

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

TEMA TRABAJO DE TITULACIÓN:

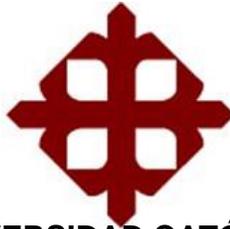
Determinación de la ubicación óptima de un centro logístico camaronero mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica en la provincia del Guayas

AUTOR(A):

Aldaz Zurita Natasha Fernanda

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

**Guayaquil, Ecuador
2025**



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por la Ingeniera Natasha Fernanda Aldaz Zurita, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

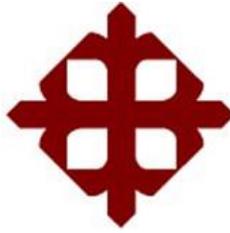
REVISOR

Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs.

Guayaquil, a los 25 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, **Natasha Fernanda Aldaz Zurita**

DECLARO QUE:

El trabajo **Determinación de la ubicación óptima de un centro logístico camaronero mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica en la provincia del Guayas** previa a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**, ha sido desarrollado con 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.

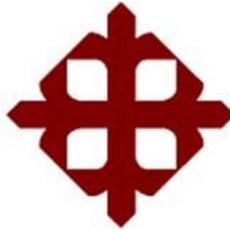
En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de investigación del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 25 del mes de julio del año 2025

EL AUTOR



Natasha Fernanda Aldaz Zurita



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Natasha Fernanda Aldaz Zurita**

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: **Determinación de la ubicación óptima de un centro logístico camaronero mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica en la provincia del Guayas**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 del mes de julio del año 2025

AUTOR:



Firmado electrónicamente por:
**NATASHA FERNANDA
ALDAZ ZURITA**

Validar únicamente con FimaEC

Natasha Fernanda Aldaz Zurita



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

REPORTE COMPILATIO

| | | |
|--|---|--|
|  | INFORME DE ANÁLISIS <i>magister</i> | <p style="font-size: 1.2em; margin: 0;">ALDAZ_ZURITA_NATASHA_FERNANDA</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p style="font-size: 1.5em; color: green; margin: 0;">8%</p> <p style="font-size: 0.8em; margin: 0;">Textos sospechosos</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="font-size: 0.8em;"> <p>0% Similitudes 0% similitudes entre comillas 0% entre las fuentes mencionadas</p> <p>0% Idiomas no reconocidos (ignorado)</p> <p>8% Textos potencialmente generados por la IA</p> </div> </div> |
| <p>Nombre del documento: ALDAZ_ZURITA_NATASHA_FERNANDA.pdf ID del documento: a585024c0930b498d8c10f603ac49ff8b7e2e51f Tamaño del documento original: 2,07 MB</p> | <p>Depositante: Neptali Armando Echeverria Llumipanta Fecha de depósito: 24/7/2025 Tipo de carga: interface fecha de fin de análisis: 24/7/2025</p> | <p>Número de palabras: 4686 Número de caracteres: 32.584</p> |

Ubicación de las similitudes en el documento:

☰ Fuentes de similitudes

AGRADECIMIENTO

En la culminación de este significativo proyecto de maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y fotogrametría Digital, extendiendo mi más profundo agradecimiento a quienes hicieron posible la materialización de este trabajo.

Mi gratitud especial y sincera va dirigida al Ing. Armando Echeverría Mgs., mi tutor y revisor. Su invaluable guía, su paciencia infinita y su compromiso inquebrantable fueron pilares fundamentales para el desarrollo y éxito de esta investigación. Sus conocimientos, su claridad y su dedicación no solo enriquecieron mi entendimiento, sino que también me inspiraron a superar cada desafío.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, le agradezco por haberme brindado la oportunidad de crecer académica y profesionalmente en sus aulas, proporcionando los recursos y el entorno necesarios para la realización de este estudio.

Natasha Fernanda Aldaz Zurita

DEDICATORIA

A ustedes, Mateo G. y Camila G, mis amados hijos, la razón de cada esfuerzo y la inspiración de cada amanecer. Que este logro les recuerde que, con perseverancia y amor, los sueños se construyen. Son mi motor, mi alegría y la fuerza que me impulsa a ser mejor cada día.

A ti, Renato García, mi amado esposo, por tu incondicional apoyo, tu comprensión infinita y tu amor constante. Has sido mi refugio en los momentos de incertidumbre y mi mayor animador en cada etapa de este camino. Tu paciencia y tu creencia en mí hicieron posible este sueño.

Y de manera muy especial, a mis queridos padres, Mercy Zurita y Fernando Aldaz. Por su amor eterno, por sus sacrificios silenciosos, por cada enseñanza y por la fe inquebrantable que siempre depositaron en mí. Este logro es también suyo, el fruto de sus valores y de una vida dedicada a mi bienestar. Gracias por ser mis raíces y mi ejemplo.

Natasha Fernanda Aldaz Zurita

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen | X |
| Introducción | 1 |
| Problemática | 2 |
| Objetivos | 3 |
| Objetivo General | 3 |
| Objetivos Específicos | 3 |
| CAPÍTULO I: Marco Teórico y Referencial | 4 |
| 1. Fundamentos del análisis multicriterio | 4 |
| 2. Principio del uso de SIG en planificación territorial..... | 4 |
| 3. Conceptos clave..... | 5 |
| 4. Estudios relacionados a la investigación | 6 |
| CAPÍTULO II: Metodología | 7 |
| 1. Recopilación y procesamiento de datos | 8 |
| 2. Herramientas utilizadas (Qgis, GEE)..... | 9 |
| 3. Construcción del modelo multicriterio | 10 |
| 4. Procesos de análisis espacial | 13 |
| 5. Generación de mapas temáticos y de idoneidad | 18 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS..... | 19 |
| 1. Mapas temáticos generados:..... | 19 |
| 2. Mapa de idoneidad final (resultado del análisis multicriterio) | 22 |
| 3. Análisis de la ubicación recomendada | 23 |
| 4. Evaluación técnica y justificación del sitio óptimo..... | 25 |

| | |
|---|----|
| CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 29 |
| Conclusiones..... | 29 |
| Recomendaciones..... | 30 |
| Bibliografía | 31 |
| ANEXOS | 36 |

Resumen

La provincial del Guayas concentra una de las mayores densidades camaroneras del Ecuador, lo que exige una infraestructura logística eficiente y adaptada al contexto territorial y ambiental. Actualmente el sistema logístico enfrenta limitaciones estructurales: saturación de vías, dispersión geográfica de la producción, inseguridad creciente y vulnerabilidad frente a amenazas naturales. Frente a esta situación, el presente estudio propone que la planificación de un centro logístico regional podría mejorar la eficiencia de la cadena de distribución camaronera.

Para cumplir con el objetivo de este caso de estudio se propuso un modelo multicriterio utilizando Qgis y GEE, entornos SIG que permitieron integrar variables o factores importantes: vías, la topografía, cercanía a zonas protegidas o de sensibilidad ambiental, red hídrica, centros poblados y como factor antrópico amenaza a inundación.

De acuerdo con el método de análisis multicriterio se asignó peso de ponderación para cada variable permitiendo obtener un índice de idoneidad espacial y un mapa en la cual se muestra las mejores zonas para ubicar el centro logístico.

Como resultado final se pudo obtener zonas con alta y muy alta idoneidad especialmente en cantones de Balao, Tenguel y Naranjal. La precisión y validación del modelo resultante se confirmó al observar una coincidencia áreas con el registro oficial de granjas camaroneras realizado en el 2019.

En este caso práctico se concluye que integrar metodologías de análisis multicriterio con entornos SIG se convierte en una herramienta eficaz tanto para la planificación como para la toma de decisiones desde el punto de vista logístico para la construcción o identificación de sectores estratégicos. A demás como un plus agregado a este análisis incorpora un factor importante como la seguridad, considerando que es una de las provincias con índices delictivos en aumento que sirven para determinar zonas adecuadas para la construcción de este y cualquier tipo de infraestructura.

Introducción

La provincia del Guayas actualmente considerada columna vertebral de la industria camaronera del Ecuador, enfrenta como desafíos optimizar los costos de su cadena de suministro ante escenarios de crecimiento sostenido en la producción, logística y transporte. Al ser esta una actividad considerada como uno de los principales pilares económicos del país requiere una logística eficiente que garantice el manejo, transporte y exportación de productos en condiciones óptimas y competitivas (Cámara Nacional de Acuacultura, 2023).

Sin embargo, la dispersión geográfica de las camaroneras, la presión creciente sobre infraestructura existente y los riesgos ambientales como inundaciones o afectaciones a ecosistemas sensibles, complican la operatividad del sistema logístico, sumado a esto los elevados costos un incremento cercano al 24% en comparación 2021, debido al alza del diésel, materias primas para alimentos y gastos en seguridad y vigilancia, los cuales fueron concebidos bajo una lógica económica distinta y ya no responden adecuadamente a las exigencias del sector (Ocean Treasure , 2025).

En este contexto, es necesario contar con una planificación territorial estratégica que permita identificar nuevas zonas aptas para la instalación de un centro logístico regional. Para ello, esta investigación propone la aplicación de un análisis multicriterio realizado mediante herramientas de Sistemas de Información Geográfica como QGIS y Google Earth Engine. Por ello se integrarán variables espaciales clave como accesibilidad, centros poblados, áreas protegidas, red hidrográfica, las condiciones de la topografía y las áreas susceptibles a inundación (Malczewski, 2006).

Con este caso de estudio a través de generación de los mapas y el modelo de idoneidad espacial, sirve como punto de partida técnica para que tanto las autoridades como el grupo empresarial del sector productivo cuente con una base robusta para la toma de decisiones estratégicas y planificadas. Considerando que el fin de este estudio busca optimizar los costos operativos disminuir los tiempos de distribución y prevenir los riesgos, todo ello de la mano con las necesidades de industria camaronera del Guayas.

Problemática

La industria camaronera representa uno de los sectores estratégicos más importantes de la economía ecuatoriana. Solo en 2022, el camarón se consolidó como el principal producto de exportación no petrolero del país, generando más de USD 7.000 millones y sosteniendo aproximadamente 290.000 empleos directos e indirectos (Cámara Nacional de Acuacultura, 2023). Sin embargo, esta actividad enfrenta múltiples desafíos estructurales que afectan su competitividad y sostenibilidad operativa, particularmente en lo que respecta a la logística de distribución y exportación.

Uno de los problemas más críticos es el incremento sostenido de los costos de producción y transporte. Según datos de la Cámara Nacional de Acuacultura, el costo por libra de camarón se ha encarecido en más de un 24% debido al aumento de precios de diésel que a finales del año 2022 aumento a 16 centavos el precio por libra impactando el 82 % de la superficie camaronera lo que conlleva a requerir más servicios de seguridad para contrarrestar el incremento de los índices delincuenciales en las zonas productivas. A esta situación se suma el incremento de los precios de las materias primas que comparado al 2019 el trigo subió significativamente en un 71% la pasta de soya 45%, el aceite de pescado 105% y la harina de pescado un 24%, esto hizo que se incremente el costo de producción del alimento balanceado, uno de los principales rubros para los productos camaroneros, que representaba el 55% del costo total de producción (Cámara Nacional de Acuacultura, 2023).

Además, la infraestructura logística actual, puertos, vías primarias, secundarias, centros de acopio y procesamiento, presenta signos evidentes de saturación y obsolescencia. Muchos de los centros logísticos existentes fueron diseñados sin considerar el crecimiento exponencial del sector ni los riesgos ambientales recurrentes como inundaciones, erosión costera o afectación a manglares (Forbes, 2024). Esta falta de criterio técnico para la localización de la infraestructura sumado al crecimiento territorial exponencial provoca cuellos de botella en el transporte y con ello demoras en la distribución y mayores pérdidas por deterioro de la mercancía o interrupción de rutas críticas.

En términos territoriales la dispersión de las fincas camaroneras en la provincia una zona con alta densidad de humedales, estuarios y áreas ambientales frágiles exige una logística altamente eficiente que reduzca la distancia entre zonas de producción, procesamiento y exportación. Sin una planificación adecuada estas

distancias se traducen en ineficiencias logísticas, mayor huella ambiental y pérdida de competitividad (Crespo, Aguirre, & Chiriboga, 2016).

Ante esta situación es necesario e importante incorporar herramientas que faciliten la toma de decisiones basados en datos y estudios concretos en el ámbito de la planificación territorial lo cual demanda integrar criterios espaciales, ambientales, económicos, de accesibilidad, así como riesgos naturales y antrópicos considerando la dinámica cambiante de la población. Para ello la combinación de los SIG y los análisis multicriterio se convierte en una estrategia eficaz para determinar áreas o sitios seguros que minimicen riesgos y maximicen la eficiencia operativa.

Objetivos

Objetivo General

Determinar la ubicación óptima para un centro logístico regional orientado a la industria camaronera en la provincia del Guayas, mediante el análisis multicriterio.

Objetivos Específicos

- Recopilar, procesar e integrar capas geográficas relevantes para el análisis de localización.
- Aplicar técnicas de análisis espacial en QGIS y GEE.
- Desarrollar un modelo de análisis multicriterio que permitan ponderar y combinar las variables de idoneidad, identificando las áreas con mayor potencial para establecer un centro logístico.
- Generar mapa de idoneidad final que represente los resultados del análisis y la ubicación recomendada.
- Proponer una justificación técnica para la ubicación seleccionada basada en el análisis espacial.

CAPÍTULO I: Marco Teórico y Referencial

Este capítulo sienta las bases conceptuales y contextuales del estudio, explicando los principios subyacentes y revisando los trabajos previos relevantes.

1. Fundamentos del análisis multicriterio

El análisis multicriterio es una metodología para la toma de decisiones que facilita evaluar diversos factores muchas de las veces contradictorios cuando se analiza problemas complejos. En el contexto territorial esta técnica facilita la priorización de áreas o espacios geográficos considerando una serie de variables que pueden ser integrada tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos (Malczewski, 2010, pág. 91).

