sku Logística, s.f.).

### **2. Tiempos de Entrega**

En logística, el tiempo lo es todo. La ubicación ideal debe:

- **Facilitar el acceso a mercados y ciudades clave:** En la provincia del Guayas, ciudades como Guayaquil, Daule y Milagro son importantes centros de consumo y distribución. La ubicación debe estar bien conectada, con vías que soporten el tráfico sin problemas (Velasco, 2022).

### 3. Riesgos Ambientales

Para sortear problemas, es crucial disminuir los peligros del entorno:

- **Evitar inundaciones:** Se deberá rechazar los terrenos llanos e inundables que estén cercanos a ríos como el Río Guayas, Daule o Babahoyo, que tengan antecedentes de crecidas. Se evaluará el grado de peligrosidad (elevado, moderado, mínimo) y se tomarán en consideración los factores de su origen para dictar un veredicto adecuado.
- **Resguardar hábitats frágiles:** En el Guayas existen manglares, selvas y ciénagas que son joyas autóctonas. Eludir estas superficies garantiza la observancia de reglas y aminora la secuela.
- **Minimizar el impacto en comunidades:** El sitio debe estar alejado de zonas residenciales para no afectar la calidad de vida con ruido o polución (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2023).

### 4. Otros Aspectos Relevantes

Hay otros factores que no deben ignorarse:

- **Uso del suelo adecuado:** Hay que identificar terrenos para actividades industriales o logísticas según los planes territoriales. La cuenca del Guayas es agrícola, así que se deben evitar zonas agrícolas valiosas o residenciales (Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2023).

- **Topografía favorable:** Un terreno con pendientes moderadas es lo ideal. Los terrenos muy inclinados encarecen la construcción, mientras que los muy planos pueden inundarse.
- **Extensión adecuada:** El área del terreno debe ser suficientemente grande como para dar cabida al centro de logística, contemplando zonas de depósito, movimientos de vehículos pesados y eventuales ampliaciones a futuro.
- **Disponibilidad de empleados:** Una ubicación próxima a comunidades locales simplifica la contratación de personal y disminuye los tiempos de viaje de los empleados al trabajo.

El traslado de estas ideas abstractas a niveles geoespaciales mensurables es un avance crucial para el estudio. Por ejemplo, el "peligro ambiental" no se limita solamente a saber si existe un riesgo, sino que se calibra su magnitud (alta, media, baja) y de dónde viene. Esto consiente otorgar una ponderación más exacta en el modelo de criterios múltiples. Esta representación detallada garantiza que el estudio SIG esté por completo en sintonía con las metas estratégicas del proyecto, confirmando que los resultados sean útiles y estén bien cimentados (Autoridad Portuaria de Guayaquil, 2023).

## **Esquema de Análisis Geoespacial con QGIS**

El método para dar con el lugar ideal de un nodo logístico regional en Guayas se articula en tres etapas elementales, todas gestionadas con el programa QGIS.

### ***Etapas 1: Recolección y Adecuación de Datos Geoespaciales***

Esta etapa llega a ser fundamental, ya que la exactitud y correspondencia de los datos que entran en el proceso influyen en la fiabilidad de las conclusiones del análisis. Se combinan diferentes coberturas territoriales y se preparan exhaustivamente para su ejecución.

Clases de Capas Geográficas Necesarias:

- **Red Vial:** Se precisan capas vectoriales que especifiquen las vías principales, secundarias y terciarias de Guayas. Estas capas deben abarcar datos como el tipo de vía (autopista, carretera o camino vecinal) y el límite de velocidad, pues estos datos son claves para calcular la accesibilidad. Las fuentes primordiales son el MTOP (Sistema Nacional de información, s.f.).
- **Uso del Suelo y Cobertura Terrestre:** Se utilizan ya sean capas tipo ráster o vectoriales, que clasifican el terreno en secciones tales como áreas urbanizadas, espacios industriales, campos agrícolas, bosques o grandes cuerpos de agua. Estos datos son útiles para identificar ubicaciones convenientes para actividades logísticas y para mantenerse alejado de regiones sensibles o de gran rendimiento económico. El IGM es un recurso esencial (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2021).
- **Riesgos Naturales:** Se requieren capas que delimiten zonas propensas a crecidas (basadas en registros históricos o modelos hidrológicos), deslizamientos o, si aplica, zonas con riesgo sísmico. Estos datos son primordiales para minimizar riesgos operativos y proteger la inversión. El IGM proveen esta información (IGM, 2015).
- **Infraestructura Existente:** Se recogen puntos o polígonos que representen puertos, aeropuertos, terminales de carga, zonas fabriles y redes de servicios básicos (electricidad, agua, telecomunicaciones). Estos datos son clave para calcular la conectividad y los costes de desarrollo. El MTOP, los GADs y el IGM son fuentes fiables (IGM, 2022).
- **Topografía Digital:** Los MDE dan datos sobre la altitud y dejan generar capas de pendientes. Esto es clave para discernir si un terreno es apropiado para la edificación y para valorar riesgos hidrológicos. El IGM es la fuente principal (IGM, 2022).
- **Fotografías Aéreas e Imágenes Satelitales:** Estas imágenes dan un contexto visual, ayudan a comprobar la clasificación del uso del suelo y detectan cambios en el paisaje. El IGM ofrece ortofotografías, y plataformas de acceso libre como Sentinel o Landsat pueden complementar esta información. (IEDG, s.f.).

- **Organización Territorial:** Para marcar las fronteras de las provincias y cantones del Guayas, empleamos archivos vectoriales. Son vitales para señalar el terreno investigado y dar sentido a los datos estos se pueden obtener del Ministerio de Gobierno - Comité Nacional de Límites Internos (Sistema Nacional de información, 2022).

### Consideraciones y preparación inicial

- **Tipos de Archivos:** Se prefieren los tipos que funcionan bien con QGIS, como Shapefile (. shp) y GeoJSON (. geojson) para la información de vectores, y GeoTIFF (. tif) para la información en forma de mapas de bits. Los servicios WMS, WFS y WTMS facilitan añadir información directamente a QGIS sin tener que bajar archivos, lo cual hace más fácil la gestión y la puesta al día (QGIS Documentation, 2016).
- **Marcos de Referencia Geográfica:** Resulta fundamental que todas las capas utilicen el mismo marco de referencia geográfica para no tener fallos en los estudios. En Ecuador, se usa a menudo el sistema Universal Transversal de Mercator (UTM) Zona 17S o 18S, con referencia WGS84 (EPSG: 32717). Es necesario volver a proyectar todas las capas a este sistema para asegurar que haya coherencia.

**Preparación Inicial:** Esta fase abarca la limpieza de la información, como arreglar fallos en la forma de las capas de vectores, rellenar los datos que faltan y recortar las capas a la zona de la provincia de Guayas. Si se usan datos que no son espaciales o imágenes antiguas, a veces hay que georreferenciarlos.

Alinear información de distintas fuentes es un reto importante, ya que diferentes entidades pueden usar proyecciones, referencias o clasificaciones distintas para datos similares (por ejemplo, uso del suelo). Una preparación inicial cuidadosa es clave para evitar errores en las siguientes fases del estudio. Si las capas no están bien puestas en relación (por ejemplo, usando la misma zona UTM y referencia, o estandarizando las tablas de atributos), las acciones como la superposición o el cruce de capas darán resultados poco precisos. Por ello, preparar los datos con esmero en QGIS es un paso imprescindible para lograr un estudio fiable (QGIS Documentation, 2016).

Las capas que se utilizaron en el análisis se pueden visualizar en la **Tabla 1** en donde se puede visualizar el formato, atributos, fuentes, y demás información importante para el estudio realizado.

**Tabla 1: Descripción de capas**

| Capa Geoespacial Requerida                    | Atributos Clave para el Análisis                                    | Formato Preferido            | Fuente Sugerida |
|---|---|------------------------------|-----------------|
| Red Vial Principal                            | tipo_via (autopista, carretera),<br>velocidad_max,<br>nombre_via    | Vectorial (Líneas)           | MTOP            |
| Uso del Suelo/Cobertura Terrestre             | clase_uso (industrial, agrícola, urbano, forestal, cuerpos de agua) | Vectorial (Polígonos)        | MAGA            |
| Zonas de Riesgo de Inundación                 | nivel_riesgo (alto, medio, bajo),<br>recurrencia                    | Vectorial (Polígonos)        | IGM             |
| Áreas Protegidas/Sensibles                    | nombre_area,<br>tipo_proteccion                                     | Vectorial (Polígonos)        | MAATE           |
| Centros Urbanos/Poblados                      | nombre_ciudad,<br>poblacion   | Vectorial (Polígonos/Puntos) | IGM             |
| Puertos/Terminales Logísticas                 | nombre_terminal,<br>tipo_carga                                      | Vectorial (Puntos)           | MTOP            |
| Modelo Digital de Elevación (MDE)             | altitud, pendiente  | Ráster                       | IGM             |
| Hidrografía (Ríos y Estuarios)                | nombre_rio,<br>tipo_cuerpo_agua                                     | Vectorial (Líneas/Polígonos) | IGM             |
| Límites Administrativos (Provincia, Cantones) | nombre_provincia,<br>nombre_canton                                  | Vectorial (Polígonos)        | CONALI          |

**Autor:** Andrew Loor G.

### ***Fase 2: Análisis Espacial y de Proximidades***

Una vez que se tienen los datos, se aplican las diferentes técnicas de análisis espacial de QGIS para obtener datos clave, siguiendo los criterios de evaluación.

## **Técnicas de Análisis y su Aplicación Práctica con QGIS:**

- ***Creación de Áreas de Influencia (Buffers):***

Esta técnica crea polígonos alrededor de elementos geográficos a una distancia concreta. Por ejemplo, se delimitan zonas de exclusión alrededor de áreas protegidas o zonas con alto riesgo de inundación para evitar ubicaciones no aptas. También se crean áreas de influencia alrededor de carreteras principales para valorar la accesibilidad. La herramienta "Buffer" de QGIS es perfecta para esta tarea (QGIS Documentation, 2010).

### **a) Buffer red vial**

En Ecuador, la distancia que debes dejar desde el centro de la carretera para construir está regulada por la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre y su reglamento. Si bien la antigua Ley de Caminos fue reemplazada, algunas de sus disposiciones se mantuvieron vigentes hasta que se publicó el nuevo reglamento (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017).

Sobre todo, se destaca el Derecho de Vía, que delimita el área sin construcción junto a la carretera, y, también, un margen adicional para cualquier construcción. Estas pautas aseguran, tanto la protección como el orden de las zonas de la red de carreteras.

La normativa determina la extensión de terreno que debe permanecer despejada en los márgenes de las carreteras para edificar, lo que se conoce como Derecho de Vía o Franja de Dominio. Conforme a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Infraestructura Vial del Transporte Terrestre (promulgada el 5 de mayo de 2017) y su reglamento, el Derecho de Vía abarca 25 metros por lado, calculados desde el eje central de la vía (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017). En esta área está prohibido construir edificaciones, sembrar o instalar vallas, salvo que lo consienta explícitamente el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Este margen está reservado para la edificación, el mantenimiento, la seguridad, los servicios adicionales, el embellecimiento paisajístico y las eventuales expansiones futuras de la vía.

Además, para que una persona construya una casa o cualquier edificación, debe respetar un retiro adicional. Según el reglamento anterior (vigente hasta su actualización en 2017), las construcciones deben ubicarse a 30 metros del centro de la carretera hacia cada lado (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, 2017).

## b) **Buffer ríos**

La normativa principal que define a qué distancia de los ríos y cuerpos de agua se puede edificar se basa sobre todo en:

### ➤ ***Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Utilización y Aprovechamiento del Agua (LORHUYAS)***

Esta ley, junto a su reglamento, define áreas protegidas y franjas de servidumbre a la orilla, donde construir está limitado o prohibido por completo. La idea es proteger los ríos, evitar desbordamientos y preservar el entorno natural. Las distancias mínimas obligatorias, tomadas desde el límite más alejado del lecho del río, son (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014):

Para ríos o cuerpos de agua fijos de 1 a 10 metros de anchura: hay que dejar 5 metros libres a cada lado.

Para ríos o cuerpos de agua fijos de 10 a 30 metros de anchura: hay que dejar 10 metros libres a cada lado.

Para ríos o cuerpos de agua fijos de más de 30 metros de anchura: hay que dejar 15 metros libres a cada lado.

### ➤ ***Disposiciones Municipales o Cantonales***

Conviene revisar las normas del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) Municipal o Cantonal donde se encuentre el terreno, ya que podrían tener normas más exigentes que las leyes estatales. Por ejemplo, en ciertas zonas, como el municipio de Ambato, podrían

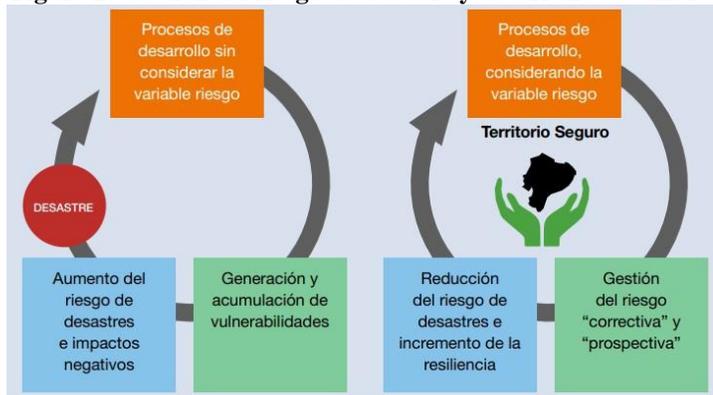
requerir márgenes de hasta 100 metros desde las orillas de ríos o barrancos, según las peculiaridades del sitio y la planificación del territorio (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato, 2021).

### c) Buffer área inundada

La distancia que se debe dejar de las zonas propensas a inundaciones no está fijada por una ley única para todo el país. En cambio, cada municipio la define a través de su planificación territorial (como el PDOT y el PUGS), que incluye mapas de riesgo de inundación (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2019). Un ejemplo de representación de estas zonas se puede observar en la **Figura 2**.

Esos mapas, generados a partir del análisis de agua y la gestión de de peligros, señalan las zonas donde queda prohibido o restringido edificar, con el fin que prevalezca la protección, evitando los posibles daños por desbordamiento.

**Figura 2: Gestión del riesgo de desastre y desarrollo sostenible**



**Autor:** (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2019)

### d) Buffer zonas urbanas

Es importante decir de nuevo que no hay una "distancia mágica" en metros para todas las cosas grandes que haces con todos los tipos de partes delicadas. Las distancias son siempre según la situación y se hallan por varios factores y reglas.

**Rellenos Sanitarios:** Los EIA y las reglas técnicas casi siempre piden distancias de muchos metros (por ejemplo, 500 metros a un kilómetro o más) de lugares llenos de gente, fuentes de agua o partes cuidadas, dependiendo del tipo de tierra, agua y suelo (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015).

**Industrias Contaminantes:** Las normas locales pueden pedir retiros de 50 a 200 metros o más de zonas donde viven personas, con la necesidad de formar cinturones verdes o barreras firmes (Ministerio de Energía y Minas, 2018).

**Grandes Centros Logísticos:** Aunque a menudo están en áreas industriales, las reglas pueden pedir que se dejen ciertos espacios de 10 a 30 metros (o más grandes) desde los límites con casas o calles muy transitadas, a través de métodos para bajar el ruido y el flujo de autos (Editorial Grupo AEA, 2024).