Su principal fortaleza radica en su capacidad para representar escenarios de decisión que no pueden resolverse mediante modelos univariantes. En la planificación de infraestructura, el AMC permite ponderar simultáneamente criterios como accesibilidad, restricciones ambientales, topografía, amenaza naturales o sociales. En este estudio se aplicó la variante jerárquica del AMC; el Proceso Analítico Jerárquico AHP, que permite derivar pesos relativos para cada criterio con base en comparaciones por pares.

2. Principio del uso de SIG en planificación territorial

Los sistemas de información geográfica constituyen una herramienta clave para la toma de decisiones espaciales informadas. En el ámbito de la planificación territorial, los SIG permiten integrar bases de datos georreferenciadas, modelar fenómenos espaciales y generar escenarios prospectivos (Longley, 2015). En este estudio se utilizaron dos plataformas clave QGIS como entorno de análisis vectorial y raster y Google Earth Engine para el procesamiento multitemporal en la nube.

Los diversos sistemas de información geográfica son entornos en los cuales no solo se visualiza los resultados del procesamiento, también nos permiten realizar tareas complejas, automatizadas e integrar diversa cantidad de información en capas temáticas. Sin embargo, la calidad de los resultados no solo depende de la información que se disponga si no también de la calidad de los mismo en cuanto a la resolución de los recursos, la calidad con la que ha sido capturado la información y su actualización.

3. Conceptos clave

a) Logística regional

Se refiere a la organización territorial eficiente del flujo de bienes, productos, información y recursos dentro de un territorio determinado. En el caso del sector camaronero, abarca el transporte desde fincas hasta centros de acopio, congelamiento, exportación y distribución (Ballou, 2004). La logística regional eficiente reduce costos y tiempos, incrementa competitividad y mejora resiliencia ante disrupciones.

b) Accesibilidad

La accesibilidad se define como la facilidad con la que se puede llegar a un lugar desde diferentes puntos del territorio. En el análisis espacial, se mide comúnmente mediante la distancia euclidianas o tiempos de viaje hacia infraestructuras clave como vías principales, puertos, centros de consumo o producción (Geurs, 2004). Es un criterio fundamental en la localización de infraestructuras logísticas.

c) Riesgos naturales

Las amenazas naturales como inundaciones, erosión, deslizamientos, terremotos, incendios entre otros, constituyen riesgos directos a la infraestructura y operatividad logística. Incorporar mapas de amenazas permite excluir zonas vulnerables y asegurar la sostenibilidad del centro logístico en el tiempo (CEPAL, 2014).

d) Impacto ambiental

La planificación de infraestructuras debe minimizar el impacto sobre ecosistemas frágiles, especialmente en zonas costeras como le Guayas, donde existen manglares, humedales y estuarios.

En los estudios de impacto ambiental contar con los análisis multicriterio resulta importante ya que permite incluir o excluir áreas de acuerdo al análisis del grupo investigador o al enfoque del proyecto, manteniendo los principios de desarrollo sostenible.

e) Delincuencia organizada

La inseguridad es una de las amenazas antrópicas sociales que ha tenido un incremento constante en el país, debido a esta problemática en el 2019 la inseguridad tuvo un impacto en la industria camaronera de 60 millones de dólares aproximadamente, el valor de estas pérdidas registradas se atribuye a la actividad delincinencial principal a las pérdidas por robo y asalto de producto camaronero, seguido de las pérdidas por robo de alimento balanceado, insumos, equipos, embarcaciones y motores (Cámara Nacional de Acuicultura, 2020). Incorporar esta dimensión al análisis espacial permite evitar ubicaciones vulnerables a delitos, aunque se requiere cautela metodológica por su naturaleza dinámica y difícil georreferenciación precisa.

4. Estudios relacionados a la investigación

La utilización de metodologías como el análisis multicriterio se ha convertido en una técnica importante en muchas investigaciones de diversos campos, debido que al integrarla con los sistemas de información geográfica nos ofrece un abanico de oportunidades en lo ambiental, civil, planificación, gestión de riesgos, preparación para la respuesta, económico y otras infraestructuras importantes. Por ejemplo:

1. (Rikalovic, Cosic, & Lazarevic, 2014) emplearon una serie de factores tanto de infraestructura, accesibilidad, ocupación y uso de suelo, mediante la técnica de multicriterio para determinar los sitios óptimos que servirán como centros logísticos en lugares de Palestina.
2. (Bello, Cepeda, Cedeño, Burgos, & Cristian, 2025) identificaron zonas ideales para la construcción de un relleno sanitario en el cantón Chone, mediante la clasificación y evaluación de 9 criterios ambientales ponderados mediante el Proceso de Jerarquía Analítica.

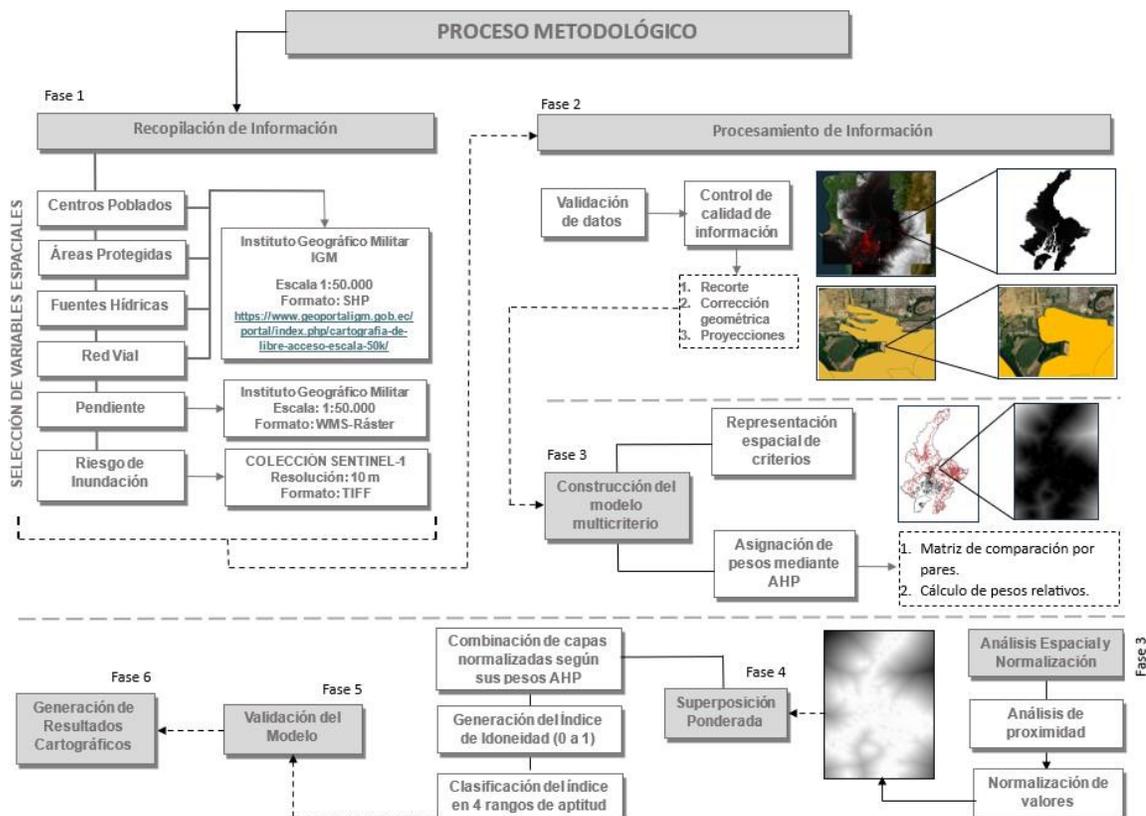
Estas investigaciones explican la utilidad del análisis multicriterio integrados con un SIG como herramienta de apoyo en la planificación territorial, que pueden ser replicadas en otro contexto geográfico o ámbito de estudio considerando que se encuentren respaldadas por una base de datos sólidas.

CAPÍTULO II: Metodología

En este capítulo se describe de manera detallada el proceso de investigación y las técnicas aplicadas para alcanzar los objetivos del estudio.

Esta investigación adopta una metodología basada en un enfoque de análisis espacial aplicado a través de Sistemas de Información Geográfica, combinada con técnicas de evaluación multicriterio, particularmente el Proceso Analítico Jerárquico. El proceso contempla la recopilación, tratamiento, modelado y análisis de variables territoriales relevantes para determinar la localización óptima de un centro logístico regional destinado a la industria camaronera. La integración de herramientas como QGIS y Google Earth Engine permitió optimizar la obtención y análisis de datos geoespaciales actualizados.

El enfoque metodológico se desarrolló bajo una lógica deductiva, iniciando con el planteamiento del problema y su representación espacial, seguido por la definición de variables, asignación de pesos, normalización de capas y elaboración de un mapa a final de idoneidad. El proceso se dividirá en las siguientes fases principales:



1. Recopilación y procesamiento de datos

El proceso previo al desarrollo del análisis multicriterio, se recopilaron diversas capas geoespaciales provenientes de fuentes oficiales y de acceso libre, priorizando información geoespacial confiable y actualizada. Las variables seleccionadas para el estudio se detallan a continuación junto con sus respectivas fuentes:

- Instituto Geográfico Militar (IGM) para red vial, centros poblados, fuentes hídricas, modelos digitales de terreno escala 1:50.000.
- Google Earth Engine para series temporales SAR Sentinel-1 (riesgo de inundación) resolución 10m.
- Ministerio del Interior (información estadística histórica de datos delincuencia).

2. Herramientas utilizadas (Qgis, GEE)

Software QGIS

Las capas vectoriales correspondientes a centros poblados, áreas protegidas, fuentes hídricas y red vial obtenidas del Instituto Geográfico Militar del Ecuador IGM, abarcan todo el territorio nacional, por lo que fue necesario realizar un recorte espacial delimitado por los límites provinciales de Guayas.

Para este procedimiento se utilizó el software QGIS, empleando la herramienta de geoprocetamiento “Cortar”, lo cual permitió conservar únicamente la información correspondiente al área de estudio. Este proceso fue aplicado individualmente a cada capa, como se puede observar en el Anexo 1a.

La capa dependiente fue generada a partir del modelo digital de terreno del instituto geográfico militar cuya cartografía se encuentra disponible a una escala de 1:50.000 en formato WMS con fecha de actualización del 10 de diciembre del 2021.

Una vez descargado los archivos MDE, se verificó que coincidiera con el sistema de coordenadas **WGS 84 / UTM 17S** para garantizar la compatibilidad con las demás capas. Posterior se utilizó el proceso “Combinar” de la herramienta miscellaneous raster para unir los productos y posterior utilizar este resultado para generar un mapa de pendientes. Este procedimiento se detalla en el Anexo 1b.

Google Earth Engine GEE

Para la última variable considerada sobre inundación, se elaboró un análisis multitemporal utilizando imágenes de radar de la colección Sentinel-1, con resolución espacial de 10 metros. Este análisis fue desarrollado mediante la plataforma Google Earth Engine, debido a su capacidad para acceder a grandes volúmenes de datos y procesarlos de forma eficiente en la nube, una vez generado los resultados se procedió a abrir en el software QGIS. Ver anexo 1c

3. Construcción del modelo multicriterio

Para determinar el lugar óptimo para construir una camaronera en la provincia del Guayas, nos enfocamos exclusivamente en criterios que puedan representarse espacialmente como capas ráster o vectoriales.

Tabla 1
Criterios para el análisis multicriterio

| Categoría | Criterio SIG Analizable | Observación |
|-------------------|--------------------------------|--|
| Ambientales | Distancia a manglares | Evitar áreas de cobertura |
| | Fuentes hídricas | Análisis de distancia/conectividad |
| Técnicos | Pendiente del terreno | Preferencia por pendientes bajas para evitar erosión |
| | Acceso a vías | Análisis de distancia para logística y transporte |
| Socioeconómicos | Centros Poblados | Distancia |
| Riesgos Naturales | Riesgos de Inundación | Evitar zonas con alta probabilidad de inundación |

Nota Esta tabla muestra las categorías y criterios prototípicos para la construcción del modelo.

Los criterios que influirán en la decisión basados en factores técnicos y ambientales son:

Tabla 2
Selección de criterios

| Código | Criterio |
|--------|------------------------------|
| V1 | Distancia a Centros Poblados |
| V2 | Pendiente |
| V3 | Distancia a Manglares |
| V4 | Distancia Vías de Acceso |
| V5 | Distancia a Fuentes Hídricas |
| V6 | Riesgo de Inundación |

Nota Esta tabla muestra los criterios seleccionados para el modelo

Asignación de pesos

Mediante el método AHP se generó una matriz de comparación por pares, este proceso consta de 4 pasos que se detallan a continuación:

Tabla 3
Matriz de comparación por pares

| Variables | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 |
|-----------|------|------|------|------|-------|-------|
| V1 | 1 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 |
| V2 | 0,50 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| V3 | 0,33 | 0,50 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| V4 | 0,50 | 0,50 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| V5 | 0,25 | 0,33 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 |
| V6 | 0,33 | 0,50 | 0,5 | 0,5 | 1 | 1 |
| Σ | 2,92 | 4,83 | 8,00 | 7,00 | 13,00 | 11,00 |

Nota Proceso de comparación por pares de acuerdo con una jerarquización por nivel de importancia

Tabla 4
Normalización de la matriz

| VARIABLES | V1 | V2 | V3 | V4 | V5 | V6 |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| V1 | 0,343 | 0,414 | 0,375 | 0,286 | 0,308 | 0,273 |
| V2 | 0,171 | 0,207 | 0,250 | 0,286 | 0,231 | 0,182 |
| V3 | 0,114 | 0,103 | 0,125 | 0,143 | 0,154 | 0,182 |
| V4 | 0,171 | 0,103 | 0,125 | 0,143 | 0,154 | 0,182 |
| V5 | 0,086 | 0,069 | 0,063 | 0,071 | 0,077 | 0,091 |
| V6 | 0,114 | 0,103 | 0,063 | 0,071 | 0,077 | 0,091 |

Nota Proceso de normalización de las variables seleccionadas

Tabla 5
Cálculo del vector de prioridades

| VARIABLES | Suma Normalizada | Pesos |
|------------------|-------------------------|--------------|
| V1 | 1,998 | 0,333 |
| V2 | 1,327 | 0,221 |
| V3 | 0,821 | 0,137 |
| V4 | 0,878 | 0,146 |
| V5 | 0,456 | 0,076 |
| V6 | 0,519 | 0,087 |

Nota Clasificación de variables por nivel de prioridad

Tabla 6
Cálculo del peso final

| VARIABLES | Pesos % |
|--------------------------------------|----------------|
| Distancia Centros Poblados V1 | 33,3 |
| Pendiente V2 | 22,1 |
| Distancia Manglares V3 | 13,7 |
| Distancia vías acceso V4 | 14,6 |
| Distancia Fuentes Hídricas V5 | 7,6 |
| Riesgo inundación V6 | 8,7 |
| Total | 100 |

Nota Tabla muestra los pesos finales que serán considerados para la construcción del modelo

Criterios de exclusión e inclusión

En el proceso de la localización óptima, la identificación de criterios de exclusión e inclusión resultó fundamental para restringir el análisis únicamente a zonas viables y sostenibles. Se definieron como áreas de exclusión aquellas que, por su valor ecológico, riesgo o incompatibilidad de uso deben ser descartadas del modelo. Por otro lado, se consideración como áreas de inclusión aquellas que presentan condiciones preliminares favorables para el desarrollo de infraestructuras logísticas asociadas al cultivo y distribución de camarón.

- **Exclusión:** Distancia a manglares, centros poblados, cuerpos de agua, zonas con amenaza de inundación
- **Inclusión:** Distancia a la red vial, zonas con bajas pendientes.

4. Procesos de análisis espacial

El proceso de análisis espacial se desarrolló dentro del entorno de QGIS, software que permitió integrar, estandarizar y ponderar las variables geográficas descritas en pasos anteriores. A continuación, se detallan los principales procedimientos técnicos aplicados en el modelo.

Análisis de proximidad

Previo a la obtención de los mapas de distancia euclidiana para cada una de las variables consideradas en el análisis multicriterio, se realizaron una serie de procedimientos preparatorios esenciales en el entorno de Qgis, que se detallan a continuación:

En primer lugar, se cargaron todas las capas vectoriales y ráster necesarias para el análisis.

Se comenzó trabajando con la capa ráster correspondiente al modelo digital de elevación, dado que el área de estudio abarca la provincia del Guayas, se procedió a unir varios ráster del MDE y posteriormente se recortó la imagen resultante utilizando la herramienta **Clip Ráster** con la capa de límite provincial como máscara. A partir del MDE recortado, se generó el mapa de pendientes mediante la herramienta **Pendiente** del paquete GDAL, obteniendo así un ráster que representa la pendiente del terreno en toda el área de estudio.

Posterior, se cargó la capa vectorial de centros poblados, esta capa presentó inconsistencias geométricas, por lo que fue necesario realizar un proceso de edición para completar polígonos incompletos y corregir aquellos que se encontraban desplazados respecto a su ubicación real. De la misma manera para las capas de ríos y vías se siguió con el proceso descrito anteriormente para garantizar que nuestro resultado cuente con una precisión espacial.

Para la obtención de la capa de las zonas de inundación se consideró trabajar en la plataforma Google Earth Engine, dentro de esta plataforma se delimitó el área de estudio para reducir el tiempo de procesamiento mediante el límite provincial del Guayas, haciendo uso de las imágenes de SENTINEL 1 se trabajó con imágenes temporales desde marzo de 2023 hasta marzo de 2025, aplicando un umbral para la detección de zonas en riesgo de inundación este umbral establecido de -15 dB en la banda SAR, permitió identificar áreas más susceptibles a inundaciones en temporadas de lluvia. Una vez aplicado el proceso cada una de las imágenes resultantes que servirán para aplicar la metodología AHP fueron descargadas y exportadas al entorno de QGIS manteniendo las mismas coordenadas del proyecto.

Una vez Obtenidas y corregidas todas las capas temáticas, Se organizó un grupo de capas dentro de QGIS Para mantener un flujo de trabajo ordenado. A continuación, Se procedió a la creación de mapas de distancia euclidiana para cada variable. Dado que QGIS No cuenta con una herramienta directa para calcular distancias de euclidianas a partir de capas vectoriales.

Para automatizar este proceso se diseñó un modelo en el diseñador de modelos de QGIS. Este modelo incluyó los siguientes componentes ver anexo 2a:

1. Crear capa de entrada tipo vectorial.
2. Crear extensión de salida.
3. Parámetro numérico para poder agregar la resolución espacial del ráster de salida.
4. Crear la herramienta de conversión vectorial a ráster.

5. Crear la herramienta de proximidad para calcular la distancia euclidiana.
6. Guardamos el modelo personalizado para su reutilización.

Una vez verificado el modelo en la caja de herramientas, se utilizó para generar de forma sistemática los mapas de distancia euclidiana de cada variable. Los productos resultantes fueron capas ráster que expresan la distancia en metros desde cada pixel hasta la entidad más cercana (poblados, vías, ríos, áreas de inundación, zonas de manglares, redes hídricas). Ver Anexo 2b

Reclasificación de capas

Una vez generadas las capas ráster de distancias euclidianas para cada una de las variables de análisis, se procedió a la normalización de cada uno de los valores con el objetivo de estandarizar todas las capas en un rango de 0 a 1, donde 0 representa una condición no apta y 1 representa una condición muy apta para la localización óptima.

Para este proceso se utilizó la herramienta **Calculadora ráster**, aplicando fórmulas de normalización en función del tipo de variable:

- Para variables donde un menor valor representa mayor aptitud:

$$Normalizado = 1 - \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})}$$

- Para variables donde un mayor valor representa mayor aptitud:

$$Normalizado = \frac{(x - x_{min})}{(x_{max} - x_{min})}$$

Para el caso de las variables como el ráster de pendientes y de inundación, se aplicó también la fórmula de inversión ya que menores valores representan mayor aptitud.

A continuación, se detallan las expresiones empleadas para cada capa ver anexo 2c:

- **Vías:**

$$\text{Vías Normalizado} = 1 - \frac{(\text{dist_vias}-0)}{(76297.710-0)}$$

- **Cuerpos de Agua:**

$$\text{Agua Normalizado} = 1 - \frac{(\text{dist_agua}-0)}{(190742.953-0)}$$

- **Manglares:**

$$\text{Manglares Normalizado} = \frac{(\text{dist_manglares}-0)}{(162550.125-0)}$$

- **Centros Poblados**

$$\text{Poblados Normalizado} = \frac{(\text{dist_poblados}-0)}{(85327.0234-0)}$$

- **Pendiente**

$$\text{Pendiente Normalizado} = 1 - \frac{(\text{dist_pendiente}-0)}{(79.170387-0)}$$

- **Riesgo de Inundación**

$$\text{Riesgo inundación Normalizado} = 1 - \frac{(R_{\text{inundacion}}-0)}{(1-0)}$$

Este proceso permitió estandarizar todos los valores de las capas involucradas en el análisis multicriterio, facilitando su integración en fases posteriores, como la ponderación mediante el método AHP y la generación del mapa de zonas óptimas final.

Superposición y generación del índice óptimo

Con los resultados de las capas normalizadas en formato ráster dentro de un rango estandarizado de 0 a 1, se procedió a la superposición ponderada de las mismas utilizando álgebra de mapas. Este proceso tuvo como objetivo combinar todas las variables en un solo índice de idoneidad total, que refleje las zonas más aptas para el uso propuesto, en función de los criterios previamente definidos.

Para realizar este proceso es indispensable contar con la herramienta propia del GIS **Calculadora Ráster**, que considerando los pesos de ponderación obtenido en pasos anteriores nos permite combinar cada una de las variables la cual representa la importancia de los criterios en el proceso de decisión de acuerdo al modelo multicriterio.

Tabla 7
Variables por peso de ponderación

| Variables | Código | Peso % | Peso decimal |
|----------------------------|---------------|---------------|---------------------|
| Distancia Centros Poblados | V1 | 33,3 | 0.333 |
| Pendiente | V2 | 22,1 | 0.221 |
| Distancia Manglares | V3 | 13,7 | 0.137 |
| Distancia vías acceso | V4 | 14,6 | 0.146 |
| Distancia Fuentes Hídricas | V5 | 7,6 | 0.076 |
| Riesgo inundación | V6 | 8,7 | 0.087 |
| Total | | 100 | 1 |

Con estos valores, el proceso matemático aplicado en álgebra de mapas consistió en multiplicar cada variable por el peso de ponderación, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

Formula General:

$$Idoneidad = \sum_{i=1}^n (Vi \times Pi)$$

En donde

Vi= Valor Variables Normalizadas i

P= Pesos de Variable i

n= Número Total de Criterios

Reemplazando valores:

$$Idoneidad = \sum_{i=1}^6 (V_{pob} \times 0.33) + (V_{pen} \times 0.221) + (V_{man} \times 0.137) + (V_{via} \times 0.146) + (V_{agua} \times 0.076) + (V_{inu} \times 0.087)$$

Cada variable utilizada en esta fórmula corresponde a los ráster normalizados previamente. El resultado de esta operación fue una nueva capa ráster continua, en la cual cada pixel posee un valor entre 0 y 1 que representa su nivel de idoneidad, siendo 1 el valor más apto y 0 el menos apto.

Este producto se empleó posteriormente para la clasificación en 4 categorías de aptitud que sirvieron para identificar áreas óptimas, esta clasificación se representa de la siguiente manera:

Tabla 8
Índice para determinar lugares óptimos

| Rangos | | Criterio |
|-----------------|-----------------|--------------------------|
| Límite inferior | Límite superior | |
| 0.0 | 0.4 | Zonas No Aptas |
| 0.4 | 0.6 | Zonas Medianamente Aptas |
| 0.6 | 0.8 | Zonas Aptas |
| 0.8 | 1.0 | Zonas Muy Aptas |

Este índice final permitió identificar espacialmente las zonas con mayor potencial para la localización, considerando simultáneamente todos los criterios del análisis multicriterio y sus respectivos pesos.

5. Generación de mapas temáticos y de idoneidad

Como parte de los productos cartográficos generados en este estudio se elaboraron mapas temáticos que representan las variables utilizadas en el modelo, así como el mapa final de zonas óptimas, resultado del análisis multicriterio. Estos mapas constituyen los entregables técnicos fundamentales del proyecto, permitiendo una visualización clara y precisa del comportamiento espacial de cada factor considerado.

Los mapas generados fueron los siguientes:

1. Mapa general de ubicación.
2. Mapa de análisis de accesibilidad.

3. Mapa de riesgos ambientales.
4. Mapa de idoneidad (resultado multicriterio).

CAPÍTULO III: RESULTADOS

1. Mapas temáticos generados:

Como parte de los productos cartográficos generados en este estudio, se elaboraron una serie de mapas temáticos que representan las variables utilizadas en el modelo, así como el mapa final de idoneidad, resultado del análisis multicriterio. Estos mapas constituyen los entregables técnicos fundamentales del proyecto permitiendo una visualización clara y precisa del comportamiento espacial de los factores considerados.

Mapa General de ubicación

En el mapa N°1 se representa la localización geográfica del área de análisis dentro del contexto provincial y nacional.

Ilustración 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio

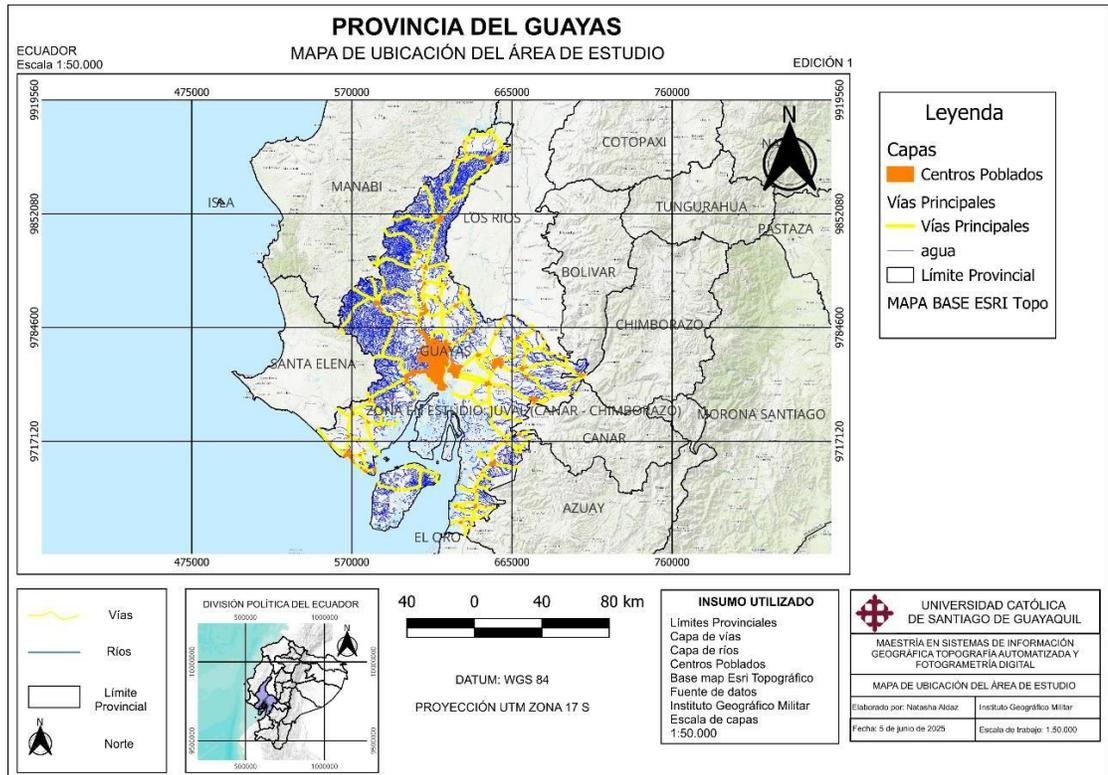
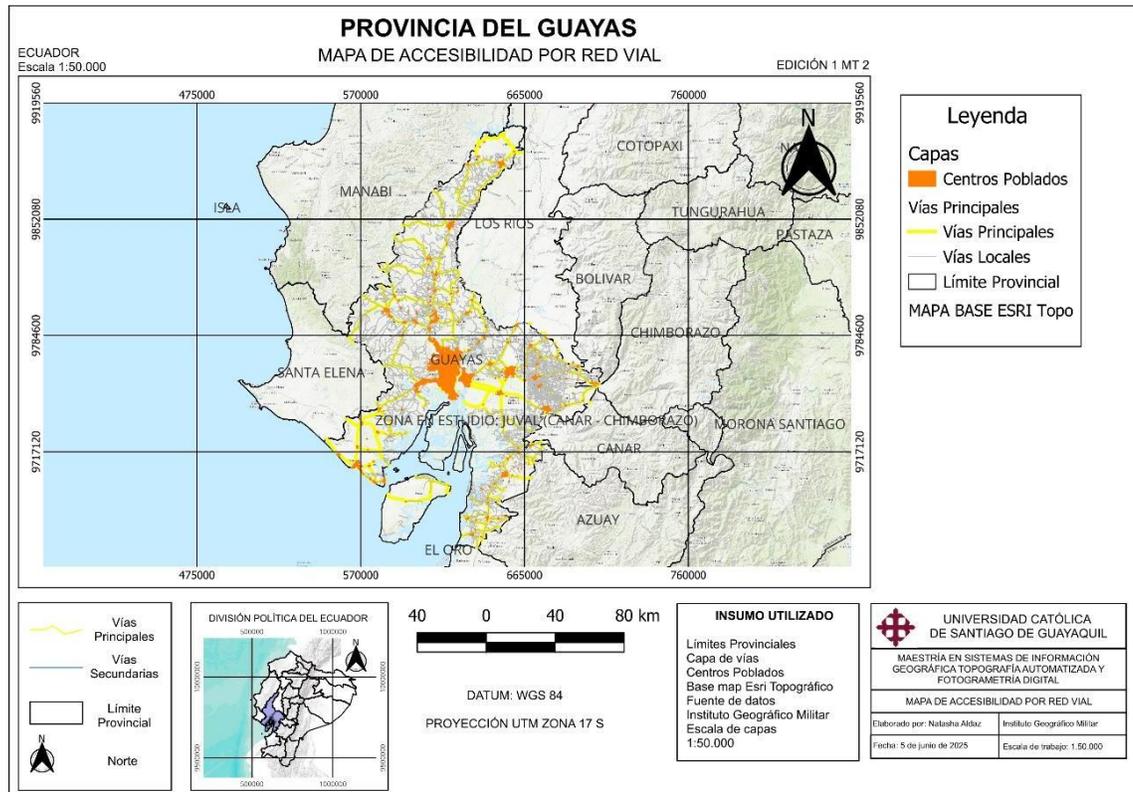