#### e) **Buffer áreas protegidas**

Las áreas de resguardo en torno a las zonas protegidas son vitales para la preservación. Las normas y las distancias precisas pueden variar y no siempre están delimitadas claramente en una única ley, pero se abordan por medio de varios instrumentos legales y de planificación.

#### **Marco Legal Fundamental**

La Constitución de la República del Ecuador (Art. 405): establece el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) con el propósito de garantizar la conservación de la diversidad biológica, así como el mantenimiento de las funciones de los ecosistemas. Si bien no hay una alusión explícita a las áreas de resguardo, sí consagra la senda de la conservación de los ecosistemas y del hecho de que también se debe considerar la gestión de los alrededores.

- I. **El Código Orgánico del Ambiente (COA):** El COA intenta asegurar el derecho a un ambiente sano y proteger los derechos de la naturaleza, impulsando una gestión integral de los territorios adyacentes a las zonas protegidas para suavizar impactos y

mejorar la conexión ecológica. También destaca la relevancia de los corredores de conexión (Art. 59 y 60), que, pese a no ser idénticos a las áreas de resguardo, cumplen una función semejante de enlazar y proteger la biodiversidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

**II. Ley de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre (predecesora del COA):** Antes esencial para la gestión y conservación de los recursos forestales, señalaba la necesidad de planes de manejo para las áreas del patrimonio natural (Ministerio del Ambiente y Agua, 2018).

### **III. Planes de Manejo de Áreas Protegidas**

Estos esquemas son fundamentales, porque transmiten las directrices concretas para las zonas de protección partiendo de las propiedades ecológicas y sociales que presenta cada espacio preservado. En tal sentido, estos esquemas fijan qué actividades se pueden desarrollar, indican los puntos de acceso del público e incluso determinan los perímetros de protección y sus normativas. La Guía práctica de gestión para áreas protegidas del Ecuador, del Ministerio del Ambiente, otorga ayuda técnica para la planificación y gestión de dichos espacios.

### **Distancias de las Áreas de Resguardo**

Las distancias para las áreas de resguardo no están estandarizadas y pueden cambiar bastante según el tipo de zona protegida, el ecosistema, las actividades humanas y los objetivos de preservación (Ministerio del Ambiente y Agua, 2014).

Algunas sugerencias incluyen:

2 km para plantaciones forestales comerciales cerca de zonas protegidas.

Al menos 20 metros para bosques primarios para eludir efectos de borde.

Diversos anchos para las zonas de protección alrededor de cuerpos de agua (por ejemplo, de 5 a 30 metros según el tamaño del río), que operan de forma similar a las áreas de resguardo.

- ***Superposición de Capas (Overlay Analysis):***

Esa técnica combina diversas capas vectoriales, creando una nueva capa que concentra toda la información en un solo lugar. Busca la superposición de áreas restringidas con zonas viables, identificar áreas de conflicto o llevar a cabo la combinación superpuesta de la información de uso del suelo con áreas fácilmente accesibles. Herramientas de QGIS como "Intersección", "Unión" y "Diferencia Simétrica" son claves en ese tipo de transformaciones (IDE Santa Fe, 2020).

Con el fin de identificar la mejor localización del centro logístico de carácter regional, se utilizó un análisis de la superposición de capas geográficas. Este mismo método fue necesario para identificar y luego descartar aquellos espacios que no se ajustan a la normativa legislativa vigente o que, por el contrario, tienen restricciones ambientales y con respecto al uso del suelo.

- ***Rasterización***

Cualquier fuente de datos geográficos con formas poligonales, como una geodatabase o un shapefile, puede convertirse en un conjunto de datos ráster. El tipo de datos que selecciones influirá en el tipo de ráster que obtendrás; si el campo es entero, el ráster también lo será, y lo mismo ocurre con los campos de punto flotante. Si el campo contiene texto, el ráster resultante tendrá un campo numérico entero y otro para texto. Si un campo de punto flotante parece entero, el ráster será de tipo entero.

Puedes fijar el tamaño de cada celda con un número o usar un dataset ráster existente. Si no se indica el tamaño, se usa el valor del entorno o se calcula dividiendo la dimensión más pequeña de la extensión entre 250. Si proporcionas un tamaño numérico, se aplicará directamente, y si defines el tamaño a partir de un dataset, se mostrará la ruta de ese dataset.

Esta utilidad funciona de maravilla en conjunto con la que transforma imágenes

ráster en polígonos. Además, te da más margen para adjudicar valores a las celdas cuando tienes varias figuras juntas. Si ves que algo no anda bien con el ráster, échale mano a las herramientas que revisan y arreglan la geometría. Incluso, puedes añadir un campo para decidir qué polígonos tendrán la última palabra al definir la celda. Ojo, si metes valores vacíos, la herramienta los pasará por alto, y ten en cuenta que algunas opciones del entorno pueden influir en cómo funciona, como las de crear pirámides y comprimir, aunque solo entran en juego en algunos casos (ESRI, 2023).

### ➤ **Tamaño de píxel**

Cuando nos alejamos y reducimos la imagen, llega un punto en que ya no distinguimos los píxeles. Solo si ampliamos mucho podemos ver realmente su tamaño e importancia. Por eso, lo primero es saber a qué nivel de detalle vas a mostrar tu información. Quizás estás usando píxeles grandes en un mapa general y no necesitas buscar archivos con una resolución altísima. Fíjate en este caso: a escala pequeña (1:25.000) se ven mejores resultados, aunque los píxeles sean más grandes, comparado con una escala más detallada (1:2.500) donde los píxeles son más pequeños. (GIS & Beers, 2018)

Primero, antes de decidir la resolución de tu píxel, considera la escala de visualización y el uso previsto. Puedes establecer una conexión simple entre escalas y dimensiones del píxel según tus restricciones. Esto se parece a lo que sucede con los archivos de pirámides. Para determinar el tamaño de píxel adecuado para tu ráster en comparación con la escala de trabajo, o al revés, puedes emplear la relación mencionada en la **Figura 3**.

**Figura 3: Cálculo de tamaño de píxel**

$$\text{Tamaño de píxel} = \text{Escala} * 0,000265$$

$$\text{Escala} = \text{Tamaño de píxel} * 3780$$

**Autor:** (GIS & Beers, 2018)

➤ **Configurar la herramienta:**

- **Capa de entrada:** Selecciona la capa vectorial que deseas rasterizar (ej. Red\_Vial\_Estatal).
- **Campo a usar para el valor de quemado:** Selecciona (Fijo). Esto significa que todos los píxeles que correspondan a la entidad vectorial tendrán un valor fijo.
- **Valor fijo para quemar:** Introduce 1. Esto asignará el valor 1 a los píxeles que contengan la carretera, puerto o aeropuerto. Los píxeles fuera de estas entidades serán NoData o 0 (dependiendo de la configuración).
- **Unidades de tamaño de ráster de salida:** Selecciona Unidades de georreferenciación.
- **Resolución horizontal y vertical:** Introduce la resolución de píxel deseada para tu ráster de distancia (ej. 30 metros). Es crucial que uses la misma resolución para todas las capas que rasterices y para el cálculo de distancia posterior.
- **Extensión de salida:** Haz clic en el botón ... y selecciona Calcular a partir de la capa. Elige una capa que cubra toda tu área de estudio, como Guayas (tu límite provincial) o DEM\_GUAYAS\_c. Esto asegurará que todos tus rásteres tengan la misma extensión y se alineen correctamente (GEASIG, 2022).

- ***Cálculo de distancias de (Proximidad)***

La metodología para el cálculo de distancias, también llamada de Proximidad, es una capacidad geoespacial esencial que establece la divergencia posicional entre dos o más elementos geográficos. Dicho de manera simple, evalúa cuán alejado se encuentra un punto, segmento o figura geométrica de otro dentro de una zona analizada delimitada. Esta magnitud puede cuantificarse en unidades

longitudinales (metros, kilómetros, millas) o, según el contexto, en unidades temporales (minutos, horas), sobre todo al evaluar elementos como la celeridad del tránsito dentro de una infraestructura vial.

En la planificación del territorio, sobre todo en logística y cadenas de suministro, calcular distancias (o analizar la cercanía) es clave, y no solo se trata de medir en línea recta. Al usar un Sistema de Información Geográfica (SIG), este estudio ayuda a saber qué tan cerca o lejos está un lugar (como un posible centro logístico) de puntos importantes como carreteras, puertos, mercados, proveedores o áreas que se deben evitar.

- ***Análisis de pendiente y orientación***

Partiendo de un Modelo Digital de Elevación (MDE), creado a raíz de las curvas de nivel recabadas del (IGM), se elaboran capas de pendiente para detectar terrenos con declives excesivos, que encarecerían la construcción, o terrenos muy llanos, que podrían exigir movimientos de tierra suplementarios. Esto incide de manera directa en los gastos operativos. La herramienta "Pendiente" (Slope) dentro del abanico de funciones de análisis ráster en QGIS resulta idónea para este fin.

### **Evaluar si el terreno es apropiado para la edificación del centro logístico**

Al examinar un sitio para levantar un centro logístico, la naturaleza del suelo es un factor de peso para el responsable del proyecto. A continuación, se detalla cómo analizarlo y por qué reviste tanta importancia:

- **Evitar terrenos con declives acusados**

Tal como apuntó la persona, las parcelas con una inclinación considerable (digamos, con pendientes que superen el 5-10% para proyectos de gran envergadura como un centro logístico) pueden acarrear complicaciones y elevar los costos de forma notable. Esto se debe a diversos motivos:

- **Movimientos de tierra:** Si el terreno exhibe una pendiente pronunciada, será imprescindible realizar excavaciones o rellenar con tierra para nivelarlo y lograr una superficie plana

donde edificar. Esto implica el uso de maquinaria pesada, una inversión considerable de tiempo y un mayor desembolso en trabajos de ingeniería civil.

- **Muros de contención:** Para evitar que la tierra se venga abajo o se produzcan desprendimientos, es muy probable que tengamos que levantar muros de soporte, y claro, esto también hace que los gastos se disparen.
- **Cimentaciones más complejas:** Cuando el terreno está inclinado, los cimientos de los edificios necesitan un diseño especial para ajustarse a la diferencia de altura, lo cual complica bastante las cosas y sube el precio.

➤ **Prestar atención a terrenos demasiado llanos**

Por otra parte, como bien apuntaba la persona, un terreno que sea demasiado plano (con una pendiente del 0 al 1%) también puede traernos algún que otro quebradero de cabeza, aunque a primera vista parezca perfecto para edificar:

- **Problemas de drenaje:** Si el terreno es súper llano, el agua de lluvia tiende a quedarse ahí en vez de correr hacia un desagüe. Esto podría causar charcos o incluso inundaciones dentro del centro logístico. Para solucionarlo, habrá que diseñar un sistema de drenaje que funcione bien, como canales, tuberías o bombas, lo que también implica gastar más dinero.

### ***Fase 3: Implementación del Análisis Multicriterio (AMC)***

El Análisis Multicriterio (AMC) es un conjunto de herramientas que facilita a quienes toman decisiones evaluar diferentes opciones cuando hay varios factores en juego, muchos de los cuales pueden contradecirse y medirse de formas distintas. A diferencia de los métodos que solo consideran un criterio, el AMC entiende que las decisiones en el mundo real son complejas y que encontrar la "mejor" solución implica equilibrar diversos objetivos con cuidado (Capacity4dev, 2025).

- **Reclasificación**

Para llevar a cabo una reclasificación a escala de idoneidad para un centro logístico regional, es fundamental comprender qué aspectos se evaluarán y cómo se medirá la "idoneidad". Este proceso generalmente implica un análisis multicriterio que considera factores tanto internos como externos al centro.

### **Criterio Principal AHP: Criterio\_accesibilidad\_AHP**

- **Descripción:** determina la distancia de mercados de consumo y recursos humanos.

1. **Subcriterio: Proximidad a Zonas Urbanas (Grandes Centros Poblados)**

En Ecuador, no existe una norma estricta a nivel nacional para centro logístico. No obstante, la United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) sugiere, pensando en operaciones logísticas que funcionen bien, que estos centros se ubiquen un poco alejados de la ciudad, pero cerca de donde se consume, usualmente en zonas alrededor de la urbe, entre 10 y 20 km de las grandes ciudades, para así evitar trancones y que el suelo cueste demasiado (UNECE, 2021).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a límites urbanos de Guayaquil, Daule, Milagro, Durán, Samborondón).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**
  - **5 (Muy Alta):** 10 - 20 km (zonas periurbanas ideales para logística),
  - **4 (Alta):** 5 - 10 km del centro de Guayaquil (periurbano).

- **3 (Media):** 20 - 60 km (zonas periurbanas, pero sin cercanía centro urbanos relevantes),
- **2 (Baja):** > 60 km sin cercanía a otro centro urbano relevante.
- **1 (Muy Baja):** 0 - 5 km (alta congestión, alto costo de suelo).

## 2. Subcriterio: Proximidad a Mercados de Consumo Clave

Para que la distribución logística funcione como reloj, estar cerca de los mercados principales es vital. La base de operaciones logísticas debería ubicarse a una distancia manejable; en Ecuador, los análisis de logística urbana sugieren que moverse entre 10 y 20 km de los centros de consumo ayuda a llevar al máximo la eficiencia en el transporte y reparto de mercancías (Revista Espacios, 2021).

Aparte, la FAO apoya esta misma idea, señalando esa distancia como la mejor para los centros de distribución y agroindustriales, garantizando así un buen balance entre el radio de acción y los gastos de operación (FAO, 2018).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a áreas de alta densidad comercial/minorista, centros de distribución de grandes cadenas, zonas industriales con alta demanda de insumos, o centros de transferencia de carga).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**
  - **5 (Muy Alta):** 10 - 20 km de un mercado de consumo clave (ej. centros de distribución de

supermercados, grandes zonas comerciales, parques industriales con alta demanda).

- **4 (Alta):** 5 - 10 km de un mercado de consumo clave.
- **3 (Media):** 0 - 5 km de un mercado de consumo clave, pero dentro del centro urbano.
- **2 (Baja):** 20 - 40 km de un mercado de consumo clave, o lejos de mercados secundarios relevantes.
- **1 (Muy Baja):** > 60 km Muy lejos de cualquier mercado de consumo significativo.

### 3. Subcriterio: Cercanía a Puertos

Para que un centro logístico rinda al máximo, su situación respecto a los puertos de mar o río tiene que permitir que las mercancías entren y salgan sin problemas. Tal como indica la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, lo ideal es que estos centros estén en la zona que rodea al puerto, más o menos entre 10 y 30 kilómetros del puerto principal (FAO, 2018). De esta manera, funcionan mejor y son más rentables, a la vez que se evita que las ciudades cercanas se saturen.

Además, la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas recalca que, para que el acceso sea bueno, no es imprescindible que el centro logístico esté en la misma ciudad que el puerto; lo importante es que tenga una carretera en buenas condiciones y con tráfico fluido para que la logística funcione como debe ser (UNECE, 2021).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a puertos marítimos/fluviales principales).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**
  - **5 (Muy Alta):** 10 - 30 km del Puerto de Guayaquil (zona de influencia portuaria).
  - **4 (Alta):** 0 - 10 km del Puerto de Guayaquil, con excelente conectividad vial.
  - **3 (Media):** 30 - 60 km del Puerto de Guayaquil, o cercanía a un puerto fluvial secundario relevante.
  - **2 (Baja):** > 60 km del Puerto de Guayaquil sin alternativas fluviales eficientes.