Ilustración 2

Mapa de análisis de accesibilidad

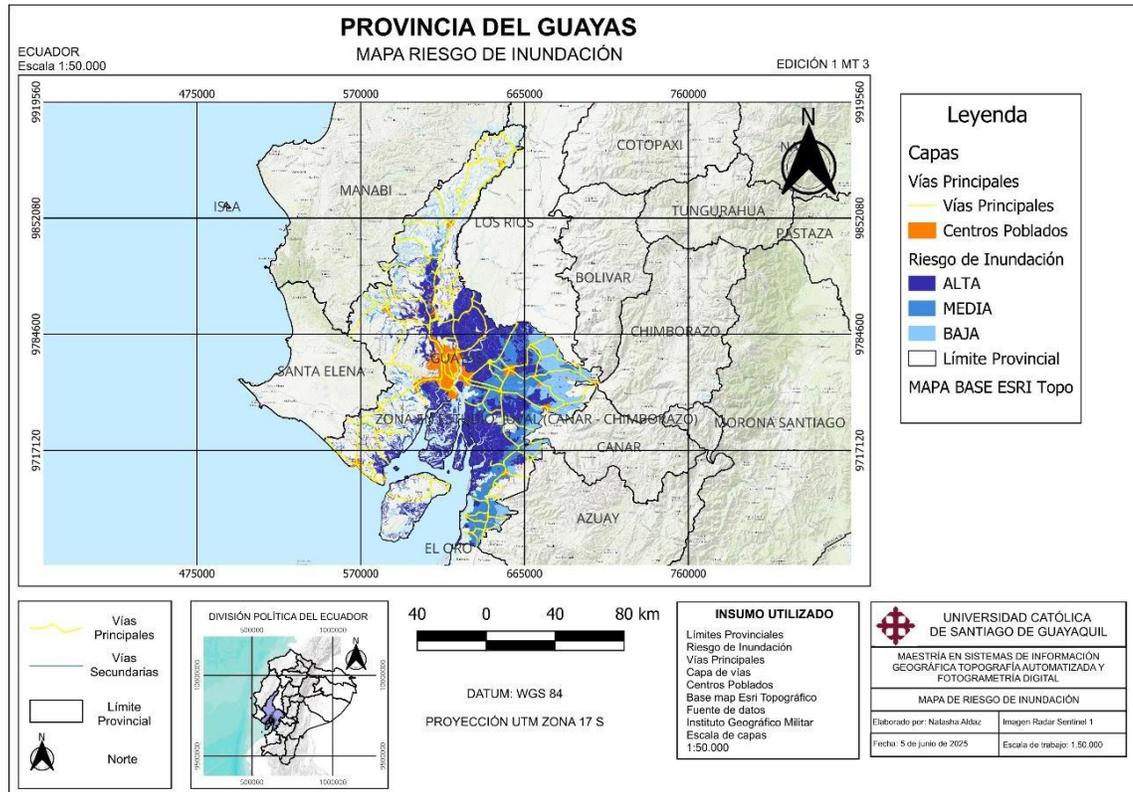


Este mapa muestra la red vial de la provincia del Guayas, destacando las vías principales y locales. La accesibilidad es un factor clave para la localización de infraestructura logística, facilitando el transporte eficiente de productos e insumos hacia y desde los centros de producción camaronera.

Mapa de riesgos ambientales

Representa las zonas más susceptibles a sufrir los efectos de las inundaciones, datos obtenidos a partir del geoportal del Ministerio de Agricultura a una escala de 1:25.000 en formato (.shp) Mapa de susceptibilidad a Inundaciones del Ecuador 2024.

Ilustración 2 Mapa riesgo de inundación

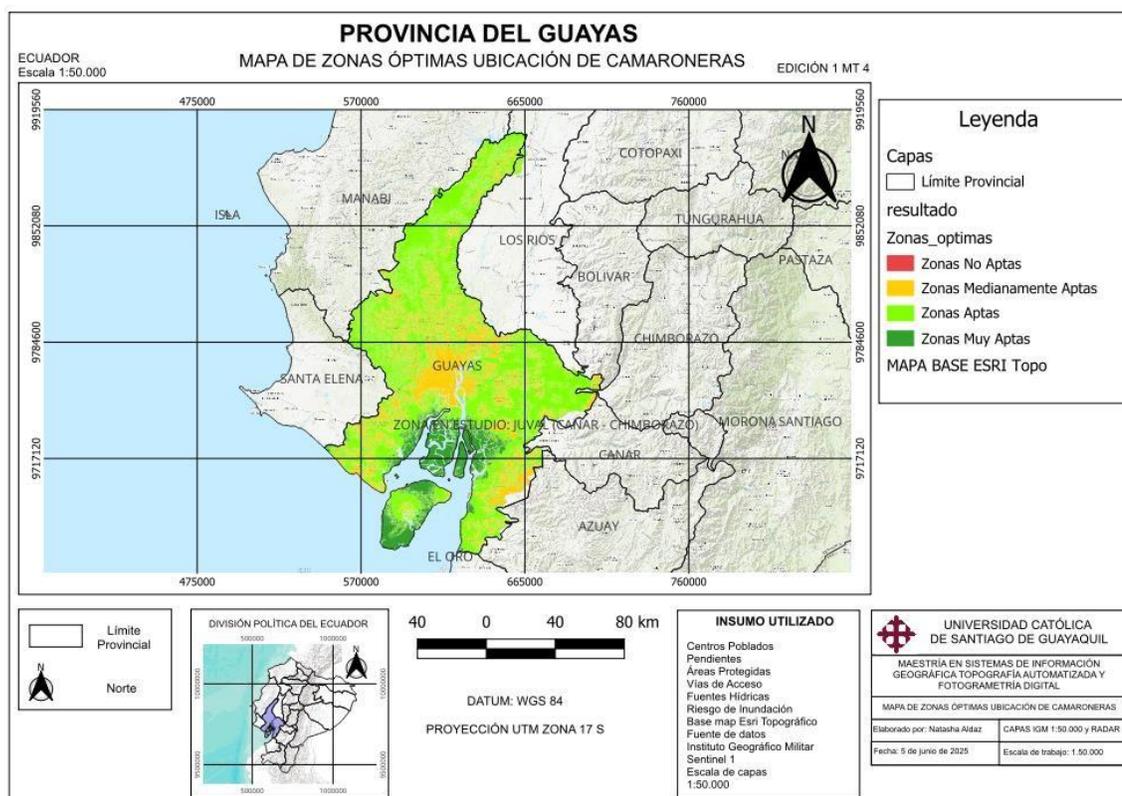


2. Mapa de idoneidad final (resultado del análisis multicriterio)

La superposición ponderada de las capas, utilizando los pesos definidos en la matriz AHP, permitió generar un mapa de idoneidad para la ubicación de Camaroneras en la provincia del Guayas. Este resultado muestra en escala continua las áreas que reúnen las condiciones más favorables para la instalación del centro logístico camaronero. Se clasificaron los valores finales en cuatro rangos de aptitud: zonas no aptas, zonas medianamente aptas, zonas aptas y zonas muy aptas. Las zonas (3 y 4) fueron principalmente áreas agroindustriales cercanas a vías, con baja pendiente y fuera de zonas de riesgo.

Ilustración 3

Mapa de ubicación de idoneidad para camaroneras

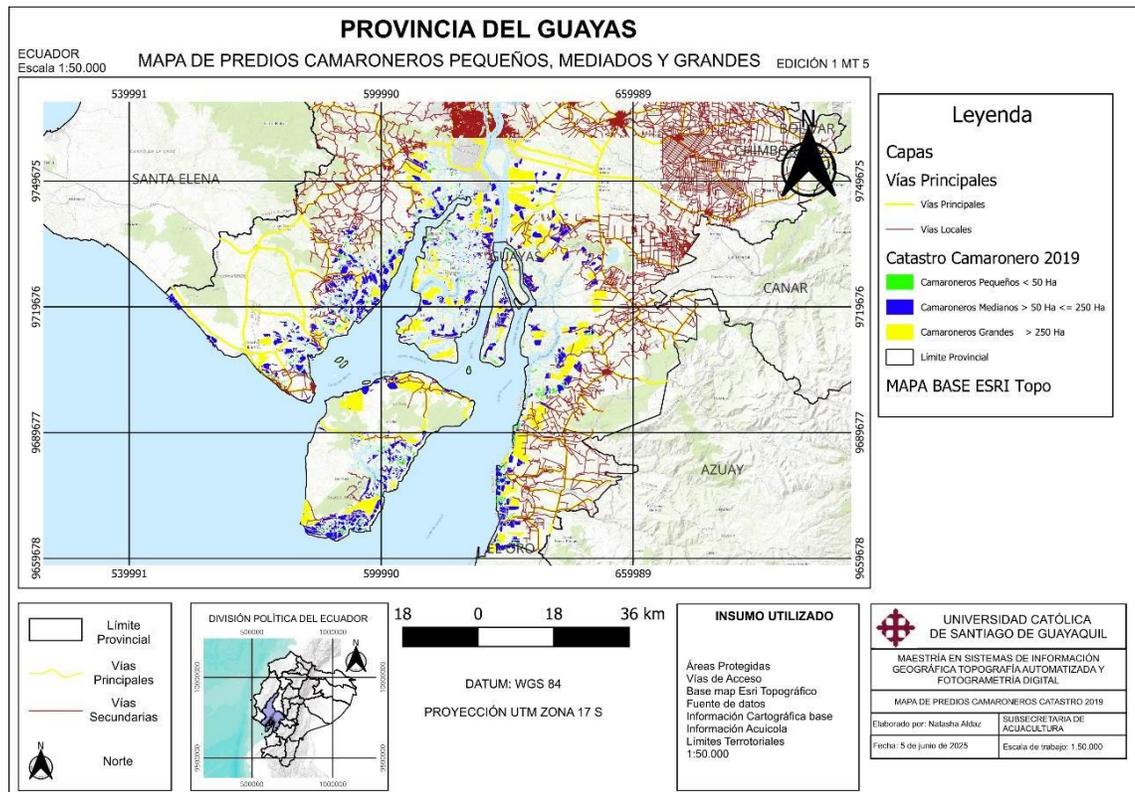


3. Análisis de la ubicación recomendada

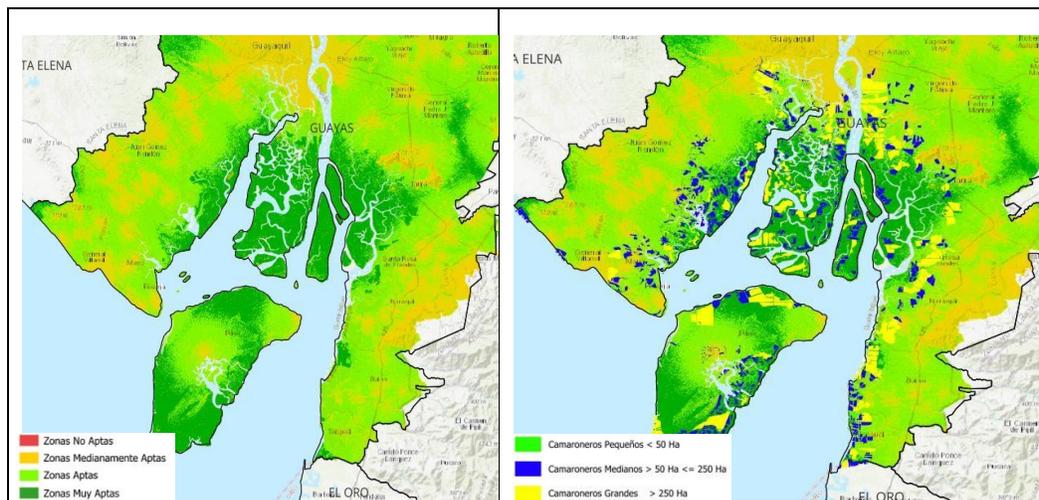
El análisis espacial permitió identificar varias zonas **aptas y muy aptas de idoneidad** en el sur de la provincia el Guayas, particularmente en cantones como Balao, Tenguel, Naranjal y Guayaquil especialmente islas y cercanas a ellas, donde convergen condiciones favorables: proximidad a corredores logísticos, disponibilidad de suelo agroproductivo y topografía llana.

Estas áreas fueron validadas mediante el mapa de predios camaroneros pequeños, medianos y grandes y las vías de acceso a las zonas, información disponible de la subsecretaría de Acuicultura, con fecha 25 de marzo de 2019, realizado por la unidad técnica geográfica de la dirección de control acuícola.

Ilustración 4 Mapa de predios camaroneros



Con base en el catastro de los predios camaroneros se procedió a validar las zonas aptas de nuestro modelo generado, mediante una superposición de capas y comparando las áreas del modelo con las áreas autorizadas y registradas en la Subsecretaría de Acuicultura, teniendo como resultado lo siguiente:



En resultado en el mapa de la izquierda, se puede observar todas las áreas clasificadas como zonas óptimas para la construcción de las camaroneras de acuerdo al modelo implementado, mientras que en el mapa de la derecha, se muestran la superposición de la capa que contiene el catastro camaronero y el resultado de nuestro modelo reclasificado.

Con este análisis de superposición podemos validar nuestro modelo obtenido mediante el análisis multicriterio, tomando en consideración que la mayoría de las zonas representadas como zonas aptas (color crema) y las zonas muy aptas (color azul), coinciden con las áreas del catastro camaronero oficial registrado en la subsecretaría de Acuacultura. Este análisis de comparación mediante la superposición de capas nos permite reducir la incertidumbre de nuestro modelo debido a que se ajusta con las áreas adecuadas para esta actividad.

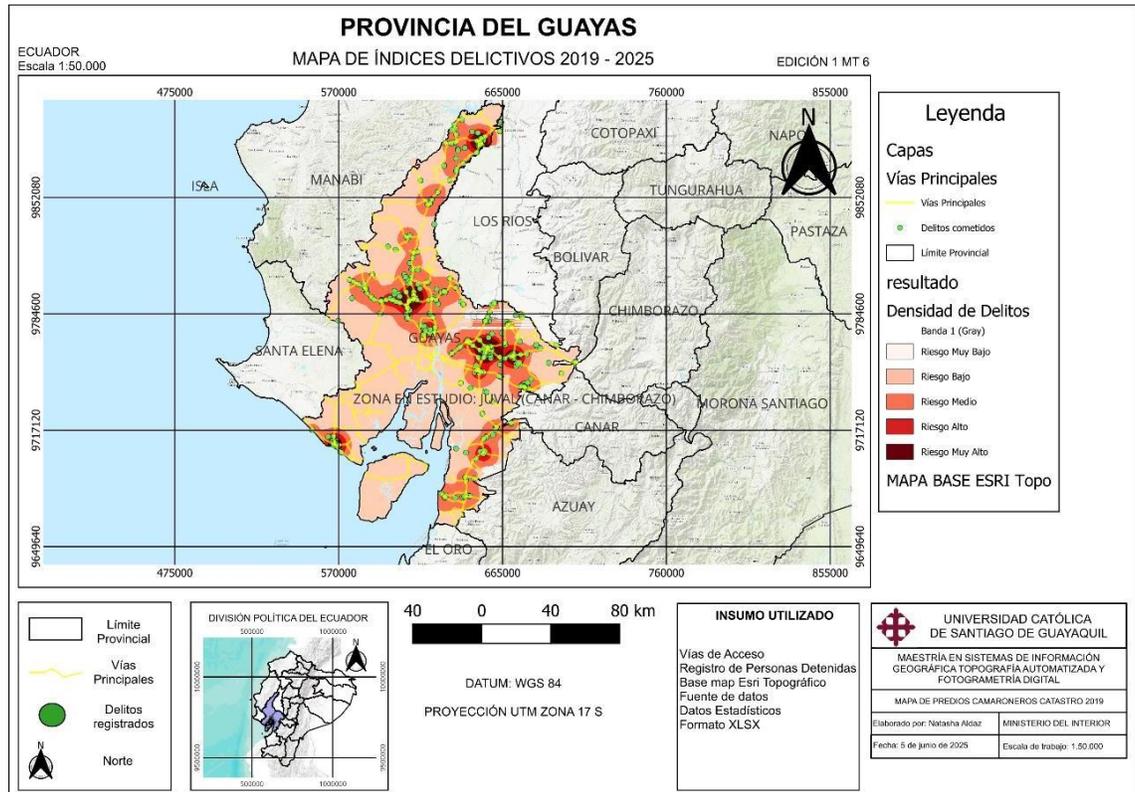
4. Evaluación técnica y justificación del sitio óptimo

El sitio con mayor puntaje en el índice de idoneidad final se ubica dentro de una zona agroindustrial con fácil acceso a vías primarias y a menos distancia de los puertos de embarque y con pendientes inferiores a 7%. Estos factores en conjunto, justifican técnicamente la elección del sitio como óptimo para el desarrollo del centro logístico, al asegurar sostenibilidad operativa, conectividad y bajo impacto ambiental. Además, su ubicación estratégica permite articular eficientemente la producción camaronera regional con mercados nacionales e internacionales.

Si embargo, a más de estos criterios mencionados se decidió analizar como una variable muy importante el índice delincencial, variable importante en nuestro análisis considerando que la inseguridad en el año 2020 perjudicó al sector camaronero en alrededor de 60 millones de dólares, debido a los asaltos y robo de camarón, así como también alimento balanceado, equipos, insumos, embarcaciones y motores. El último por robo registrado fue en una instalación camaronera que se enlaza con el Golfo de Guayaquil, pérdidas que ascendieron a 10 mil dólares datos oficiales de acuerdo con las estadísticas de la Dirección de Seguridad de la Cámara Nacional de Acuicultura.

Ante esta grave situación y el incremento exponencial del crimen organizado se decidió considerar a esta variable como una muy importante antes de seleccionar el sitio óptimo.

Ilustración 5 Mapa de índices delictivo provincia Guayas

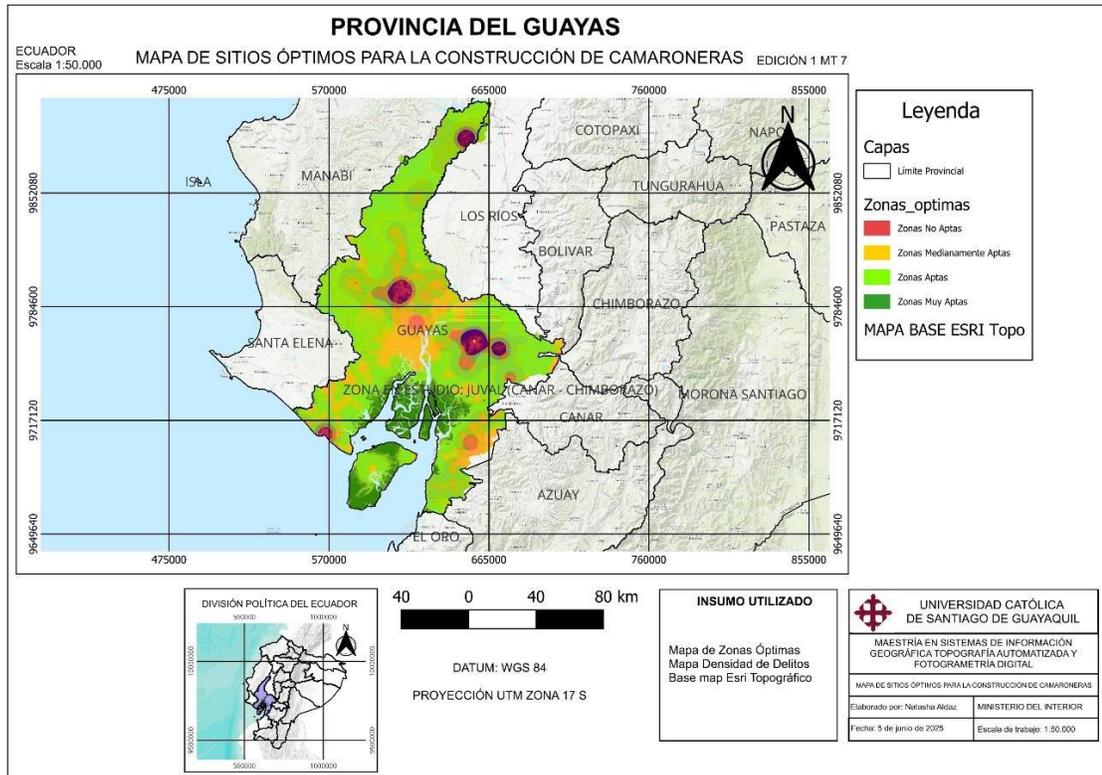


Con base en la información georreferenciada estadística accesible, consistente, integrada, confiable y de calidad sobre los diferentes delitos cometidos registrado a nivel nacional, local y territorial disponibles en la sección de catálogo de datos abiertos del Ministerio del Interior, permitió realizar el mapa para la provincia del Guayas pudiendo determinar o clasificar en 4 categorías, que va desde el riesgo muy bajo con tonalidades tenues hasta el riesgo muy alto con todos de color más claros de acuerdo al porcentaje de densidad de delitos cometidos.

Mapa del sitio óptimo

Se presenta el mapa del sitio óptimo integrando la variable delictiva

Ilustración 7
Mapa de sitios óptimos para la construcción de camaroneras



CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El modelo de análisis multicriterio permitió integrar de forma coherente y sistemática diversas dimensiones espaciales, técnicas, ambientales y de riesgo para identificar áreas viables para la instalación de un centro logístico regional en la provincia del Guayas. Esta integración respondió adecuadamente a los objetivos metodológicos y aplicados del estudio.
- La ponderación de criterios mediante el Proceso Analítico Jerárquico fue útil para establecer jerarquías entre variables relevantes. No obstante, se identificó como limitación la ausencia de validación externa del modelo por ejemplo mediante cálculo del índice de consistencia o consulta a expertos, lo cual podría comprometer la solidez de los pesos asignados.
- La superposición entre el resultado obtenido de las áreas óptimas con el catastro camaronero del registro oficial existente confirmó la aplicabilidad del modelo. Sin embargo, como limitaciones en nuestro estudio se hace mención a que muchas de las zonas identificadas ya se encuentran ocupadas ya sea por la industria camaronera como por otro sector industrial debido al crecimiento poblacional, lo que representa una barrera para nuevas implantaciones y se sugiere la necesidad de estrategias de redistribución o expansión hacia áreas medianamente aptas.
- El uso de los Sistemas de información Geográficas utilizados en este estudio facilitó la automatización de procesos reduciendo el tiempo en su generación, permitió la normalización de los criterios seleccionados y la representación visual del índice de idoneidad. Generando un resultado técnico robusto útiles al momento de tomar las decisiones territoriales basadas en evidencia cartográfica, mejorando la nitidez y trazabilidad del proceso.

Recomendaciones

- Para lograr una planificación más integral se recomienda complementar el modelo espacial con variables económicas como costos de expropiación y operación, normativas uso de suelo y restricciones legales y de gobernanza capacidad institucional, políticas públicas e incentivos fiscales. Esta integración permitirá evaluar no solo la idoneidad física del sitio, sino también su viabilidad operativa y legal.
- La asignación de pesos y la definición deberían ser validadas a través de procesos participativos que incluyan expertos técnicos, autoridades locales, representantes del sector camaronero y comunidades afectadas. Se recomienda el uso de metodologías como entrevistas semiestructuradas, talleres deliberativos o el método Delphi para mejorar la legitimidad y precisión del modelo.
- Reforzar la inclusión de variables dinámica como crecimiento urbano proyectado, cambio climático como modificador del patrón de inundaciones, conflicto por el uso de suelo y análisis de seguridad territorial. Lo que es óptimo hoy podría no serlo en 5 años.
- Realizar estudios complementarios en los cuales se analice la viabilidad técnica para establecer centros logísticos medianos, en comparación con un centro logístico principal mejorando resiliencia y escalabilidad.