#### 4. Subcriterio: Cercanía a Aeropuertos

Al ubicar centros de logística cerca de aeropuertos, es clave encontrar un punto medio entre llegar fácil y evitar los problemas de mucho tráfico, la seguridad y las reglas cerca del aeropuerto. Los expertos sugieren que estos centros estén fuera de la zona de mayor movimiento del aeropuerto, pero que tengan buenos caminos para usar distintos medios de transporte. (UNAM, 2003)

En la vida real, normalmente se ponen a unos 7 a 30 kilómetros del aeropuerto. Esto ayuda a tener buenas conexiones y a que haya menos problemas con el trabajo del aeropuerto y la seguridad de todos (Slimstock, 2025).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea al Aeropuerto de Guayaquil).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**

- **5 (Muy Alta):** 15 - 30 km Mejor accesibilidad y viabilidad logística.
- **4 (Alta):** 30 - 45 km Buen acceso con algo más de traslado.
- **3 (Media):** 45 - 60 km Incremento en costos de transporte.
- **2 (Baja):** > 60 km Menor eficiencia operativa.
- **1 (Muy Baja):** 0 - 15 km problemas debido a varios factores, principalmente relacionados con la seguridad.

### **Criterio Principal AHP: Criterio\_distancias\_AHP**

- **Descripción:** Trata de plasmar la facilidad con la que puede conectarse a la red de transporte principal.

#### **1. Subcriterio: Cercanía a Vías Principales**

La ISO 37120:2018 es una normativa internacional que define ciertos indicadores clave para evaluar cómo funcionan los servicios urbanos y qué tal es la calidad de vida en urbes y comunidades que buscan ser sostenibles. Dentro de esta norma, sobre todo en lo que respecta al transporte y la planificación urbana, pretende facilitar el acceso logístico y la buena conexión vial situando estratégicamente infraestructuras clave, como los centros logísticos, cerca de las vías principales (ISO, 2018).

Específicamente, la norma sugiere como una buena práctica que los centros logísticos, o las áreas donde el transporte tiene mayor impacto, estén ubicados idealmente a menos de medio kilómetro de las vías más importantes, siempre y cuando esta cercanía no perjudique el entorno de la ciudad ni cause atascos o daños al medio ambiente. Esta

sugerencia busca que el transporte de carga y la distribución sean lo más eficientes posible, que los tiempos de viaje se reduzcan y que la movilidad en la ciudad sea más sostenible (ISO, 2018).

Por otro lado, la UNECE en sus directrices para una planificación logística urbana sostenible, subraya estas ideas al indicar que el fácil acceso a la red vial principal es vital para que los centros logísticos y las cadenas de suministro en las ciudades operen de manera eficiente, aconsejando mantener distancias parecidas para asegurar que todo fluya bien y reducir los problemas que puedan surgir en la ciudad (atascos, contaminación, ruido) (UNECE, 2021).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a las vías).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**
  - **5 (Muy Alta):** 0 - 500 m de autopista principal
  - **4 (Alta):** 500m - 5 km de autopista principal
  - **3 (Media):** 5 - 10 km de autopista principal
  - **2 (Baja):** 10 - 20 km de autopista principal
  - **1 (Muy Baja):** > 20 km de autopista principal

#### **Criterio Principal AHP: Criterio\_riesgos\_AHP**

- **Descripción:** Evalúa la susceptibilidad del área a peligros naturales que podrían comprometer la operación del centro logístico. Es un factor de restricción.

## 1. Subcriterio: Riesgo de Inundación

En Ecuador, la configuración del territorio y la gestión de peligros por catástrofes cuentan con una estructura legal que define directrices concisas para situar las infraestructuras clave, sobre todo en lo que concierne a áreas proclives a desbordamientos. Un texto esencial es la “Guía Metodológica para la Elaboración de los Planes Municipales de Ordenamiento Territorial (PMOT)”, publicada por el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI, 2015).

Tal guía indica que, buscando asegurar la durabilidad y protección de las infraestructuras, estas deben situarse fuera de las zonas con gran posibilidad de inundación. Se aconseja una separación de al menos 500 metros de las áreas con serio peligro de inundación, tratando de impedir el taponamiento o la modificación de lechos naturales, evitar deterioros en la infraestructura y resguardar vidas humanas. También, dicha distancia contempla factores de disminución frente a sucesos críticos (MIDUVI, 2015).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Clasificación de Zonas de Inundación (Raster o Polígonos).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad, 1=Mayor Restricción):**
  - **5 (Muy Alta):** Más de **500 metros** alejadas del riesgo directo de inundación.
  - **4 (Alta):** **250 y 500 metros** riesgo de inundación es bajo, y el impacto de posibles eventos sería mínimo.
  - **3 (Media):** **100 y 250 metros** podría requerir medidas de mitigación

- **2 (Baja): 20 y 100 metros** El riesgo de inundación es alto
- **1 (Muy Baja): 20 metros** siendo las menos idóneas para un centro logístico.

## 2. Subcriterio: Presencia/Influencia de Ríos

Esta organización se debe al objetivo de equilibrar la proximidad a recursos hídricos crucial para operaciones logísticas e industriales que necesitan agua con la defensa ante peligros naturales que podrían poner en peligro la solidez estructural y la protección de las construcciones (Loaiza Espinoza, 2022).

La bibliografía y los análisis de evaluación de criterios múltiples en Ecuador resaltan que la erosión de los ríos es un aspecto esencial en la configuración del territorio; por ello, se aconsejan acciones de vigilancia ambiental y una distancia prudente a las masas de agua para reducir los impactos tanto en la edificación como en el ambiente (Ministerio del Ambiente, 2018).

Esta estrategia se alinea con normas internacionales que aconsejan no levantar edificios o infraestructuras en zonas próximas a los ríos debido a su intenso cambio geomorfológico y amenaza de crecidas, a la vez que se prefieren sitios con una holgura suficiente para eludir perjuicios en las estructuras y problemas de funcionamiento.

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a cuerpos fluviales).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**

- **5 (Muy Alta):** >200m de un río (distancia óptima para recursos, sin riesgo inmediato de erosión).
- **4 (Alta):** Áreas entre **100 y 200 metros de un río** (riesgo bajo de erosión, aún con buena proximidad para recursos).
- **3 (Media):** Áreas entre **50 y 100 metros de un río** (riesgo moderado de erosión, se requiere análisis adicional).
- **2 (Baja):** Áreas entre **10 y 50 metros de un río** (riesgo alto de erosión y posibles afectaciones por dinámica fluvial).
- **1 (Muy Baja):** Áreas que se encuentran **directamente en la ribera del río o en zonas de alta erosión** (riesgo muy alto e inaceptable).

#### **Criterio Principal AHP: Criterio\_riesgo\_ambiental\_AHP**

- **Descripción:** Se determina la proximidad a áreas con estatus de protección ambiental o legal.

##### **1. Subcriterio: Proximidad a Áreas Protegidas y Zonas de Amortiguamiento**

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas está establecido en el artículo 405 de la Constitución de la República del Ecuador como un medio para preservar las funciones ecológicas y la biodiversidad. Con la gestión estatal y la participación de las comunidades ancestrales, este sistema comprende áreas protegidas bajo varias modalidades, garantizando la protección legal y financiera necesaria para su sostenibilidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Las zonas de amortiguamiento son franja que tiene la finalidad de mitigar la influencia que puede tener la

población sobre los ecosistemas, y su gestión irá por cuenta del Código Orgánico del Ambiente. Finalmente, para asegurar la conservación del medio ambiente, se han establecido ciertas normas drásticas en áreas determinadas. Además, la norma establece que las urbanizaciones que están ubicadas en determinadas áreas o próximas a ellas, a su vez, tienen que estar sometidas a determinadas evaluaciones y permisos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

Los métodos para designar y supervisar las zonas protegidas y las zonas tampón se exponen de forma exhaustiva en el Reglamento del Código Orgánico del Medio Ambiente. Para evitar efectos adversos, aconseja mantener una distancia mínima suficiente, normalmente superior a 16 kilómetros. Las distancias más cortas implican mayores limitaciones y criterios ambientales para la aprobación de proyectos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2024).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Distancia (Raster de Distancia Euclídea a límites de áreas protegidas como Manglares Churute, Isla Santay, etc. y sus zonas de amortiguamiento).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad, 1=Mayor Restricción):**
  - **5 (Muy Alta):** distancia superior a 10 kilómetros respecto a cualquier límite de área protegida o su correspondiente zona de amortiguamiento.
  - **4 (Alta):** rango de 5 a 10 kilómetros de un área protegida o su zona de amortiguamiento.
  - **3 (Media):** 2 a 5 kilómetros de un área protegida o su zona de amortiguamiento (es posible que se

requieran autorizaciones especiales o medidas de mitigación).

- **2 (Baja):** 0- 2km de un área protegida o su zona de amortiguamiento (posibles requisitos de permisos especiales, mitigación).
- **1 (Muy Baja):** 0 Dentro de un área protegida o su zona de amortiguamiento, sujeta a restricciones de uso de suelo de carácter sumamente estricto. (Restricción Absoluta).

## 2. Subcriterio: Uso de Suelo

El Código Orgánico del Ambiente pone las reglas para la protección de la naturaleza en Ecuador. Defiende el uso cuidado del suelo y la protección de lugares vulnerables. Esta regla muestra que el suelo debe ser usado de tal modo que haya menos daños, y se respete los recursos naturales y la vida silvestre (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

En cambio, la ley sobre gestión del medio ambiente maneja un chequeo y control de actividades que podrían dañar el entorno o ser muy grandes, pidiendo que se piense en cómo se usa ya el lugar para asegurar que los nuevos proyectos se ajusten. Se apoyan maneras de prevenir, bajar daños y hacer que la gente participe para tener el territorio sano con buen uso (Asamblea Nacional del Ecuador, 2012).

Además, el Reglamento al Código Orgánico del Ambiente llena estos requisitos dando más detalles sobre cómo mirar y supervisar usos de tierra para el trabajo en infraestructura. El reglamento dice que hay que elegir primero espacios con menos problemas para el medio ambiente como áreas de vegetación nativa herbácea o con

arbustos, evitando choques con zonas de agricultura que producen bien, lagos y partes urbanas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2024).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** Clasificación de Zonas de Uso de suelo (Raster o Polígonos).
- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad, 1=Mayor Restricción):**
  - **5 (Muy Alta):** Vegetación herbácea y vegetación arbustiva
  - **1 (Muy Baja):** Todas las áreas que sean agrícolas productivas, cuerpos de aguas, y zonas urbanas

### 3. Subcriterio: Pendientes de Terrenos

Según las normas técnicas de construcción, los terrenos con desniveles entre 5% y 10% son buenos para construir casas, porque dejan drenar el agua bien y no necesitan mucho cambio de tierra. Pendientes más grandes, entre 10% y 25% se pueden usar, pero requieren más trabajo en la tierra y estructuras extra lo que sube el precio y tiempo para hacer (Gobierno de Quito, 2024).

Para pendientes muy altas, mayor a 25%, los trabajos son más complejos: necesitan muros sólidos y reglas técnicas avanzadas para asegurar la fuerza de las construcciones, mientras que en pendientes más altas a 70% construir es casi imposible o muy peligroso. Por otra parte, lugares con pendientes bajas menor que el 5% pueden tener problemas con el agua, subiendo el peligro de inundaciones y estancamiento (Gobierno de Quito, 2024).

Basado en esto se realizó la siguiente reclasificación:

- **Tipo de dato:** (Raster de Pendiente de terrenos).

- **Reclasificación (Escala 1-5, 5=Mayor Idoneidad):**
  - **5 (Muy Alta):** 5 a 10% de pendiente es un terreno óptimo para la construcción del centro logístico
  - **4 (Alta):** 10 a 25% de pendiente es un terreno poco idóneo por que tiene que haber movimiento de tierra
  - **3 (Media):** 25 a 70% terrenos con pendiente altas va a ser mucho mayor el movimiento de tierra, va a ser obligatorio muros de contención y la cimentación va a ser más compleja
  - **2 (Baja):** 70 a 200% es prácticamente imposible realizar alguna construcción en estas áreas
  - **1 (Muy Baja):** 0 a 5% de pendiente no es idóneo porque no va a existir drenaje y va a ser propenso a inundaciones

- **Ponderación de Variables Relevantes**

El proceso de ponderar implica dar un peso específico, usualmente en números, a cada aspecto o factor relevante los criterios, en este contexto para indicar cuánto pesan o impactan en la resolución final. En enfoques como el AHP, esta asignación de pesos no es al azar, sino que surge de un análisis comparativo ordenado (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2019).

Ponderar es clave pues no todos los elementos tienen la misma relevancia al evaluar si un lugar es adecuado. Por ejemplo, que haya buenas vías de acceso puede ser más determinante que la proximidad a una fuente hídrica, como un río.

La Metodología del Proceso Jerárquico Analítico (AHP) propuesta por Saaty es una táctica bien definida para ordenar y estudiar elecciones intrincadas. Facilita la distribución de ponderaciones a los criterios, fundamentándose en

valoraciones humanas sobre la relevancia comparativa de cada conjunto de criterios (Universidad Nacional Mayor de San Marcos).

### Escala Fundamental de Saaty

Para medir la fuerza de las preferencias al hacer comparaciones por pares, el AHP se vale de una escala de nueve niveles, a la que se conoce como la Escala Fundamental de Saaty (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2019). Gracias a esta escala, quienes toman las decisiones pueden señalar con exactitud qué tanto pesa más un criterio que otro, o qué tanto se prefiere una opción frente a otra en relación con un criterio en particular. Los valores oscilan entre "Igual de importante" (1) hasta "Importancia máxima" (9), empleándose valores intermedios (2, 4, 6, 8) para reflejar los distintos matices de preferencia. En caso de que el segundo elemento a comparar sea menos relevante, se recurre a los valores inversos de la escala (de 1/1 a 1/9). Esto se ve reflejado en la **Tabla 2**.

**Tabla 2: Importancia según su valor numérico**

| Intensidad de Importancia (Valor Numérico) | Definición   |
|--|--|
| 1  | Igual importancia  |
| 2  | Importancia entre igual y moderada                               |
| 3  | Importancia moderada   |
| 4  | Importancia entre moderada y fuerte                              |
| 5  | Importancia fuerte   |
| 6  | Importancia entre fuerte y muy fuerte                            |
| 7  | Importancia muy fuerte   |
| 8  | Importancia entre muy fuerte y extrema                           |
| 9  | Importancia extrema  |
| Recíprocos (1/x)                           | Si el criterio de la columna es más importante que el de la fila |

**Autor:** (Yepes, 2022)

### Evaluación de la Consistencia:

En el AHP, que tan lógicos son nuestros juicios es algo clave. Decimos que una tabla es totalmente lógica si se cumple que,  $a_{ik} = a_{ij} * a_{jk}$  (o sea, que, si A es el doble de importante que B, y B a su vez el doble de C, entonces A debería ser cuatro veces más importante que C). Ahora, Thomas Saaty se dio cuenta de que ser 100% lógicos es casi imposible, y a veces hasta contraproducente, cuando hablamos de personas. Lo ideal es que seamos razonablemente lógicos (Yepes, 2022).