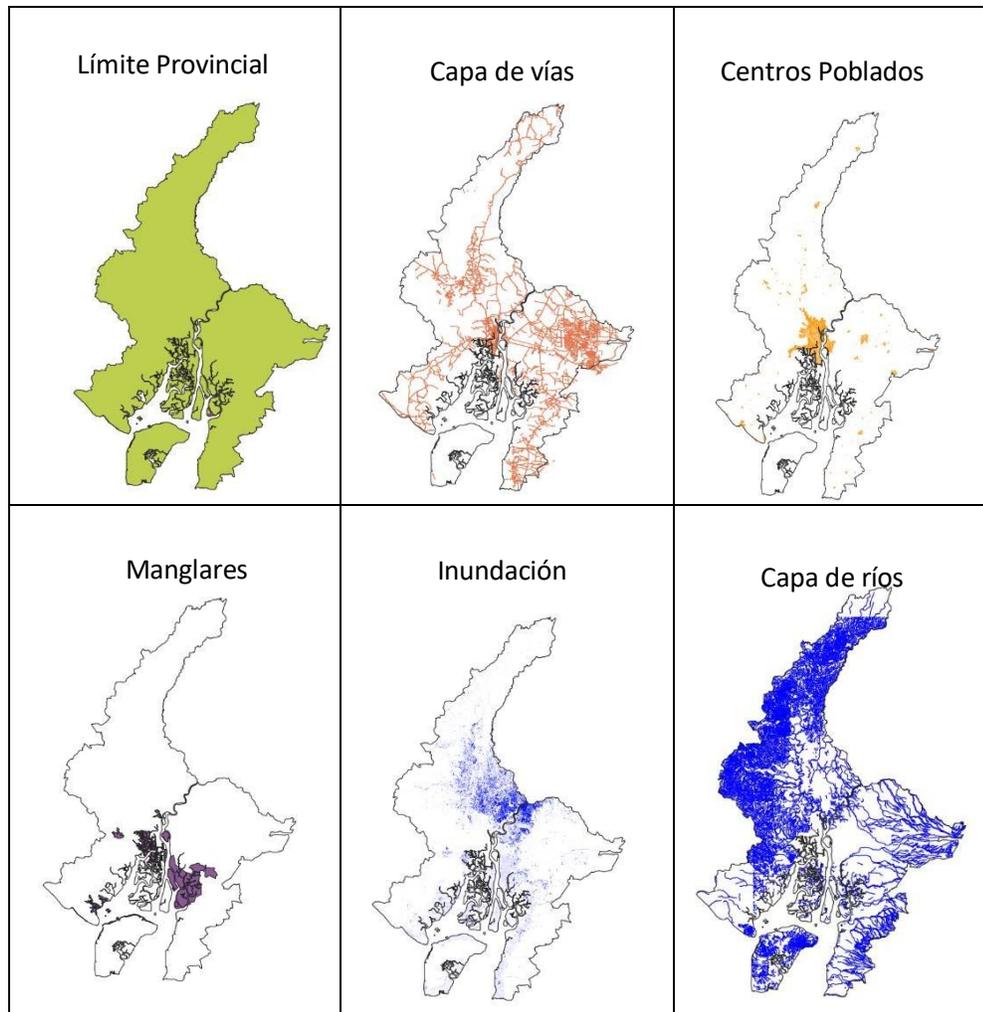
Bibliografía

- Ballou, R. (2004). *Business Logistics/Supply Chain Management*. New Jersey: Pearson.
- Bello, M., Cepeda, M., Cedeño, F., Burgos, C., & Cristian, L. (2025). Análisis multicriterio de las áreas óptimas mediante SIG para la ubicación de un relleno sanitario en el cantón Chone, provincia de Manabí. *Polo del Conocimiento*, 1042-1082.
- Cámara Nacional de Acuacultura. (21 de Enero de 2020). *Sector Camaronero en Crisis por delincuencia Organizada*. Obtenido de Cámara Nacional de Acuacultura: <https://www.cna-ecuador.com/sector-camaronero-en-crisis-por-delincuencia-organizada/>
- Cámara Nacional de Acuacultura. (29 de Diciembre de 2023). *Camarón cierra 2023 con cifras en rojo en materia económica y de seguridad*. Obtenido de Cámara Nacional de Acuacultura: <https://www.cna-ecuador.com/camaron-cierra-2023-con-cifras-en-rojo-en-materia-economica-y-de-seguridad/>
- Cámara Nacional de Acuacultura. (22 de Febrero de 2023). *Problemas de competitividad y la falta de fomento a las exportaciones seguirá afectando el desempeño del sector camaronero este 2023*. Obtenido de Cámara Nacional de Acuacultura: <https://www.cna-ecuador.com/problemas-de-competitividad-y-la-falta-de-fomento-a-las-exportaciones-seguira-afectando-el-desempeno-del-sector-camaronero-este-2023/>
- Cámara Nacional de Acuacultura. (27 de Septiembre de 2023). *Sector camaronero: el principal producto de exportación denuncia abandono por parte del gobierno*. Obtenido de Cámara Nacional de Acuacultura: https://www.cna-ecuador.com/sector-camaronero-el-principal-producto-de-exportacion-denuncia-abandono-por-parte-del-gobierno/?utm_source=chatgpt.com
- CEPAL. (2014). *Manual para la Evaluación de Desastres*. Santiago de Chile : CEPAL.
- Crespo, G., Aguirre, G., & Chiriboga, F. (2016). LA GESTIÓN AMBIENTAL EMPRESARIAL, SU FUNCIÓN FRENTE A CAMBIOS CLIMÁTICOS GLOBALES. CAMARONERAS, CASO: MANGLARES DE ECUADOR. *Scielo*, 3-6.
- Forbes. (17 de Mayo de 2024). *¿Qué pasa con la logística de exportación en zona portuaria de Guayaquil?* Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com.ec/macroeconomia/que-pasa-logistica-exportacion-zona-portuaria-guayaquil-n52991>
- Geurs, K. (2004). Evaluación de la accesibilidad de las estrategias de uso del suelo y transporte: revisión y direcciones de investigación. *Revista de geografía del transporte*, 127-140.

- Longley, P. (2015). *Geographic Information Systems and Science (3rd Edition)*. *ResearchGate*, 975-976.
- Malczewski, J. (2006). Análisis de decisiones multicriterio basado en SIG: una revisión de la literatura. *Revista Internacional de Ciencias de la información Geográfica*, 703-726. doi:<https://doi.org/10.1080/13658810600661508>
- Malczewski, J. (16 de Noviembre de 2010). SIG y análisis de decisiones multicriterio. *Wiley*, 91-92. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.2002.tb01077.x>
- Ocean Treasure . (12 de Febrero de 2025). *Desafíos y Perspectivas de la Industria Camaronera en Ecuador: Un análisis integral* . Obtenido de Ocean Treasure : <https://www.ocean-treasure.com/sin-categorizar/challenges-and-outlook-for-ecuadors-shrimp-industry-a-comprehensive-analysis/?lang=es>
- Rikalovic, A., Cosic, I., & Lazarevic, D. (2014). Análisis multicriterio basado en SIG para la selección de emplazamientos industriales. *Procedia Engineering*, 1056-1058.

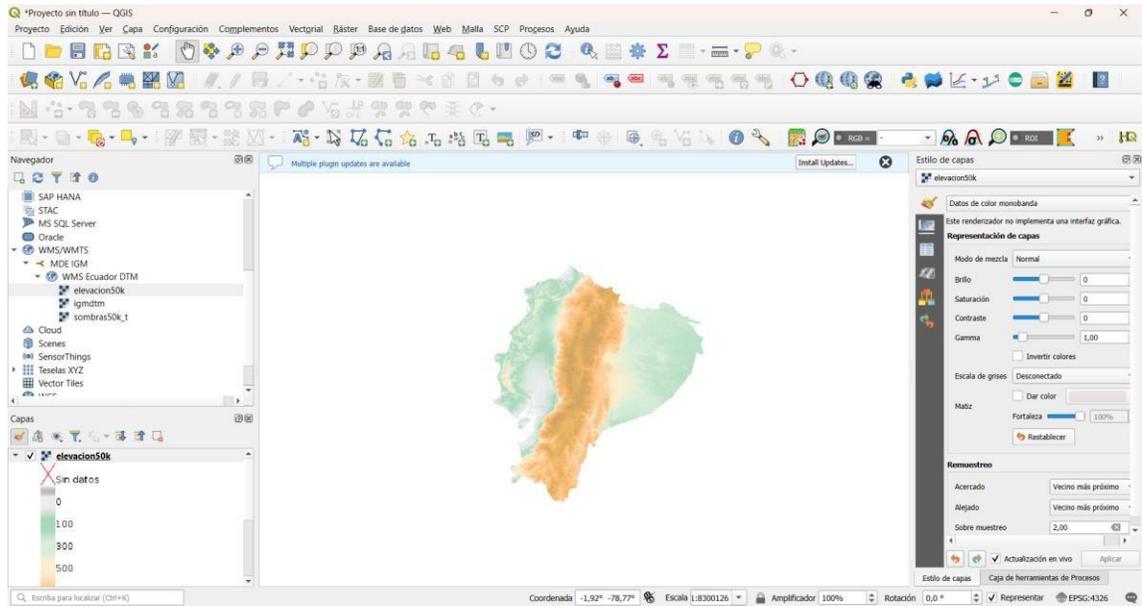
ANEXOS

Anexo 1a Recopilación de capas vectoriales y ráster

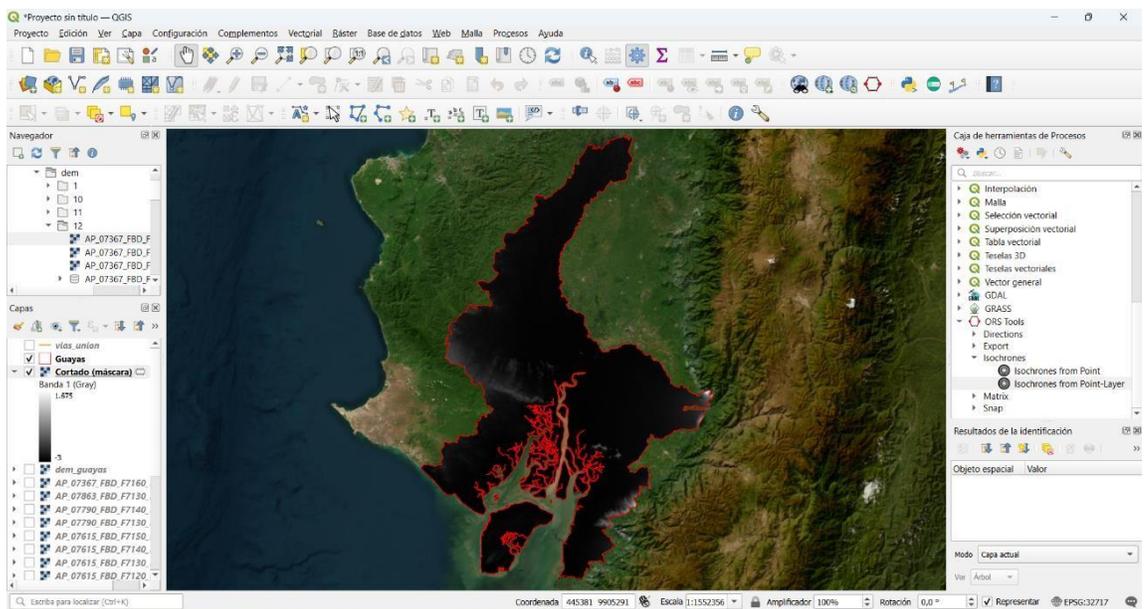


Anexo 1b proceso para la obtención del MDE

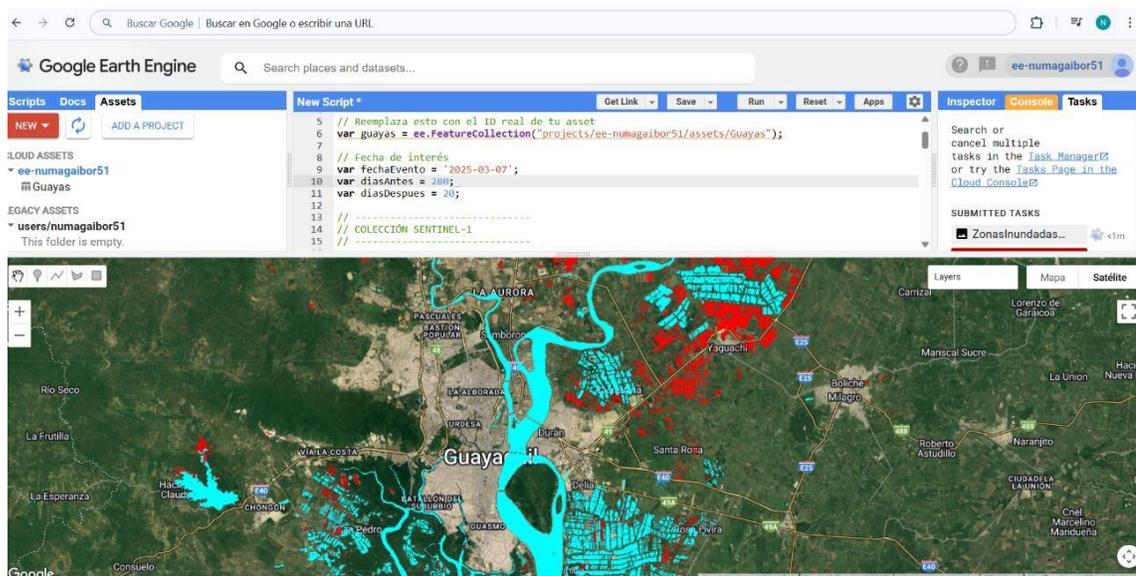
Proceso de extracción por máscara del modelo digital de terreno obtenido del Instituto Geográfico Militar.



Resultado del proceso de combinación y recorte de acuerdo con el área de estudio.



Anexo 1c Proceso Plataforma GEE



Script utilizado en la plataforma GEE

```

Script: // -----
// CARGA DE SHAPEFILE SUBIDO A GEE
// -----

// Reemplaza esto con el ID real de tu asset
var guayas = ee.FeatureCollection("projects/ee-numagaibor51/assets/Guayas");

// Fecha de interés
var fechaEvento = '2025-03-07';
var diasAntes = 280;
var diasDespues = 20;

// -----
// COLECCIÓN SENTINEL-1
// -----

// Imagen antes del evento
var s1_before = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")
  .filterBounds(guayas)
  .filterDate(

```

```

    ee.Date(fechaEvento).advance(-diasAntes, 'day'),
    ee.Date(fechaEvento)
  )
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .select('VV')
  .mean();

// Imagen después del evento
var s1_after = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S1_GRD")
  .filterBounds(guayas)
  .filterDate(
    ee.Date(fechaEvento),
    ee.Date(fechaEvento).advance(diasDespues, 'day')
  )
  .filter(ee.Filter.listContains('transmitterReceiverPolarisation', 'VV'))
  .filter(ee.Filter.eq('instrumentMode', 'IW'))
  .select('VV')
  .mean();

// -----
// DETECCIÓN DE ZONAS INUNDADAS
// -----

var threshold = -15// Umbral en dB

var agua_before = s1_before.lt(threshold);
var agua_after = s1_after.lt(threshold);

var inundacion = agua_after.and(agua_before.not());

// -----
// VISUALIZACIÓN
// -----

Map.centerObject(guayas, 9);

Map.addLayer(inundacion.updateMask(inundacion), {palette: 'red'}, 'Inundación');
Map.addLayer(agua_before.updateMask(agua_before), {palette: 'cyan'}, 'Agua antes');

```

```
Map.addLayer(agua_after.updateMask(agua_after), {palette: 'blue'}, 'Agua después');
```

```
// -----
```

```
// EXPORTACIÓN (OPCIONAL)
```

```
// -----
```

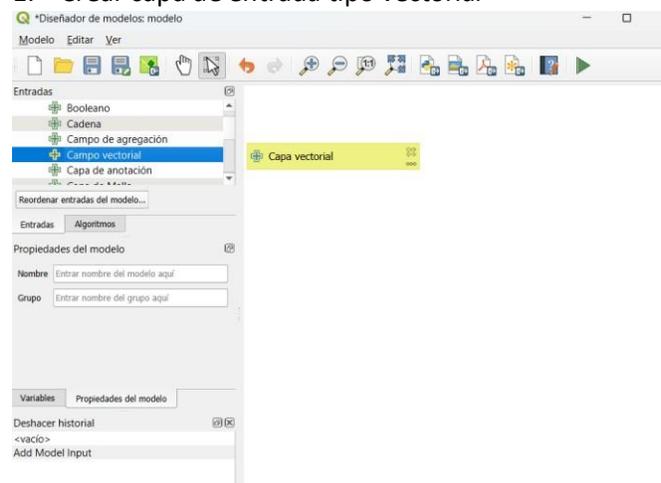
```
Export.image.toDrive({  
  image: inundacion,  
  description: 'ZonasInundadas_Guayas_2025-03-07',  
  folder: 'GEE_exports',  
  fileNamePrefix: 'inundacion_guayas_marzo2023',  
  region: guayas.geometry(),  
  scale: 10,  
  maxPixels: 1e13  
});
```

Anexo 2. Procesos de Análisis Espacial

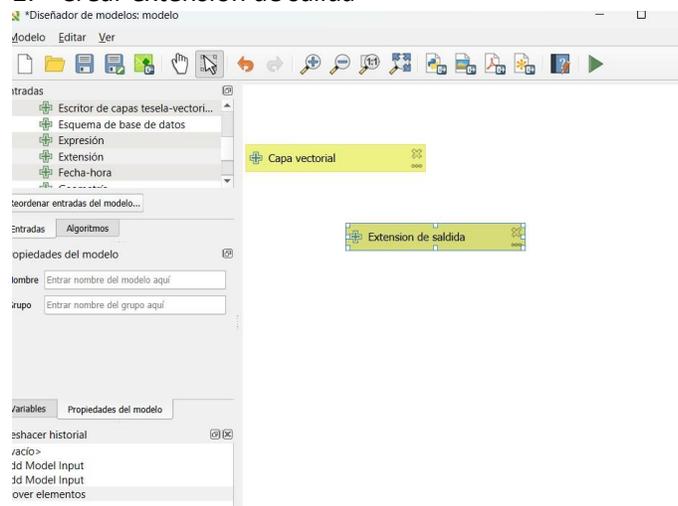
Anexo 2a Creación del Modelo de Distancia Euclidiana en QGIS

Primero creamos los parámetros de entrada para el proceso:

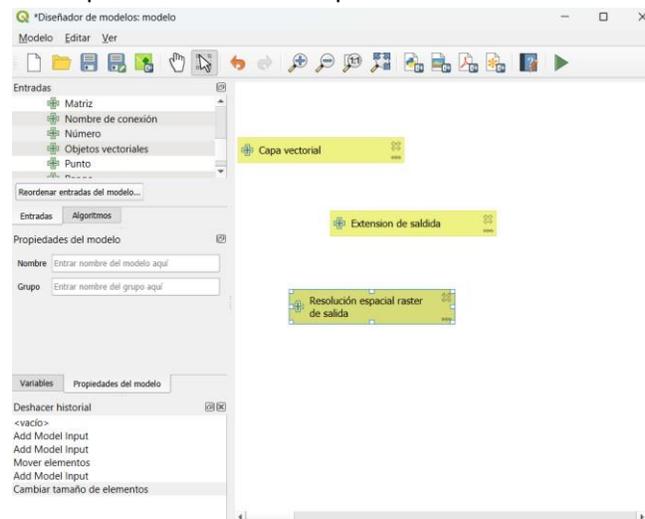
1. Crear capa de entrada tipo vectorial



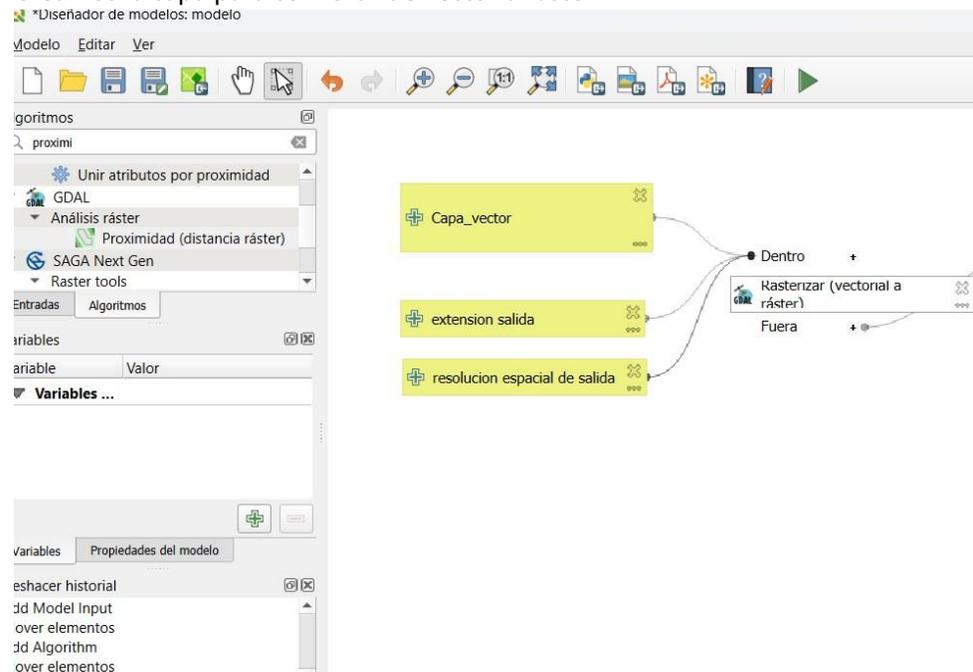
2. Crear extensión de salida



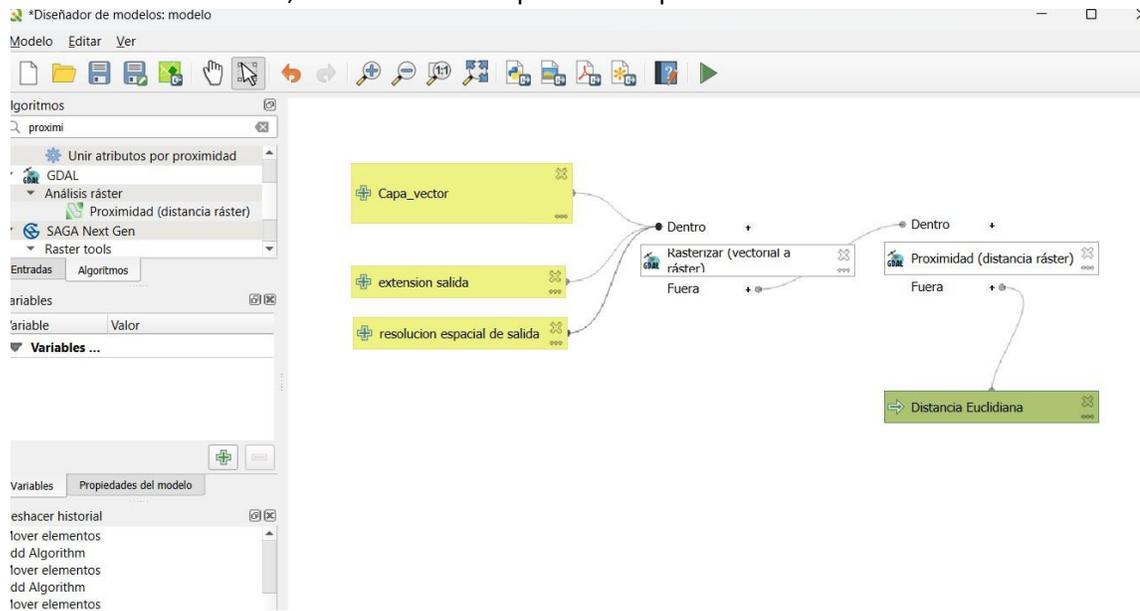
3. El siguiente parámetro de entrada es número para poder agregar la resolución espacial de salida de capa



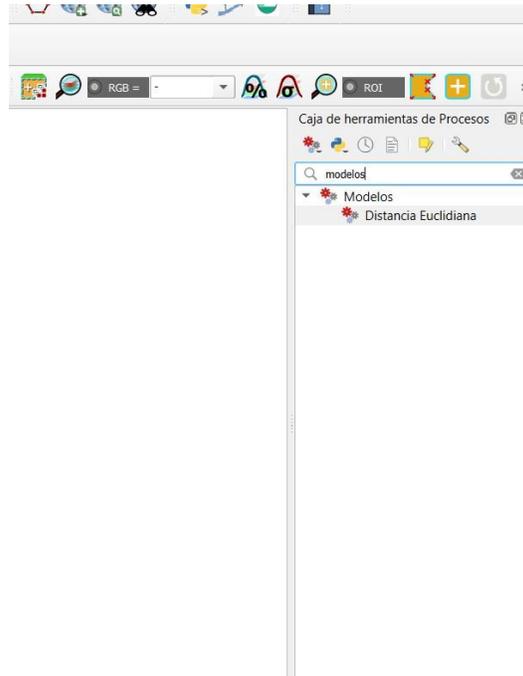
4. Creamos la capa para convertir de vector a raster