Para ver si estamos siendo lógicos, tenemos dos herramientas:

- **El Índice de Consistencia (CI):** Se calcula con la **Ecuación 1** donde,  $\lambda_{max}$  es el valor más alto que puede alcanzar la matriz (o el promedio de los valores que salen de dividir el vector de suma ponderada entre el vector de prioridades) y  $n$  es la cantidad de criterios que estamos comparando (Yepes, 2022).

**Ecuación 1: Formula de Índice de Consistencia**

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

Autor: (Yepes, 2022)

- **La Razón de Consistencia (CR):** Se calcula dividiendo el Índice de Consistencia (CI) entre el Índice Aleatorio (RCI) que corresponde al tamaño de la matriz visualizar en la **Ecuación 2**. El RCI es un promedio de qué tan consistentes son muchas matrices hechas al azar (Yepes, 2022).

**Ecuación 2: Formula de la Razón de Consistencia**

$$CR = \frac{Ci}{Rci}$$

Autor: (Yepes, 2022)

¿Qué significa todo esto? Si el CR es menor o igual a 0.10 (o sea, 10%), normalmente está bien. Pero si el CR es más alto, quiere decir que no estamos siendo muy lógicos, y tocaría revisar y cambiar las comparaciones que hicimos en la tabla hasta que seamos más consistentes, tal como se ilustra en la **Figura 4**. Si el CR es 0%, significa que somos perfectamente lógicos, lo cual suele pasar si seguimos la regla de transitividad al pie de la letra (Yepes, 2022).

**Figura 4: Matriz multicriterio de Saaty**

|    | A   | B                       | C       | D    | E                                       | F       | G       | H               | I | J | K | L |
|----|---|-------------------------|---------|------|---|---------|---------|-----------------|---|---|---|---|
| 1  | DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC) |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 2  |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 3  |   | C1                      | C2      | C3   | Wi                                      | Ci      | LAMDAi  |                 |   |   |   |   |
| 4  | C1  | 1.00                    |         |      | 0.00                                    | #DIV/0! | #DIV/0! |                 |   |   |   |   |
| 5  | C2  | #DIV/0!                 | 1.00    |      | #DIV/0!                                 | #DIV/0! | #DIV/0! |                 |   |   |   |   |
| 6  | C3  | #DIV/0!                 | #DIV/0! | 1.00 | #DIV/0!                                 | #DIV/0! | #DIV/0! |                 |   |   |   |   |
| 7  |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 8  |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 9  | Pi  | #DIV/0!                 | #DIV/0! | 1.00 | #DIV/0!                                 |         | #DIV/0! | $\lambda_{max}$ |   |   |   |   |
| 10 |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 11 |   | Riesgo de deslizamiento |         |      | PESOS                                   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 12 | C1  | Pendiente               |         |      | #DIV/0!                                 | C1      |         |                 |   |   |   |   |
| 13 | C2  | Precipitación           |         |      | #DIV/0!                                 | C2      |         |                 |   |   |   |   |
| 14 | C3  | Litología               |         |      | #DIV/0!                                 | C3      |         |                 |   |   |   |   |
| 15 |   |                         |         |      | #DIV/0!                                 |         |         |                 |   |   |   |   |
| 16 |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 17 |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 18 | Cj=   | #DIV/0!                 |         |      | $G_i = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ |         |         |                 |   |   |   |   |
| 19 | Rci=  | 0.66                    |         |      | $R_{ci} = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$     |         |         |                 |   |   |   |   |
| 20 |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |
| 21 | CR=   | #DIV/0!                 | #DIV/0! |      | $CR = C_i / R_{ci}$                     |         |         |                 |   |   |   |   |
| 22 |   |                         |         |      |   |         |         |                 |   |   |   |   |

**Autor:** (Yepes, 2022)

## RESULTADOS DEL ANÁLISIS ESPACIAL Y MULTICRITERIO

### Análisis Espacial y de Proximidades

#### ➤ **Buffers**

##### ▪ **Buffer red vial**

Basándose en las normativas del Ministerio de Transporte y Obras Públicas en la que menciona no se puede construir una vivienda a menos de 30 metros del eje central de la carretera, se ha optado por hacer un buffer de exclusión de 100m.

Dicha distancia ampliada se justifica, tal como se puede observar en la **Figura 5** puesto que un parque logístico transporta mucho transporte pesado (tráileres, camiones de carga pesada, etc.) que requieren grandes espacios de maniobra, carriles para acelerar y frenar y zonas de espera que van más allá de los límites de carretera.

Una zona de amortiguamiento de dimensión aproximada de 100 metros proporciona el espacio operativo esencial para que puedan realizarse estas actividades sin problemas, garantizando un tránsito eficaz y seguro para la circulación vehicular. Por otra parte, los centros logísticos emiten un gran nivel de ruido debido a la circulación de vehículos, a las tareas de carga y descarga de mercancías y a la maquinaria.

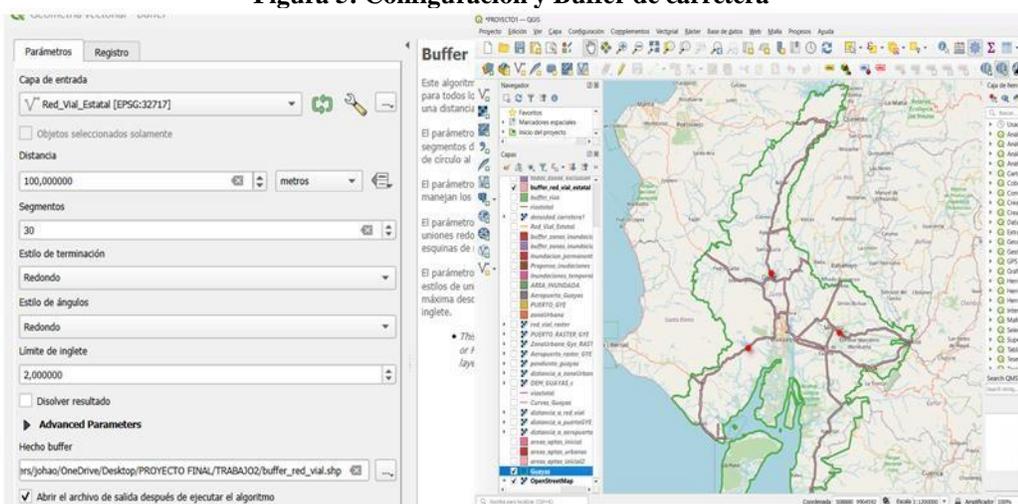
Una zona de amortiguamiento más amplia ayuda a reducir el ruido y a diluir las emisiones de los vehículos, disminuyendo el impacto del tráfico en las áreas próximas, en especial cuando estas son residenciales o ecológicamente vulnerables. Esta zona de seguridad también disminuye los riesgos en caso de accidentes o fugas y garantiza el acceso de vehículos de emergencia.

Por último, una zona de amortiguamiento de 100 metros prevé posibles expansiones futuras de la carretera principal o del mismo

centro logístico, evitando conflictos por el uso del suelo a largo plazo y garantizando la sostenibilidad del proyecto. La diferencia entre los requisitos legales mínimos para viviendas y las necesidades operativas óptimas para una infraestructura logística es crucial.

La decisión tomada por los 100 metros es una elección prudente que contempla en términos globales los deseos de una operación logística a gran escala, es decir, es más que el simple hecho de someterse a la normativa, logrando por un diseño efectivo y seguro.

**Figura 5: Configuración y Buffer de carretera**



**Autor:** Andrew Loor G.

### ▪ Buffer ríos

Teniendo en cuenta la ley de la LORHUYAS y las normativas nacionales y cantonales de retiros que hay de los ríos van de 10m a 100m, se ha decidido crear un área de protección de 100m eliminando zonas que estén cerca de los ríos.

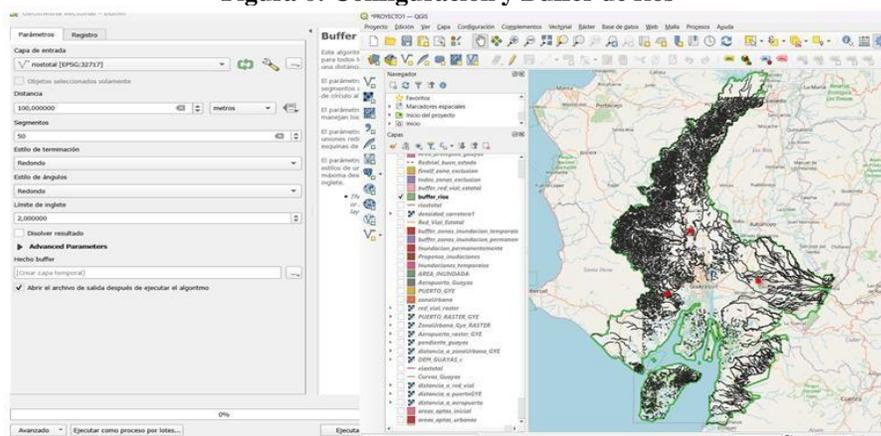
Para estar bien seguros ante la erosión del río y cualquier posible crecida imprevista, se optó por el valor más prudente del abanico disponible, protegiendo así la infraestructura a futuro, como se visualiza en la **Figura 6**.

Aparte del peligro inmediato de una inundación, esa franja de 100 metros tiene en cuenta cómo funciona el agua en una zona como Guayas, incluyendo los cambios de curso de los ríos, el desgaste de las orillas y lo cambiante de las zonas inundables. Este margen ofrece una buena defensa contra los procesos del agua a largo plazo. Viéndolo desde el punto de vista del medio ambiente, una zona de protección más ancha a la orilla del río actúa como un filtro natural, impidiendo que los residuos de las industrias lleguen al agua, cuidando su calidad y conservando los ecosistemas acuáticos delicados. Esto va de la mano con una gestión ambiental responsable.

También, defiende los cimientos del centro logístico, sus servicios básicos y accesos de posibles daños por agua o desgaste, asegurando que la estructura se mantenga bien con el tiempo. Al elegir la distancia más estricta de las normas, el proyecto muestra que se toma en serio el principio de precaución, reduciendo al mínimo posibles problemas ambientales y operativos en el futuro.

Esta decisión refleja el entender que simplemente cumplir con lo mínimo que exige la ley podría no ser suficiente para asegurar que todo funcione bien a largo plazo y una buena gestión ambiental en un entorno donde el agua está en constante cambio.

**Figura 6: Configuración y Buffer de ríos**



**Autor:** Andrew Loor G.

- **Buffer área inundada**

La distancia que se debe dejar de las zonas propensas a inundaciones no está fijada como tal, pero la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo menciona que se debe de dejar un área de amortiguamiento.

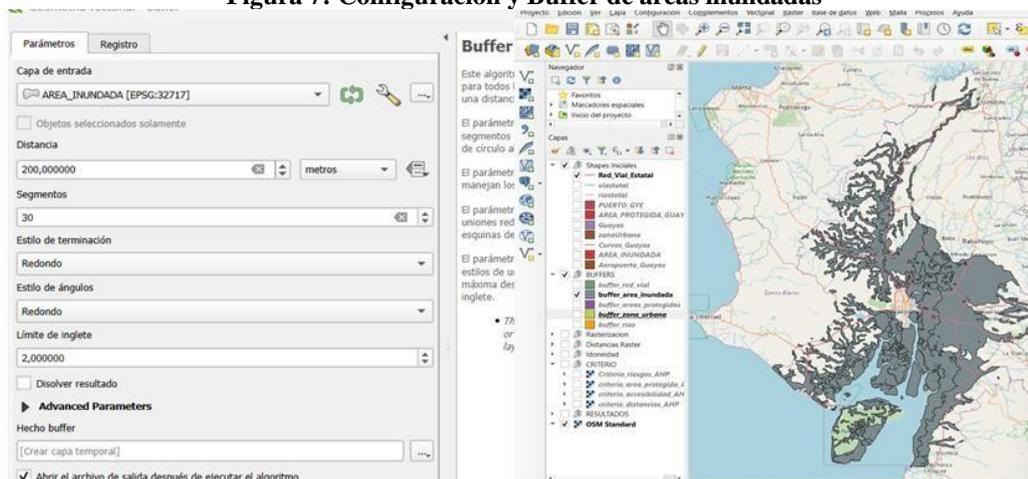
Si bien no hay una regla única en todo el país, al organizar el territorio es clave mirar mapas que señalen el peligro de crecidas. Para este análisis, se delimitó un espacio de resguardo de 200 metros alrededor de todas las áreas marcadas con anegamiento continuo o pasajero, como se puede apreciar en la **Figura 7**. Esta medida se apoya en ser cautelosos y controlar los peligros, formando un espacio seguro que cuide una inversión tan grande y mantenga el centro funcionando incluso si el clima se pone muy feo.

Las crecidas pueden hasta llegar a detener completamente el trabajo, arruinar lo que se ha guardado y también puede detener el acceso a las instalaciones, hasta el punto de perder mucho dinero, frenar la entrega de productos y afectar la imagen. Una superficie de 200 metros ofrece un margen de protección importante, incluso si las crecidas son muy fuertes o inesperadas.

Esa medida no solamente cuida las bases del centro, sus prestaciones y las vías de acceso para evitar daños por agua y desgaste, sino que también asegura que el centro logístico siga funcionando, aún si inundaciones cercanas a la instalación ocurrieran, de modo que ningún eslabón de la cadena de suministro se vea afectado. Adicionalmente, disponer de más espacio contribuye a adaptarse al cambio climático, con lo que el lugar resistiría los cambios ambientales mucho mejor.

Decidir usar 200 metros para este espacio demuestra que entendemos el golpe económico de que un desastre natural pare el trabajo. Es invertir inteligentemente en aguantar, dando prioridad a que los productos sigan llegando a que comprar terrenos que podrían ser más baratos, pero también más peligrosos.

**Figura 7: Configuración y Buffer de áreas inundadas**



Autor: Andrew Loor G.

### ▪ Buffer zonas urbanas

El Ministerio de Ambiente del Ecuador y el Ministerio de Energía y Minas menciona que los valores mínimos para rellenos sanitarios y empresas contaminantes menciona que el valor mínimo de la ciudad a estos lugares es de 500m. Es por lo que se ha elegido un buffer de 500 metros de exclusión con respecto a la zona urbana, como se representa en la **Figura 8**.

La gran cantidad de camiones que entran y salen de un centro logístico tienden a congestionar las vías urbanas próximas, causando un fuertes embotellamiento, ruido y peligros para la seguridad de residentes y peatones. Un área de influencia de 500 metros ayuda a minimizar estos problemas, distanciando el centro de las áreas con mucha población.

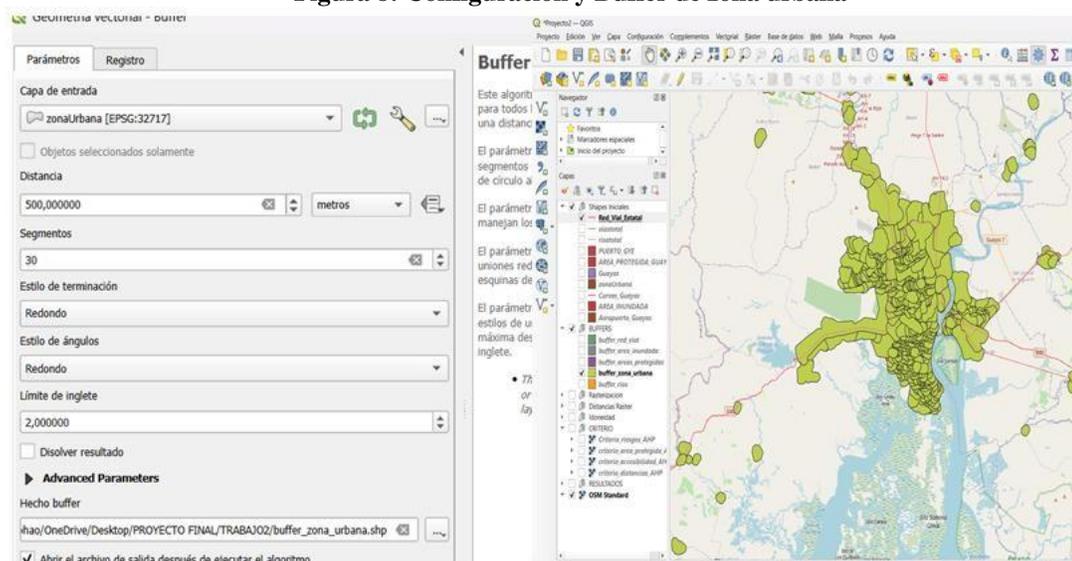
El trajín incesante de camiones, la manipulación de mercancías y la maquinaria causan una contaminación acústica considerable, que puede perjudicar sensiblemente la calidad de vida de las urbes aledañas. Del mismo modo, los grandes centros logísticos suelen funcionar las 24 horas, los 7 días de la semana, con una iluminación potente, lo cual puede originar contaminación lumínica en las áreas habitadas.

La cercanía a zonas urbanas también puede suscitar rechazo por parte de la gente, lo que se conoce como el efecto "Not In My Backyard" (NIMBY), lo cual podría demorar o incluso impedir la ejecución del proyecto. Un radio de protección mayor favorece una mayor aprobación por parte de la sociedad.

Finalmente, asegura que el centro se ubique en una zona destinada al uso industrial o logístico y evitar conflictos con los planes de ordenación del territorio residencial o comercial. El establecimiento de un radio de protección es la muestra de que aún las operaciones industriales de gran escala requieren una distancia considerable a las zonas residenciales para minimizar la presencia de efectos secundarios negativos y para asegurar la aceptación social para operar.

Es una medida anticipada para prevenir conflictos vecinales y asegurar el funcionamiento sin problemas a largo plazo.

**Figura 8: Configuración y Buffer de zona urbana**



**Autor:** Andrew Loor G.

- **Buffer áreas protegidas**

El Ministerio del Ambiente y Agua y la Asamblea Nacional del Ecuador en sus leyes y normativas de la Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre menciona que hay varios valores para la zona de amortiguamiento de las áreas protegidas pero los valores oscilan entre 500m a 6km. Se ha definido un buffer de exclusión de 1000 metros, tal como se aprecia en la **Figura 9**.

La Constitución del Ecuador (Art. 405) y el Código Orgánico del Ambiente (COA, Arts. 59 y 60) sustentan la protección de los ecosistemas y la argumentación sobre la necesidad de una gestión integral que contemple las áreas aledañas a las áreas protegidas.

Un amortiguador de 1 km entrega una "zona de influencia" considerable para resguardar ecosistemas frágiles (manglares, bosques y humedales en Guayas) frente a efectos indirectos como ruido, luz, polvo y división del hábitat por la construcción y el funcionamiento del centro. Contribuye a mantener la unión ecológica. Aunque los mínimos cambian, 1 km da un margen robusto, bajando el riesgo de faltar a normas ambientales futuras más rigurosas o efectos ecológicos no esperados.

Se alinea con una perspectiva cautelosa de la gestión ambiental. Aparte, muestra un fuerte compromiso con la gestión ambiental sería más allá del simple cumplimiento legal, mejorando la fama del proyecto y validando la admisión social duradera.

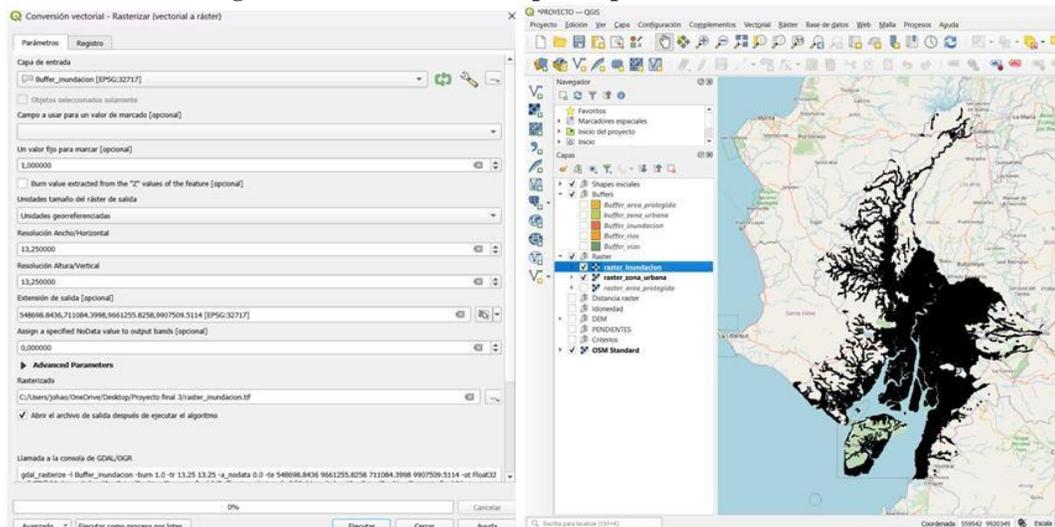
La selección de 1 km significa un punto medio estratégico que busca un balance entre una protección ambiental importante y la accesibilidad práctica de sitios en una zona con distintos ecosistemas. Esto avisa de que, aunque el efecto ambiental es el criterio menos valorado en el AHP, se sabe de la precisa necesidad de un amortiguador considerable para eludir daños ecológicos mayores, escollos regulatorios y una imagen pública dañada.



## ➤ *Rasterización*

Este es un paso muy importante que te permite pasar de los archivos shapefiles a raster y poder aplicarlos en los siguientes pasos como cálculo de distancias, reclasificación entre otras cosas, pero hay que tener en cuenta con que escala se va a trabajar en el proyecto. En este documento se va a trabajar con una escala 1:50000 aplicando la fórmula para determinar el tamaño del píxel se determinó que el tamaño de píxel es 13,25m, como se puede observar en la **Figura 11**.

**Figura 11: Rasterizar los shapefiles para el análisis multicriterio**

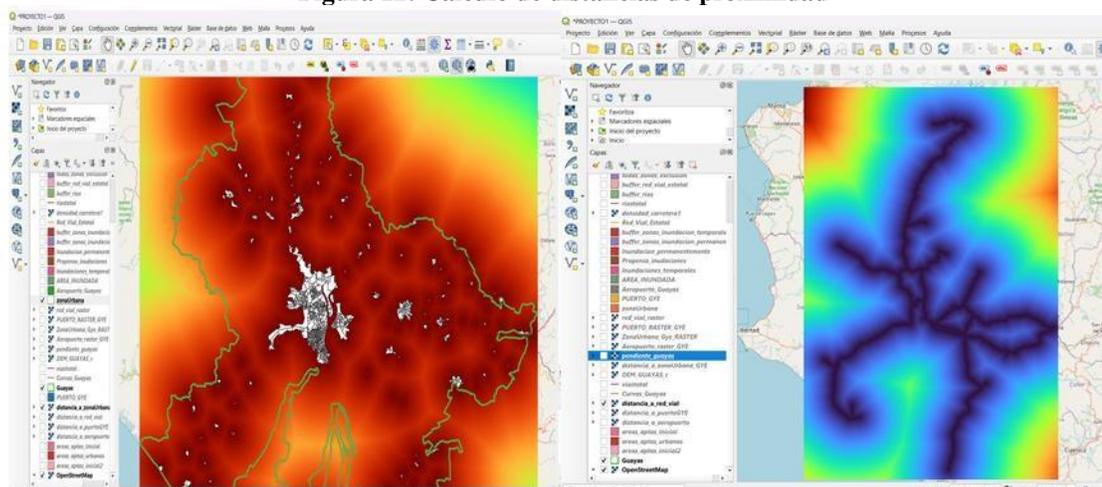


**Autor:** Andrew Loor G.

## ➤ *Cálculo de distancias*

Esto permite determinar las áreas más idóneas que puede ser utilizadas en cada raster para el análisis multicriterio que permite determinar los criterios de la investigación, como se puede apreciar en la **Figura 12**.

Figura 12: Calculo de distancias de proximidad

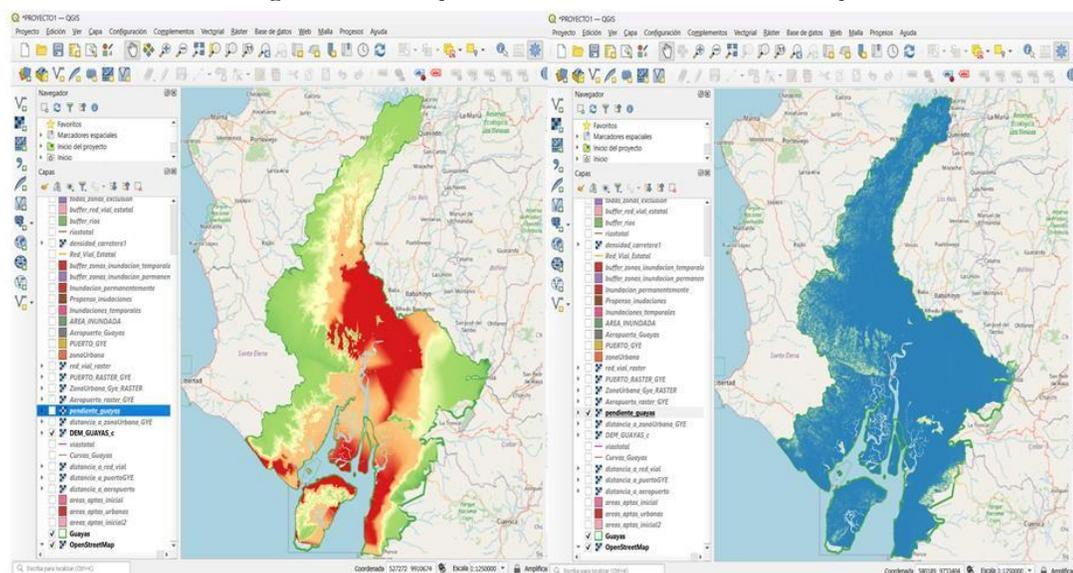


Autor: Andrew Loor G.

### ➤ *Análisis de Pendiente y Orientación*

Para el análisis de pendiente parte del DEM de la provincia del Guayas para poder determinar las pendientes del terreno que cumplan con lo establecido para un terreno idóneo, la mejor opción de pendiente va de 5 al 10% es lo más óptimo, como se visualiza en la **Figura 13**.

Figura 13: DEM y Pendiente de la Provincia del Guayas



Autor: Andrew Loor G.

## Implementación de Análisis Multicriterio

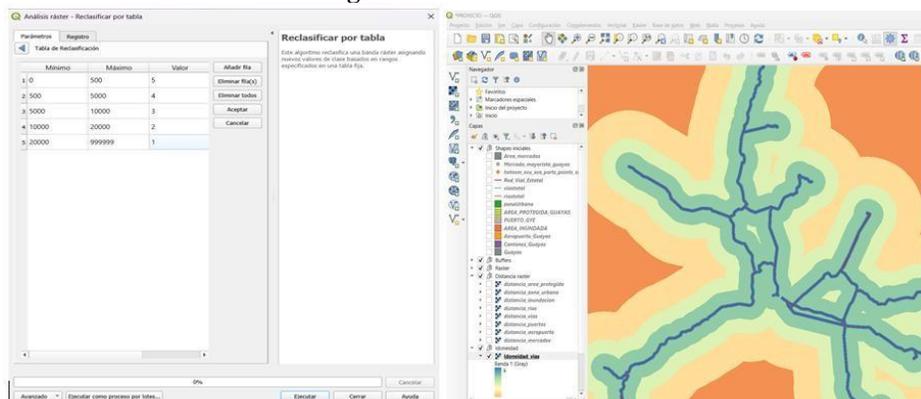
### ➤ *Reclasificación*

Cuando aplicamos el análisis multicriterio, un paso esencial es la reclasificación, porque nos ayuda a poner en una misma "onda" los valores de los distintos aspectos que estamos considerando. En este trabajo, elegimos usar una escala del 1 al 5, donde 5 es lo mejor y 1 lo peor. Esta forma de hacerlo responde a que necesitamos unificar criterios que, al principio, se miden de maneras muy diferentes y tienen rangos distintos, para que sea más fácil juntarlos y compararlos al final, esto se puede apreciar en la **Figura 14**.

Para reclasificar, a cada grupo de valores originales le dimos un nivel de "qué tan bien queda" dentro de nuestra escala, dependiendo de cuánto aportaba al objetivo del estudio. Por ejemplo, si hablamos de la cercanía a calles importantes, los lugares más cercanos obtuvieron valores más altos de "qué tan bien queda", y los más lejanos, valores bajos. Usamos esta misma idea para los demás aspectos, siempre pensando en la lógica y la importancia técnica de cada uno.

La reclasificación permitió llegar a una información espacial que "hable el mismo idioma" y asegurar que, al unificar todos los aspectos de la información en un criterio general, sea consistente y esté alineado. Lo que supone, no solo facilitar la comprensión de los resultados obtenidos, sino que también hace que todo el proceso sea más clarificado y se pueda replicar, dado que cada decisión de reclasificación se puede rastrear y explicar técnicamente.

**Figura 14: Reclasificación de escala de 1 a 5**



**Autor:** Andrew Loor G.

➤ **Ponderación de variable**

Una vez echo la reclasificación de los subcriterios, hay que pasarlo a forma general (Criterios). Esto se hace sacando el promedio de los subcriterios para obtener el general a continuación se detalla de los criterios y subcriterios

En el **Anexo 1** se puede apreciar un mapa general de ubicación donde se puede apreciar la Provincia del Guayas con varios de los subcriterios que fueron utilizados para el desarrollo de este análisis. A continuación, se detalla todos los criterios y subcriterios utilizados:

**Distancias**

- Vías principales

**Riesgos**

- Ríos
- Áreas inundadas

**Accesibilidad**

- Vías principales
- Puertos
- Aeropuertos
- Mercados
- Zona urbana

**Impacto Ambiental**

- Áreas Protegidas
- Pendiente de terreno
- Uso de suelo

Para ponderar cada criterio clave (Accesibilidad, Distancias, Riesgos, Impacto Ambiental) se realizó mediante comparaciones pareadas utilizando la Escala Fundamental de Saaty. Esto reflejó la importancia comparativa de cada aspecto, considerando la eficacia operativa, la fortaleza y la perdurabilidad de un eje logístico zonal. Tales dictámenes se cimentaron en el saber logístico y las metas del proyecto, dando prioridad a lo que influye en la prosperidad y el rendimiento a largo plazo.

## **Análisis de la Ponderación**

### **Accesibilidad (48%)**

La accesibilidad, con un peso importante del 48%, se erige como el factor más clave en la elección del terreno. Esta prioridad tiene sentido, ya que la agilidad operativa, la rapidez para salir al mercado y la capacidad de rendimiento son los pilares de un centro logístico.

En un sector tan competitivo, los problemas de acceso también plantean un crecimiento de los gastos variables (gasolina, sueldos, deterioro de vehículos), peor aún la insatisfacción de los clientes y la pérdida de la ventaja competitiva. Estar cerca de las carreteras más importantes (autopistas, puerto o aeropuerto) no es sólo cómodo; sino que también ayuda a que se mueven grandes volúmenes de carga rápidamente.

Esta alta ponderación muestra una apuesta por asegurar un flujo continuo de productos y buena conexión, por encima de casi todo lo demás, asumiendo que una buena accesibilidad es la base para ser más eficientes.

En el **Anexo 2** se puede apreciar el Mapa de Accesibilidad donde se promedio los subcriterios obteniendo así una clasificación de áreas que va del verde (Muy aptas) al rojo (No aptas), indicando así las áreas más favorables desde el punto de vista de la accesibilidad.

### **Distancias (30%)**

El criterio "Distancias", con un peso del 30%, complementa la "Accesibilidad" al enfocarse en mejorar la red general y la rentabilidad de la cadena. No se limita a estar cerca de una carretera, sino a reducir al máximo el recorrido en toda la red hacia los mercados y puntos de suministro.

Esto afecta los gastos variables (combustible, mantenimiento, mano de obra) y el impacto ambiental (emisiones). Para un centro logístico, acortar las distancias de "última milla" a las ciudades, o las de "primera milla" desde las fábricas, es clave para ser rentable y dar un buen servicio al cliente.

La suma de Accesibilidad y Distancias (78%) en el AHP indica una estrategia integral para mejorar el transporte, lo que supone optimizar toda la fase de transporte de la operación logística. Se priorizan los lugares que no solo conectan bien, sino que también reducen el kilometraje y el tiempo de viaje tanto al recibir como al enviar.

Esto baja los costos, acelera las entregas y reduce la huella de carbono, cumpliendo con la necesidad de eficiencia y sostenibilidad.

En el **Anexo 3** se puede apreciar el Mapa de Distancias donde se promedió los subcriterios obteniendo así una clasificación de áreas que va del verde (Muy aptas) al rojo (No aptas), indicando así las áreas más favorables desde el punto de vista de la distancia.

### **Riesgos (14%)**

La asignación de un 14% a "Riesgos" señala que, si bien lo fundamental es la eficiencia en el día a día, se le da su justo valor a la planificación para seguir adelante con el negocio y cuidar lo invertido. Los riesgos, ya sean de la naturaleza (como temblores o mal tiempo) o del trabajo diario (como atascos o fallos de seguridad), pueden traer consigo importantes pérdidas de dinero (material roto, arreglos de la infraestructura, menos ingresos por parones) y dañar mucho la imagen.

Este peso específico da a entender una forma de hacer las cosas realistas: evitar las zonas más peligrosas si se puede, pero admitiendo que siempre hay cierto nivel de peligro que se puede controlar en cualquier sitio y que se puede suavizar con un buen diseño, seguros o normas de trabajo, en vez de ser algo que descarte un lugar por completo, salvo que el peligro sea muy grande y no se pueda controlar. Así, se busca el mejor sitio posible, pero también que el trabajo sea seguro y pueda seguir adelante sin problemas.

El proyecto no le tiene miedo a todo, pero sí quiere evitar aquellos peligros que puedan hundir por completo el trabajo. Los riesgos que no sean muy grandes o que se puedan controlar se pueden aceptar si el sitio tiene muchas ventajas en cuanto a cercanía y facilidad de acceso, lo que supone estudiar si merece la pena.

En el **Anexo 4** se puede apreciar el Mapa de Riesgos donde se promedió los subcriterios obteniendo así una clasificación de áreas que va del verde (Muy aptas) al rojo (No aptas), indicando así las áreas más favorables desde el punto de vista de los riesgos.

### **Impacto Ambiental (9%)**

El peso del 9% para el "Impacto Ambiental", aunque sea el más bajo, no es algo que se pueda ignorar. Muestra que se sabe que la sostenibilidad a largo plazo, el cumplimiento de las normas y el permiso de la gente para trabajar son muy importantes para que un proyecto salga bien, aunque no sean tan importantes como la eficiencia en el trabajo diario y el dinero.

No tener en cuenta el efecto en el entorno puede traer consigo problemas importantes en el futuro, como multas, que la gente se ponga en contra y dañar mucho la imagen, lo que al final puede afectar a si el proyecto es rentable y puede seguir adelante. Este peso específico da a entender que el proyecto quiere reducir al máximo su impacto en el entorno y seguir las normas a rajatabla, pero dará prioridad a los sitios que sean mejores para la logística, dando por hecho que se puede cumplir con el medio ambiente planificando bien y tomando medidas para evitar daños.

Es un proceder que busca "cumplir primero" en lugar de "apostar por la sostenibilidad", aunque se contemplan los factores ambientales, no son lo más determinantes en la elección del emplazamiento. El proyecto debe asumir que hay normas ambientales que cumplir, pero no busca dar prioridad a los beneficios para el medio ambiente sobre las grandes ganancias en el trabajo.

Aun así, el peso que se le da muestra que es importante evitar problemas legales, que la gente se ponga en contra y mantener una buena imagen, algo fundamental para que el proyecto pueda seguir adelante a largo plazo.

En el **Anexo 5** se puede apreciar el Mapa de Impacto ambiental donde se promedió los subcriterios obteniendo así una clasificación de áreas que va del verde (Muy aptas) al rojo (No aptas), indicando así las áreas más favorables desde el punto de vista del impacto ambiental.

## Consistencia de los Juicios

Un CR de 0.0210 (Consistente) señala un desenlace sobresaliente. Tal nivel de razón de consistencia, realmente inferior al límite de 0.10, manifiesta que las estimaciones hechas al contrastar los criterios exhiben gran coherencia y lógica, esto se puede apreciar en la **figura 15**.

Esto quiere decir que el otorgar primacía a la accesibilidad por encima de las distancias, a las distancias por encima de los riesgos, y a los riesgos por encima del impacto ambiental, se ve sólidamente apuntalado por las comparaciones emparejadas introducidas en la matriz. Esta cuota de fiabilidad aporta una gran seguridad de que las ponderaciones que se obtienen son un reflejo fidedigno de la importancia relativa que se le atribuye a cada criterio.

**Figura 15: Valor de Consistencia de Juicio**

| DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC) |             |             |               |                   |  |      |                 |
|---|-------------|-------------|---------------|-------------------|--|------|-----------------|
|   | DISTANCIAS  | RIESGOS     | ACCESIBILIDAD | IMPACTO AMBIENTAL | Wi                                     | Ci   | LAMDAi          |
| DISTANCIAS  | 1.00        | 3           | 1/2           | 3                 | 1.46                                   | 0.30 | 1.09            |
| RIESGOS   | 1/3         | 1.00        | 1/3           | 2                 | 0.69                                   | 0.14 | 1.05            |
| ACCESIBILIDAD                                       | 2           | 3           | 1.00          | 5                 | 2.34                                   | 0.48 | 0.97            |
| IMPACTO AMBIENTAL                                   | 1/3         | 1/2         | 1/5           | 1                 | 0.43                                   | 0.09 | 0.96            |
| Pi  | 3.67        | 7.50        | 2.03          | 11.00             | 4.91                                   |      | 4.06            |
|   |             |             |               |                   |  |      | $\lambda_{max}$ |
|   |             |             |               |                   | PESOS                                  |      |                 |
| DISTANCIAS  |             |             |               |                   | 0.30                                   | C1   |                 |
| RIESGOS   |             |             |               |                   | 0.14                                   | C2   |                 |
| ACCESIBILIDAD                                       |             |             |               |                   | 0.48                                   | C3   |                 |
| IMPACTO AMBIENTAL                                   |             |             |               |                   | 0.09                                   | C4   |                 |
|   |             |             |               |                   | 1.00                                   |      |                 |
| Ci=   | 0.020763907 |             |               |                   |  |      |                 |
| Rci=  | 0.99        |             |               |                   |  |      |                 |
| CR=   | 0.0210      | Consistente |               |                   |  |      |                 |
|   |             |             |               |                   | $Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$ |      |                 |
|   |             |             |               |                   | $Rci = \frac{1.98 * (n - 2)}{n}$       |      |                 |
|   |             |             |               |                   | $CR = Ci/Rci$                          |      |                 |

**Autor:** Andrew Loor G.

## UBICACIÓN RECOMENDADA Y JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

- **Ubicación Recomendada**

En el **Anexo 6** se puede apreciar el Mapa de Idoneidad donde se le asigno los pesos previamente establecidos a cada criterio obteniendo así una clasificación de áreas que va del verde (Muy aptas) al rojo (No aptas), indicando así las áreas más favorables desde el punto de vista general.

Según el análisis multicriterio realizado y el mapa de idoneidad obtenido de todo el proceso se concluyó que, la ubicación óptima para el centro logístico regional en la provincia del Guayas se sitúa en una zona periurbana al Suroeste del área metropolitana de Guayaquil, para ser más específico vía a la costa. Esto puede ser visualizado con mayor claridad en el **Anexo 7** que es el Mapa de Ubicación del Centro Logístico.

El área analizada cumple con los criterios de máxima idoneidad definidos por el modelo, ubicándose:

- A una distancia entre 10 y 20 km de las principales ciudades (Guayaquil, Daule, Durán, Samborondón), esto facilita la logística de distribución y el acceso a los principales mercados.
- Cerca de la red vial principal, lo que permite una conexión eficaz con las autopistas más importantes, el puerto y el aeropuerto.
- Lejos de las zonas con alto riesgo de inundación y de las masas de agua, lo que reduce al mínimo las amenazas tanto medioambientales como operativas.
- Retirada de las áreas protegidas y de las zonas de amortiguamiento, cumpliendo así con la legislación medioambiental vigente.
- En terrenos que presentan pendientes óptimas (5-10%), lo que reduce los costos de construcción y reduce los riesgos de drenaje.

- **Justificación Técnica**

- **Accesibilidad y Conectividad**

La ubicación seleccionada no solo mejora el acceso, sino que lo impulsa a ser un elemento esencial para que el proyecto triunfe. Identificado como el factor de mayor peso (48%) en nuestro exhaustivo estudio jerárquico (AHP), su inigualable cercanía a las principales rutas terrestres del país es una ventaja que no tiene precio. Esto asegura que las mercancías fluyan sin problemas y con rapidez desde y hacia nuestras instalaciones.

Además de las vías, estar cerca de puntos logísticos importantes como el Puerto de Guayaquil y el Aeropuerto Internacional José Joaquín de Olmedo es un factor que hace la diferencia. La combinación de diversas tipologías de transporte para mejorar las cadenas de suministro complicadas facilita el transbordo de una forma eficaz entre la vía terrestre, la vía marítima y la vía aérea. Una gran disminución de los plazos de entrega a los clientes finales y a los proveedores, lo cual se refleja en los costes de explotación de transporte y de almacenamiento, no solo ayuda a que el centro logístico sea más exitoso, sino que también mejora la satisfacción del cliente al prometer logística rápida y fiable.

- **Distancia Optimas**

La zona sugerida se eligió con esmero para certificar que quede cerca, así reducimos lo que se viaja para traer y llevar cosas a los mercados grandes y a los que nos venden. Esta buena ubicación ayuda mucho a competir en logística; cada kilómetro menos es menos gasto y menos tiempo en el camino.

Pero no solo ahorramos dinero. Esta idea de acortar distancias es clave para cuidar el planeta. Al viajar menos en camiones grandes, echamos menos gases malos y gastamos menos combustible. Esto ayuda a que el clima no cambie tanto y mejora lo que contaminamos, siguiendo las

reglas de las empresas con conciencia ambiental y lo que la gente pide: que todo el proceso sea más ecológico.

### ➤ **Gestión de Riesgos**

Para elegir dónde construir, hicimos un análisis profundo de los peligros de la naturaleza. El sitio del centro de distribución se pensó bien para que quedara lejos de zonas con alta probabilidad de inundaciones o daños por ríos. Tomar esta decisión con tiempo es clave para que el lugar y lo que se hace allí no sufran tanto por el clima extremo y los desastres naturales. Al reducir estos peligros, nos aseguramos de que todo siga funcionando bien, cuidamos la inversión a futuro y procuramos que no haya problemas en la cadena de suministro, o que sean muy pocos.

Además, nos tomamos muy en serio seguir las reglas. Cumplimos al pie de la letra con las distancias obligatorias que marca la ley con respecto a ríos, arroyos, zonas que se inundan y las áreas pobladas cercanas. Este cumplimiento no solo muestra que el proyecto es legal según las normas nacionales y locales de cómo se organiza el territorio y el medio ambiente, sino que también evita que haya problemas con los vecinos y asegura que todo se desarrolle en paz con la naturaleza y la gente.

### ➤ **Impacto ambiental y uso de suelo**

La selección del sitio en cuestión se hizo pensando en reducir al mínimo cualquier efecto adverso en el entorno, y para que encaje lo mejor posible con cómo se usa ya el terreno. Se esforzó mucho en no tocar áreas resguardadas, campos de cultivo importantes ni fuentes de agua delicadas, mostrando así que se toma muy en serio cuidar la naturaleza y sus bienes. Que se cumpla con las normas ambientales y territoriales no solo agiliza los trámites para conseguir las licencias y autorizaciones, sino que además baja mucho el riesgo de que organizaciones ecologistas o vecinos de la zona pongan reparos.

En la zona que se escogió, el alcance de las tareas realizadas calza perfecta con la logística y la industria. Esta armonía natural es fundamental, porque así es más fácil conseguir los permisos que se necesitan y es menos probable que surjan problemas sociales o ambientales por no ser adecuado el uso del suelo. El centro de logística se adapta sin problemas al ambiente industrial y comercial que ya existe, promoviendo una convivencia que se pueda mantener a largo plazo.

### ➤ **Condiciones topográficas**

La topografía muestra desniveles suaves (5-10%), una característica que resulta ser muy ventajosa y casi perfecta para levantar un centro logístico grande. Estas laderas son una bendición, ya que abaratan mucho los costos de mover tierra, pues se necesita menos trabajo de excavar, cortar, rellenar y hacer terrazas complicadas. Esto no solo acelera la puesta a punto del terreno, sino que también baja los gastos de edificación y el daño al medio ambiente por andar moviendo montones de material.

Aparte del ahorro que implican, estas pendientes ayudan a que el agua de lluvia se escurra de manera natural. Esto es clave para un centro de logística, ya que disminuye bastante el peligro de que se inunde la zona y de que el agua se quede estancada, algo que podría afectar el trabajo y estropear las instalaciones o la mercancía. Al ser fácil manejar el agua de lluvia, se simplifica cómo diseñar los sistemas de drenaje y se ayuda a que el complejo sea sostenible y funcione bien por mucho tiempo.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- El estudio desarrolló un esquema metodológico sólido, fusionando datos geoespaciales, criterios técnicos y ambientales. Así, se pudo valorar integralmente los elementos que influyen en la ubicación del centro logístico regional en Guayas. Esta perspectiva completa asegura que las determinaciones adoptadas no solo atiendan a las exigencias operativas, sino que también impulsen la durabilidad y la fortaleza del territorio.
- Enfrentarse a los desafíos que plantea la planificación del territorio se volvió mucho más sencillo mediante la utilización de los sistemas de información geográfica (SIG) junto con el análisis de múltiples criterios. Por ende, logró hacerse más fácil identificar áreas que cumplieren los requisitos de proximidad, protección, viabilidad técnica y de conciencia ambiental. Esto enfatiza el relevante papel de la tecnología geoespacial, en el apoyo para la toma de decisiones críticas para el desarrollo de la región.
- Para encontrar la ubicación perfecta, se consideró la disminución de los riesgos ambientales, la protección de los ecosistemas sensibles y el cumplimiento de las leyes de uso del suelo. Con esto, se impulsa un desarrollo logístico que equilibra la rentabilidad económica con el compromiso con el bienestar social y ecológico, lo cual está en sintonía con los principios del ordenamiento territorial sostenible.
- Los resultados obtenidos proporcionan una herramienta que puede ser replicado y adaptado para futuras iniciativas de ubicación de infraestructuras en otros espacios, de tal forma que se genera un marco metodológico a seguir para planificar y gestionar eficazmente el territorio. Este carácter replicable, refuerza la capacidad institucional para dar respuesta a situaciones logísticas y urbanísticas en contextos cambiantes y variables.

## Recomendaciones

- Se recomienda replicar este enfoque multicriterio con SIG para futuras decisiones de localización de infraestructuras estratégicas en la provincia y otras regiones, ya que permite integrar múltiples variables y visualizar escenarios de manera clara.
- Es fundamental mantener actualizadas las capas de información geográfica (vías, riesgos, uso de suelo, áreas protegidas) para asegurar que futuros análisis reflejen la realidad territorial y normativa vigente.
- Se recomienda poner en marcha una vigilancia continua de los peligros para el medio ambiente (crecidas de agua, desgaste del suelo, crecimiento de la ciudad) en el área elegida, para así poder reaccionar a tiempo si el entorno cambia de repente.
- Es clave escoger espacios que funcionen bien ahora, pero que también dejen margen para agrandar el centro de logística más adelante, pensando en que la necesidad crecerá y las vías de transporte se modernizarán.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Asamblea Nacional del Ecuador.* (2008). Obtenido de <https://site.inpc.gob.ec/pdfs/lotaip2020/REGLAMENTO%20AL%20CODIGO%20ORGANICO%20DEL%20AMBIENTE.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador.* (2012). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>
- Asamblea Nacional del Ecuador.* (22 de Septiembre de 2014). Obtenido de <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Org%CA1nica-de-Recursos-H%C3%ADdricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Autoridad Portuaria de Guayaquil.* (2023). Obtenido de <http://www.puertodeguayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/06/InformeArriendo.pdf>
- Capacity4dev. (27 de Enero de 2025). *European Union.* Obtenido de [https://capacity4dev.europa.eu/groups/evaluation\\_guidelines/info/analysis-multicriterio\\_en](https://capacity4dev.europa.eu/groups/evaluation_guidelines/info/analysis-multicriterio_en)
- Editorial Grupo AEA.* (2024). Obtenido de <https://www.editorialgrupo-aea.com/index.php/EditorialGrupoAEA/catalog/book/93>
- ESRI.* (2023). Obtenido de ESRI: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/conversion/polygon-to-raster.htm>
- FAO.* (2018). Obtenido de <https://www.fao.org/3/i8479en/I8479EN.pdf>
- GEASIG.* (15 de Agosto de 2022). Obtenido de <https://geasig.com/union-de-raster-con-qgis/>
- GIS & Beers.* (18 de noviembre de 2018). Obtenido de GIS & Beers: <http://www.gisandbeers.com/como-definir-el-tamano-de-pixel-mas-adecuado-para-un-raster/>

- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Ambato.* (2021). Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2021-05/PLAN-ORDENAMIENTO-TERRITORIAL-AMBATO.pdf>
- Gobierno de Quito.* (2024). Obtenido de [https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/rtau\\_tomo2-edificabilidad.pdf](https://gobiernoabierto.quito.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/rtau_tomo2-edificabilidad.pdf)
- IDE Santa Fe.* (2020). Obtenido de [https://www.santafe.gob.ar/idesf/geoportal/recursos/documentos/geotutoriales/IDESF\\_QGIS\\_unir\\_capas\\_vectoriales.pdf](https://www.santafe.gob.ar/idesf/geoportal/recursos/documentos/geotutoriales/IDESF_QGIS_unir_capas_vectoriales.pdf)
- IGM.* (2015). Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/nextcloud/index.php/s/q9nQQ323PEYW8fT/download>
- IGM.* (2022). Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).* (2019). Obtenido de <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/download/26474/28219/78112>
- ISO.* (2018). Obtenido de <https://www.iso.org/standard/68498.html>
- Loaiza Espinoza, M. M. (2022). Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/download/3635/5493/>
- MIDUVI. (2015). *Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.* Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería.* (27 de 08 de 2021). Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/4f7e118f-0439-42bf-ab62-f0e7c842a379>
- Ministerio de Energía y Minas.* (2018). Obtenido de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_RAHOE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_RAHOE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf)

*Ministerio de Transporte y Obras Publicas.* (2017). Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP\\_5\\_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_5_LEY-DE-INFRAESTRUCTURA.pdf)

*Ministerio de Transporte y Obras Publicas.* (2017). Obtenido de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP\\_8\\_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/10/LOTAIP_8_REGLAMENTO-LEY-ORGANICA-SISTEMA-INFRAESTRUCTURA-VIAL-DEL-TRANSPORTE.pdf)

*Ministerio del Ambiente.* (2018). Obtenido de [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)

*Ministerio del Ambiente del Ecuador.* (2015). Obtenido de <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/figempa/v6n2/2602-8484-figempa-06-02-00036.pdf>

*Ministerio del Ambiente del Ecuador.* (2018). Obtenido de [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)

*Ministerio del Ambiente del Ecuador.* (2024). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/02/REGLAMENTO-AL-CODIGO-ORGANICO-DEL-AMBIENTE.pdf>

*Ministerio del Ambiente y Agua.* (2014). Obtenido de <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/02/04-Manual-para-la-Gesti%C3%B3n-Operativa-de-las-%C3%81reas-Protegidas-de-Ecuador.pdf>

*Ministerio del Ambiente y Agua.* (2018). Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018->

09/Documento\_Procedimientos-Declaraci%C3%B3n-y-Gesti%C3%B3n-  
%C3%81reas-Protegidas-Subsistemas.pdf

*Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica.* (2023). Obtenido de

<https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Participacion%20Social%20antiguo/2022%20EIA%20Grafimpac%20S.A.%20C.pdf>

*QGIS Documentation.* (2010). Obtenido de

[https://docs.qgis.org/2.0/es/docs/training\\_manual/vector\\_analysis/spatial\\_statistics.html](https://docs.qgis.org/2.0/es/docs/training_manual/vector_analysis/spatial_statistics.html)

*QGIS Documentation.* (2016). Obtenido de

[https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user\\_manual/managing\\_data\\_source\\_supported\\_data.html](https://docs.qgis.org/latest/en/docs/user_manual/managing_data_source_supported_data.html)

*Revista Espacios.* (2021). Obtenido de

<https://www.revistaespacios.com/a21v42n06/a21v42n06p04.pdf>

*Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo.* (2019). Obtenido de

<https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/09/Caja-de-herramientas-Riesgos.pdf>

*Sistema Nacional de información.* (s.f.). Obtenido de

<https://pdot.sni.gob.ec/inicio/ric/>

*Sistema Nacional de información.* (2022). Obtenido de

<https://pdot.sni.gob.ec/wp-content/uploads/2023/08/Organizacion-Territorial-del-EstadoCONALIMDG.rar>

*Sku Logística.* (s.f.). Obtenido de Sku Logística:

<https://skulogistics.com/ubicacion-centros-de-distribucion/>

*Slimstock.* (2025). Obtenido de <https://www.slimstock.com/es/blog/hub-logistico/>

UNAM. (2003). *Universidad Nacional Autónoma de México.* Obtenido de

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/99/6/A6.pdf>

UNECE. (2021). Obtenido de <https://unece.org/sites/default/files/2021-01/ECE-TRANS-282e.pdf>

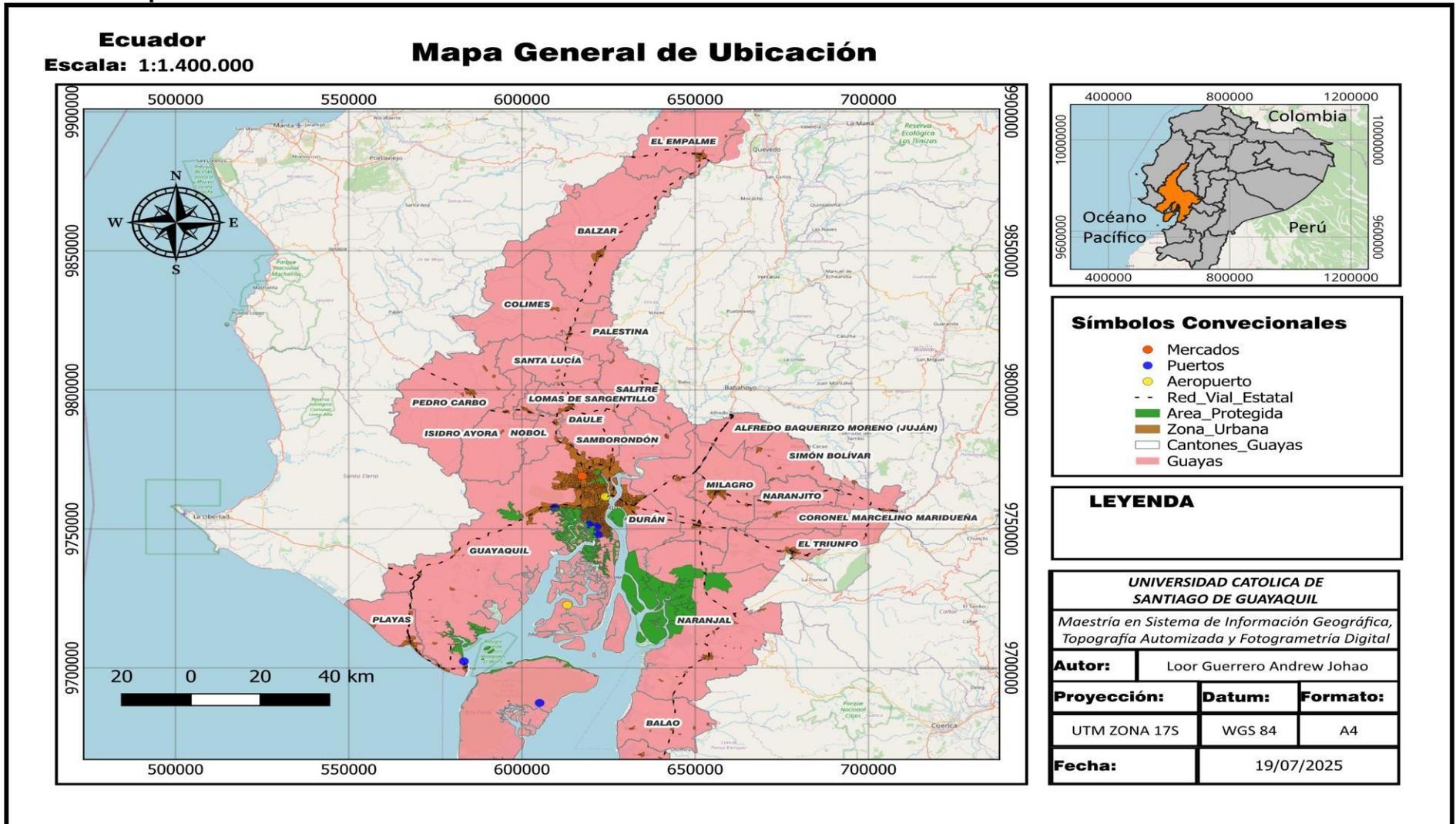
*Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. (s.f.). Obtenido de [https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano\\_hg/cap3.PDF](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/toskano_hg/cap3.PDF)

Velasco, R. (5 de septiembre de 2022). *Sodisa*. Obtenido de Sodisa: <https://sodisa.com/como-decidir-donde-ubicar-el-cedis/>

Yepes, V. (15 de febrero de 2022). *Universidad Politecnica de Valencia*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/02/15/calculo-de-la-consistencia-y-el-vector-propio-en-ahp/>

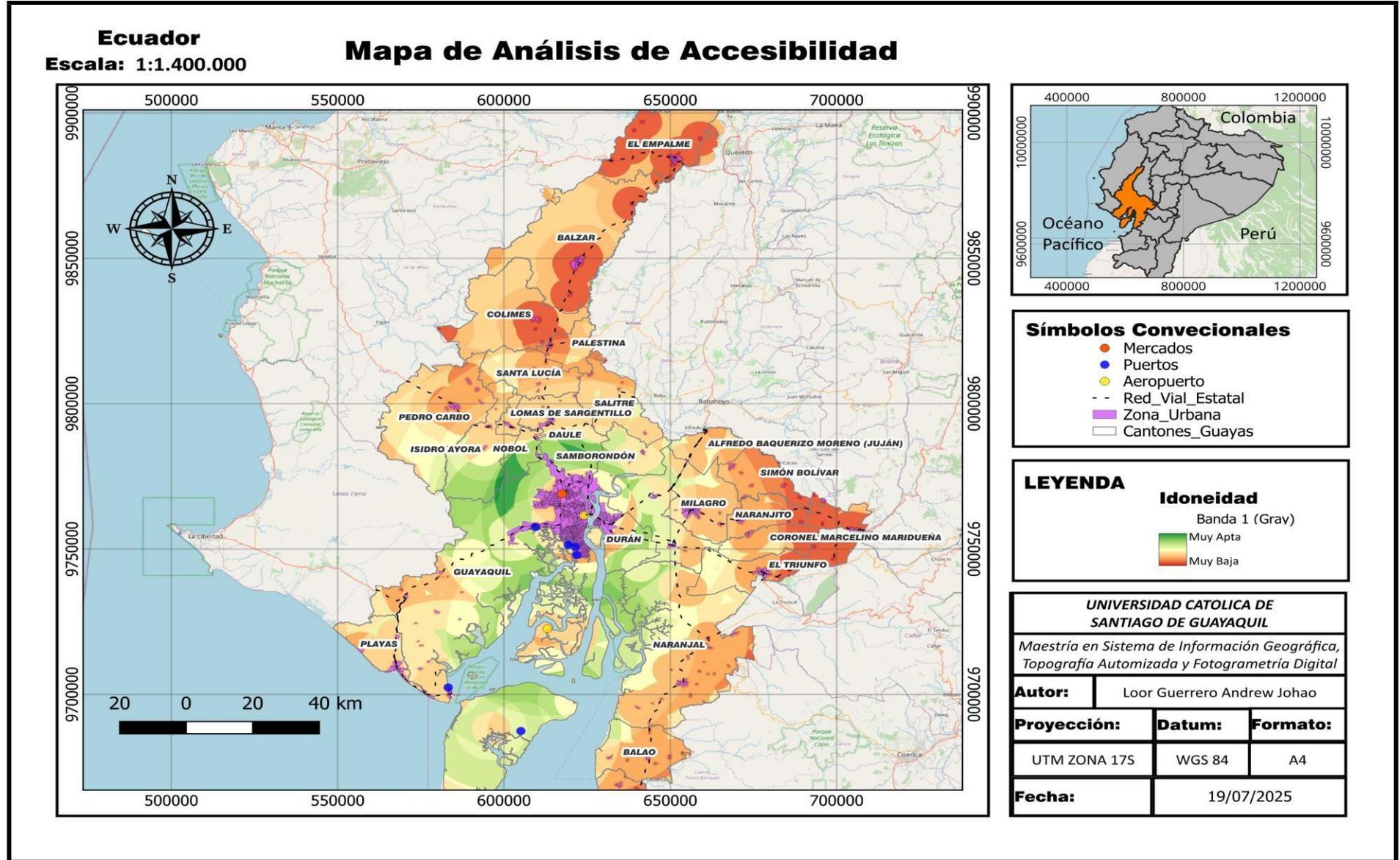
# ANEXOS

Anexo 1: Mapa General de Ubicación



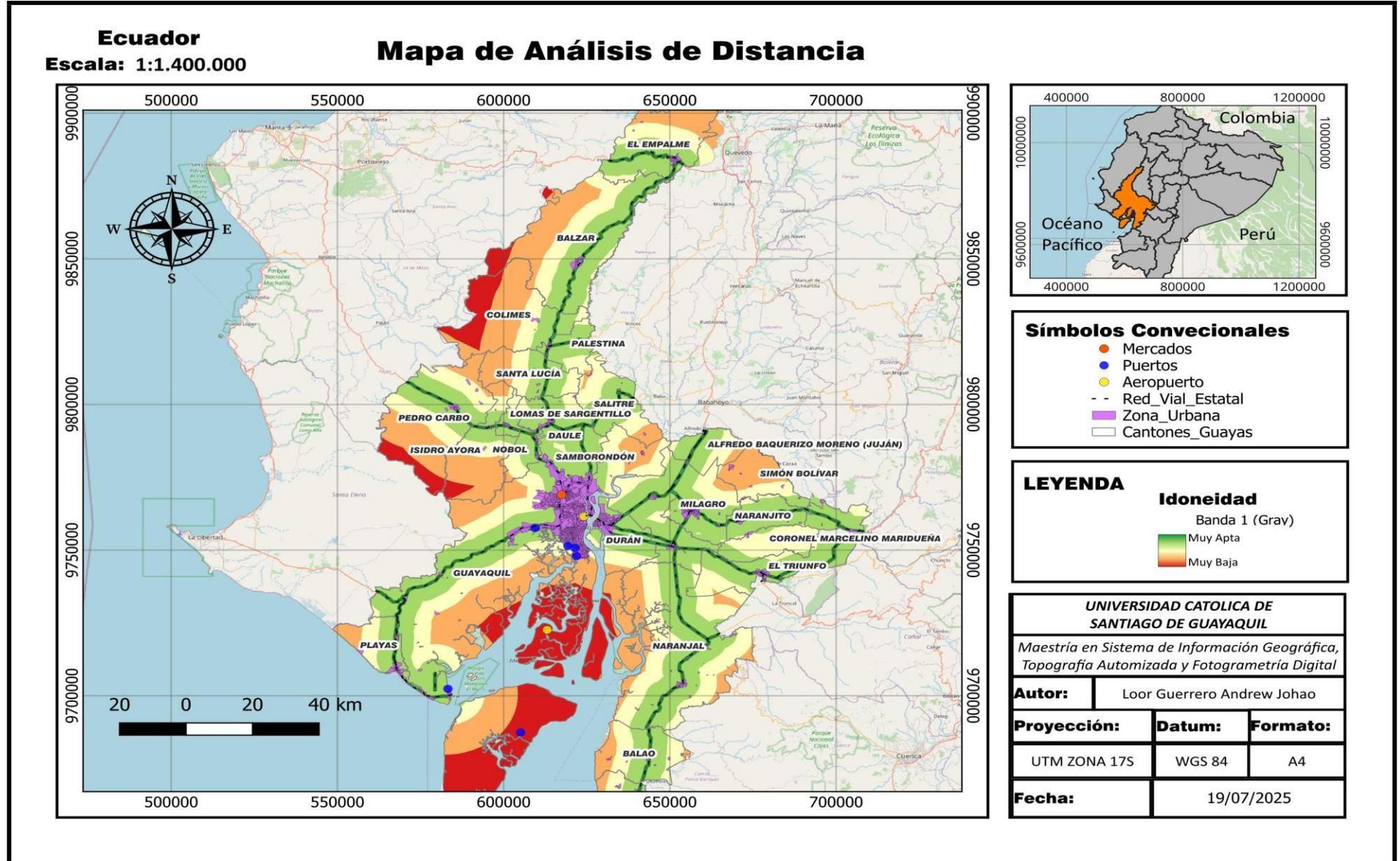
Autor: Andrew Loor G.

Anexo 2: Mapa de Análisis de Accesibilidad



Autor: Andrew Loor G.

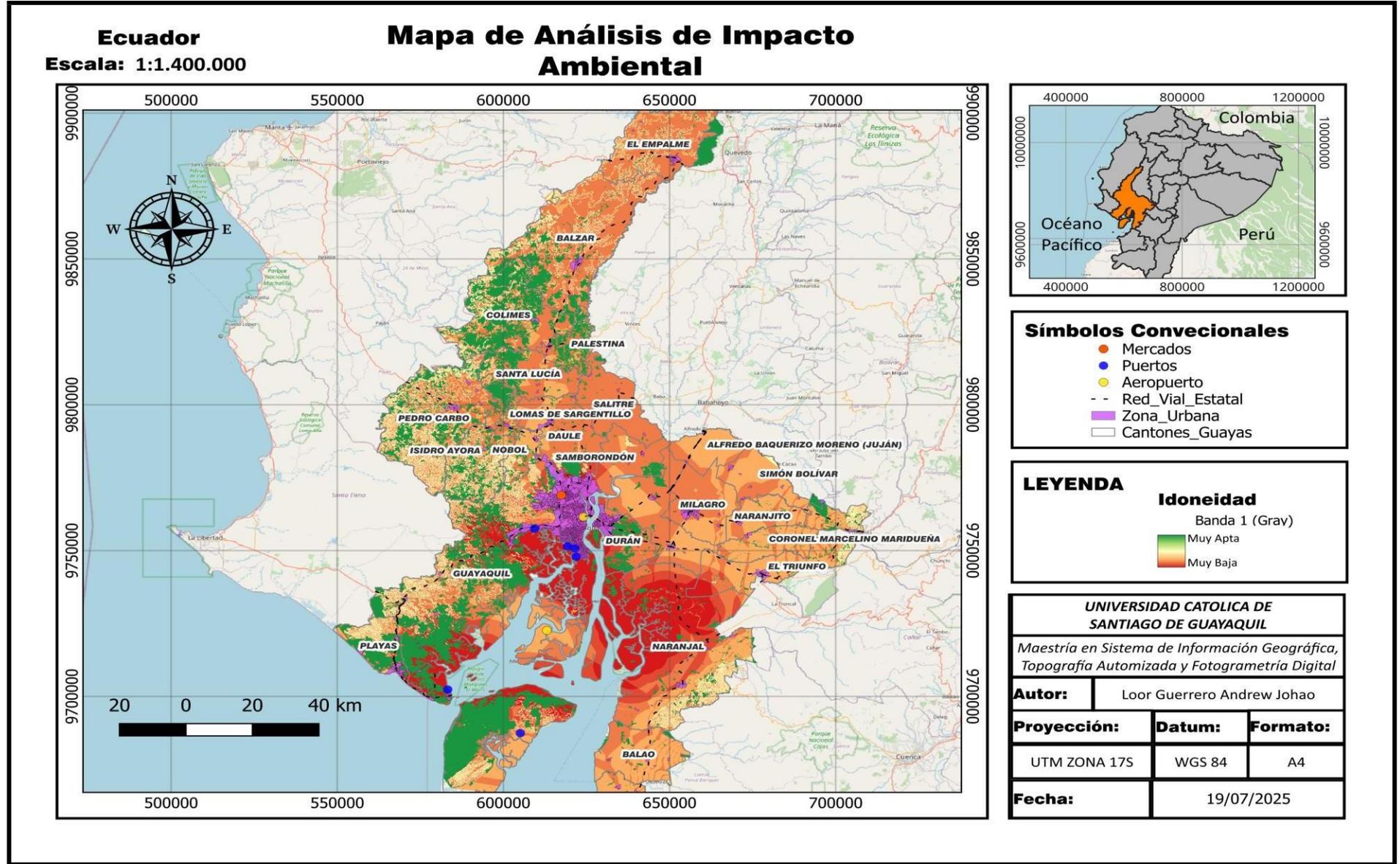
Anexo 3: Mapa de Análisis de Distancia



Autor: Andrew Loor G.

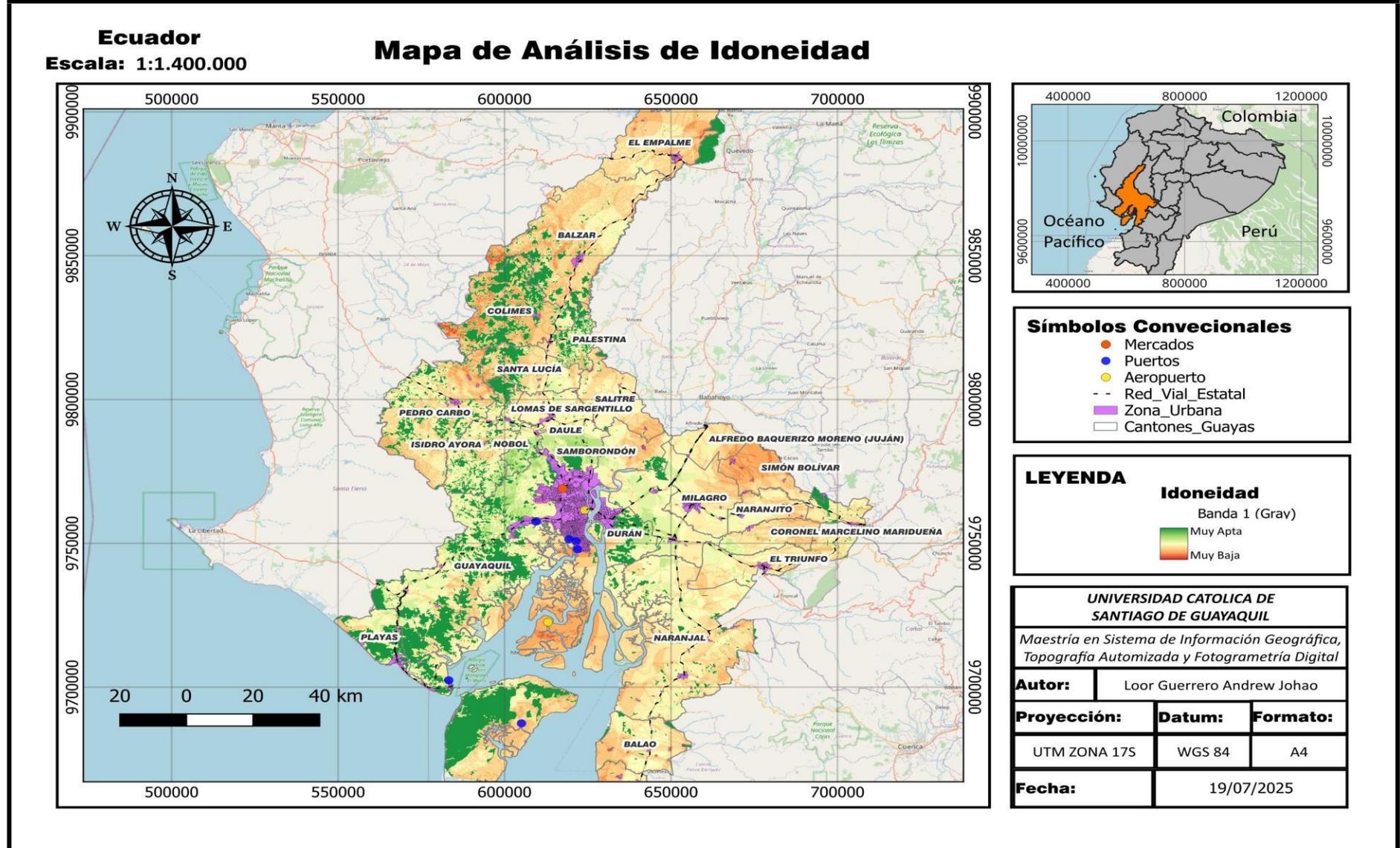


Anexo 5: Mapa de Análisis de Impacto Ambiental



Autor: Andrew Loor G.

Anexo 6: Mapa de Análisis de Idoneidad



Autor: Andrew Loor G.



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Andrew Johao Loor Guerrero, con C.C: # 0953459195 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, 26 de Julio de 2025



Firmado electrónicamente por:  
**ANDREW JOHAO LOOR  
GUERRERO**

Validar únicamente con FirmaEC

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

Nombre: Andrew Johao Loor Guerrero

C.C: 0953459195



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

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

|  |  |                        |    |
|--|--|------------------------|----|
| <b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>                           | Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional utilizando sistemas de información geográfica (SIG) |                        |    |
| <b>AUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres):             | Andrew Johao Loor Guerrero   |                        |    |
| <b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b><br>(apellidos/nombres): | Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.   |                        |    |
| <b>INSTITUCIÓN:</b>                                  | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil  |                        |    |
| <b>UNIDAD/FACULTAD:</b>                              | Sistema de Posgrado  |                        |    |
| <b>MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:</b>                        | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital  |                        |    |
| <b>GRADO OBTENIDO:</b>                               | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital  |                        |    |
| <b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>                         | 26/07/2025   | <b>No. DE PÁGINAS:</b> | 72 |
| <b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>                              | Sistemas de Información Geográfica (SIG), Métodos de Análisis Multicriterio (AMC)  |                        |    |
| <b>PALABRAS CLAVES/<br/>KEYWORDS:</b>                | Infraestructura logística, centros logísticos, datos geográficos   |                        |    |

#### RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

Hoy en día, la provincia del Guayas, conocida como el núcleo logístico y comercial más importante de Ecuador, se enfrenta a una serie de retos que ponen en riesgo la eficacia y la viabilidad de su sistema de distribución de productos y servicios. El incremento constante de la demanda, el crecimiento urbano y la consolidación de Guayas como núcleo central de la economía del país han ejercido una presión significativa sobre la infraestructura logística actual, poniendo de manifiesto problemas como la saturación de vías, la exposición a peligros medioambientales (principalmente inundaciones), el deterioro ambiental y el aumento de los gastos operativos vinculados al transporte y almacenaje.

|                                     |   |   |
|-------------------------------------|---|---|
| <b>ADJUNTO PDF:</b>                 | <input checked="" type="checkbox"/> SI  | <input type="checkbox"/> NO   |
| <b>CONTACTO CON AUTORES:</b>        | <b>Teléfono:</b> +593-3-9511139   | E-mail: <a href="mailto:andrew.loor@cu.ucsg.edu.ec">andrew.loor@cu.ucsg.edu.ec</a> / <a href="mailto:johaol98@gmail.com">johaol98@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> |   |

#### SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

|   |  |
|---|--|
| <b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b> |  |
| <b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>              |  |
| <b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>   |  |