5. Finalmente, la herramienta de proximidad para calcular la distancia euclidiana

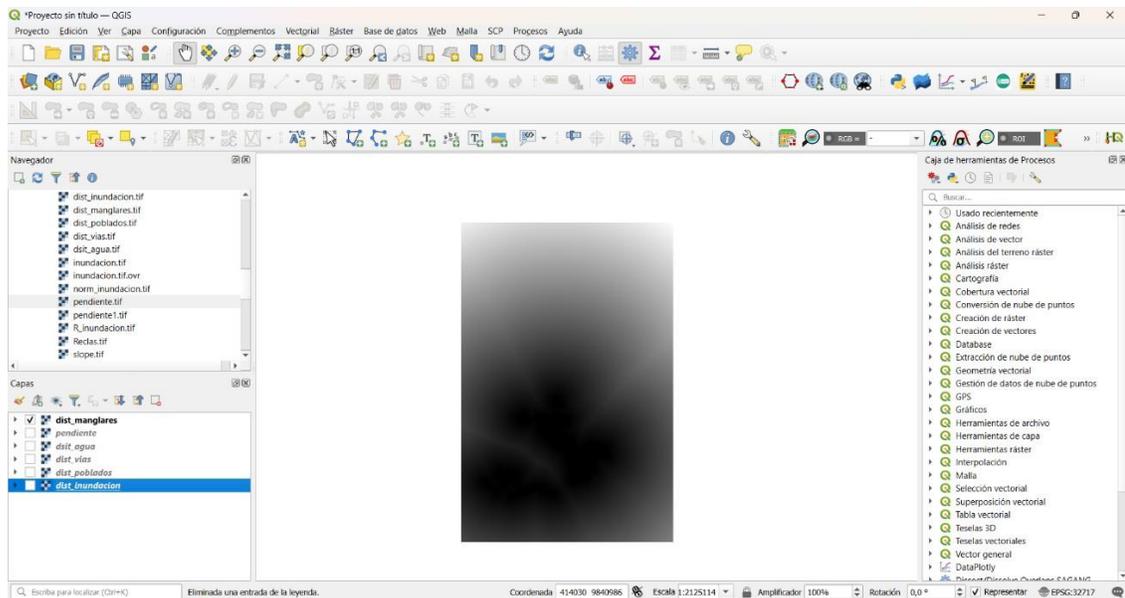


6. Guardamos el modelo y verificamos en la caja de herramientas

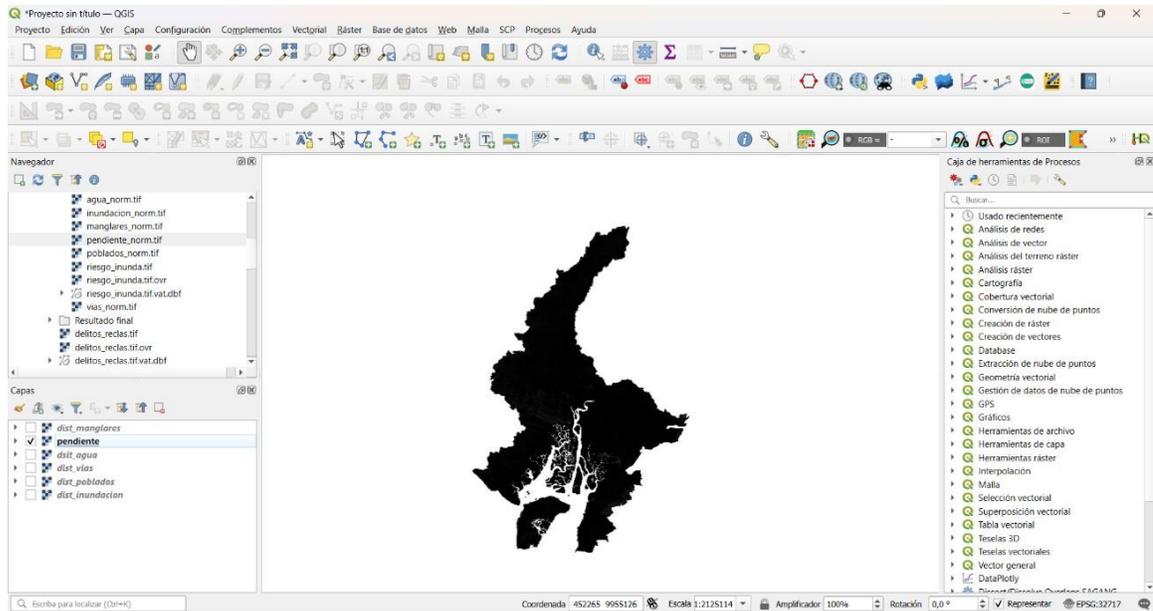


Anexo 2b Distancias Euclidianas

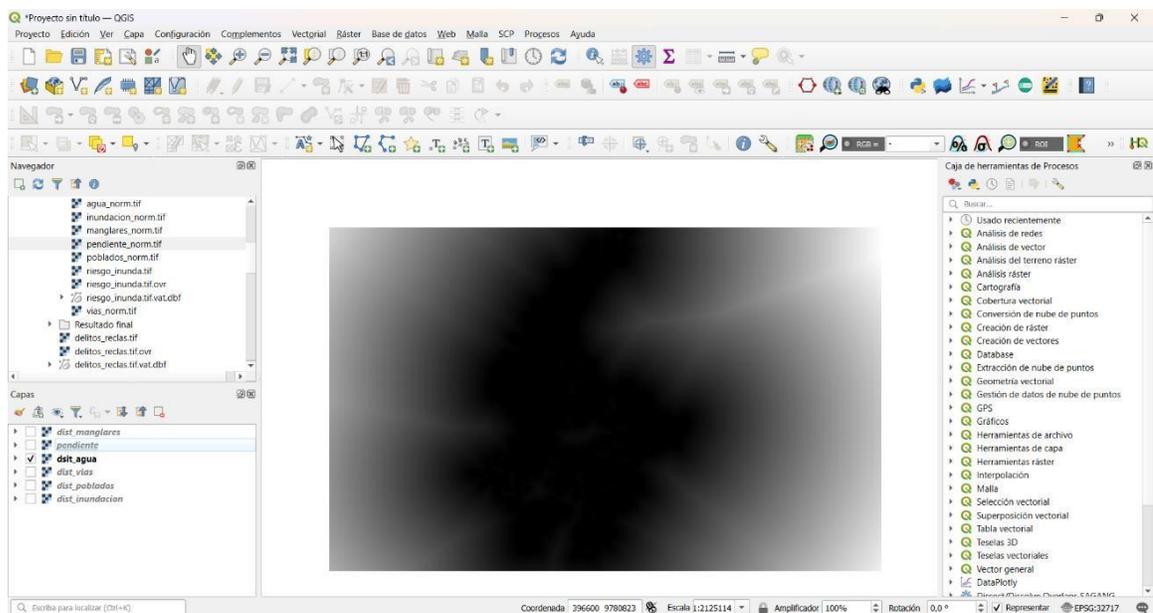
1. Distancia Euclidiana capa Manglares



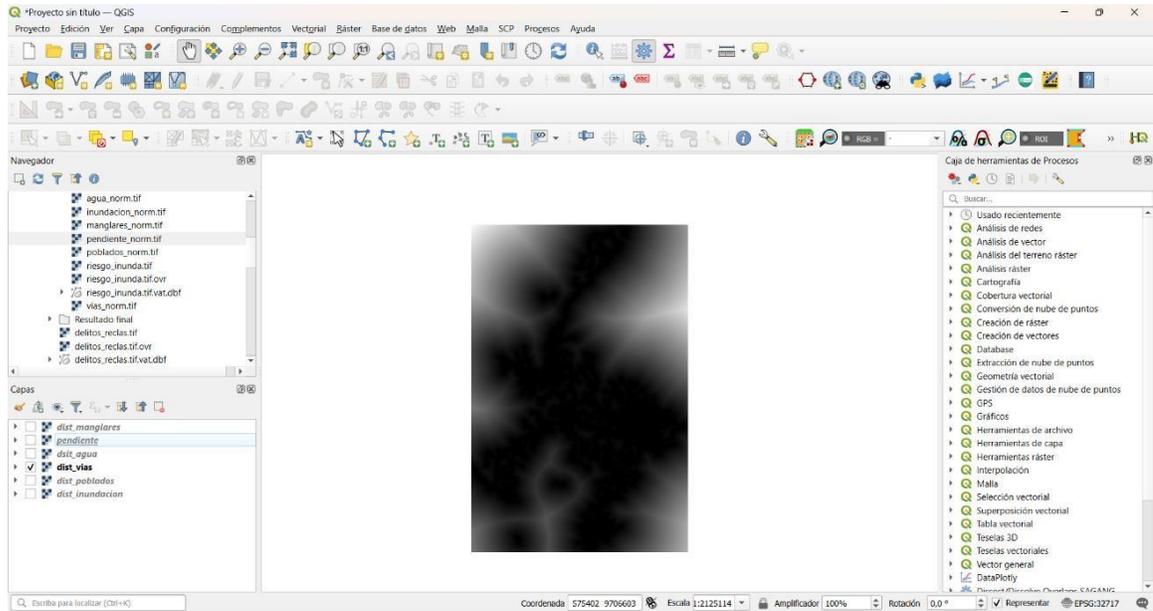
2. Capa de Pendientes



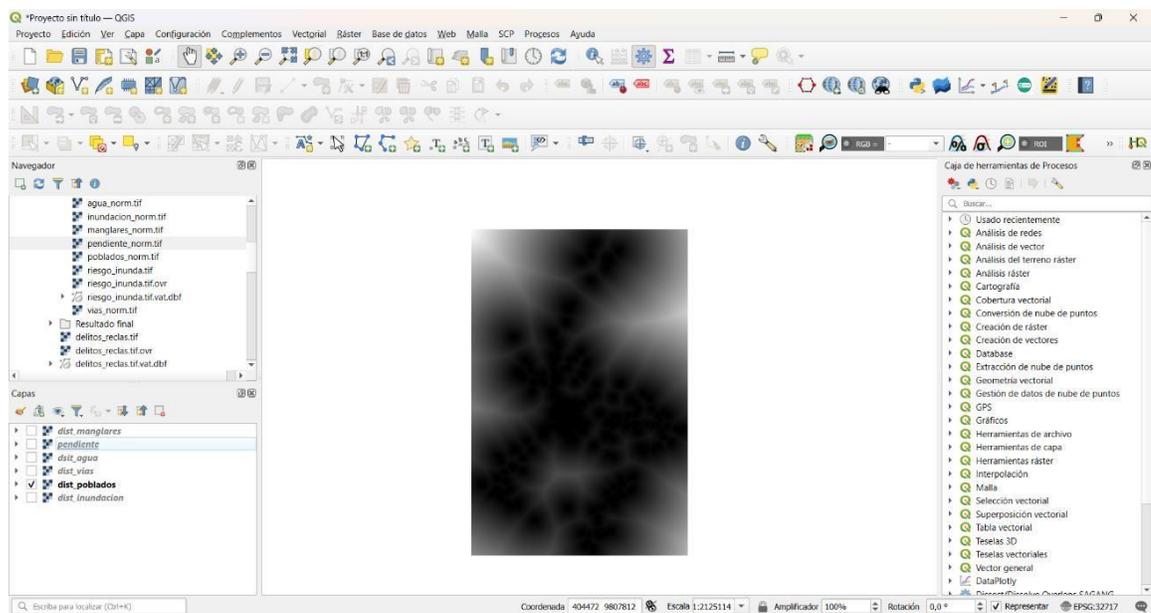
3. Distancia Euclidiana capa Ríos



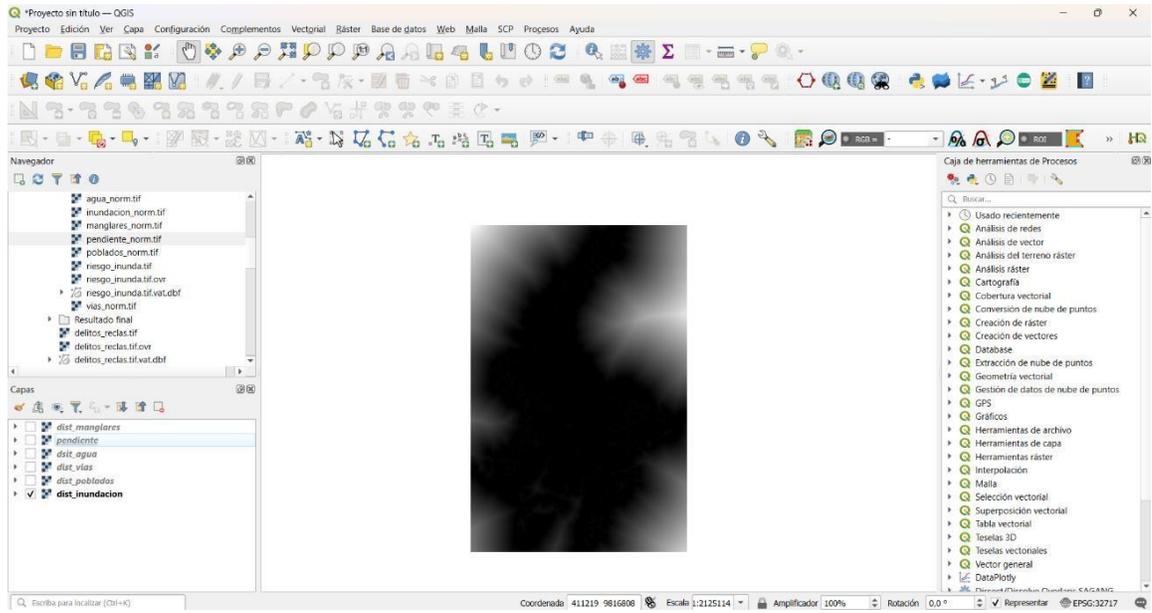
4. Distancia euclidiana capa de Vías



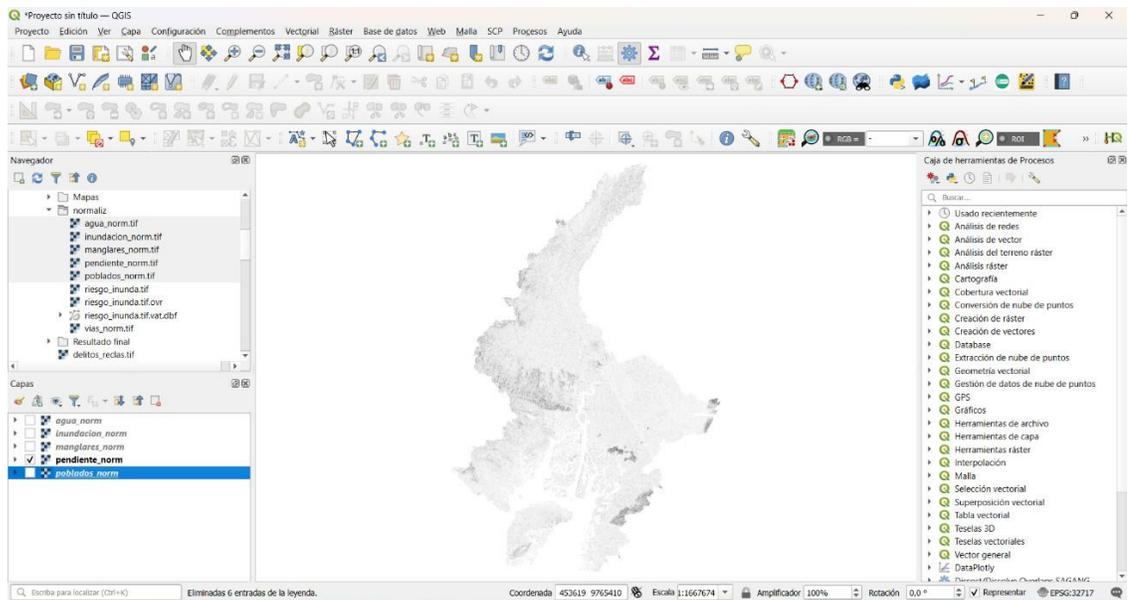
5. Distancia euclidiana capa Centros Poblados

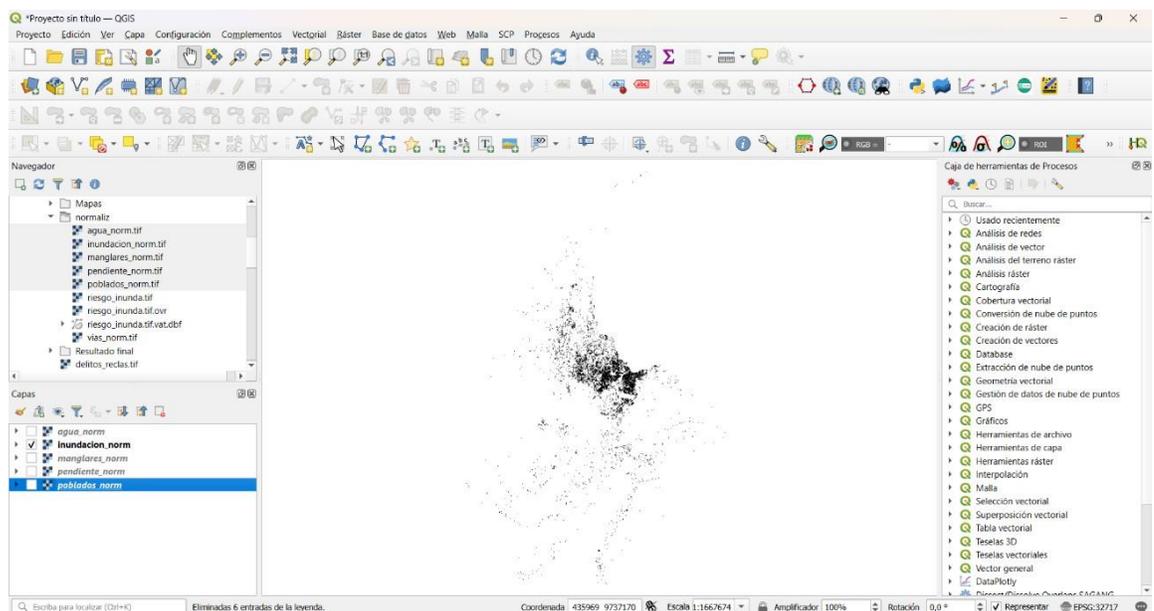
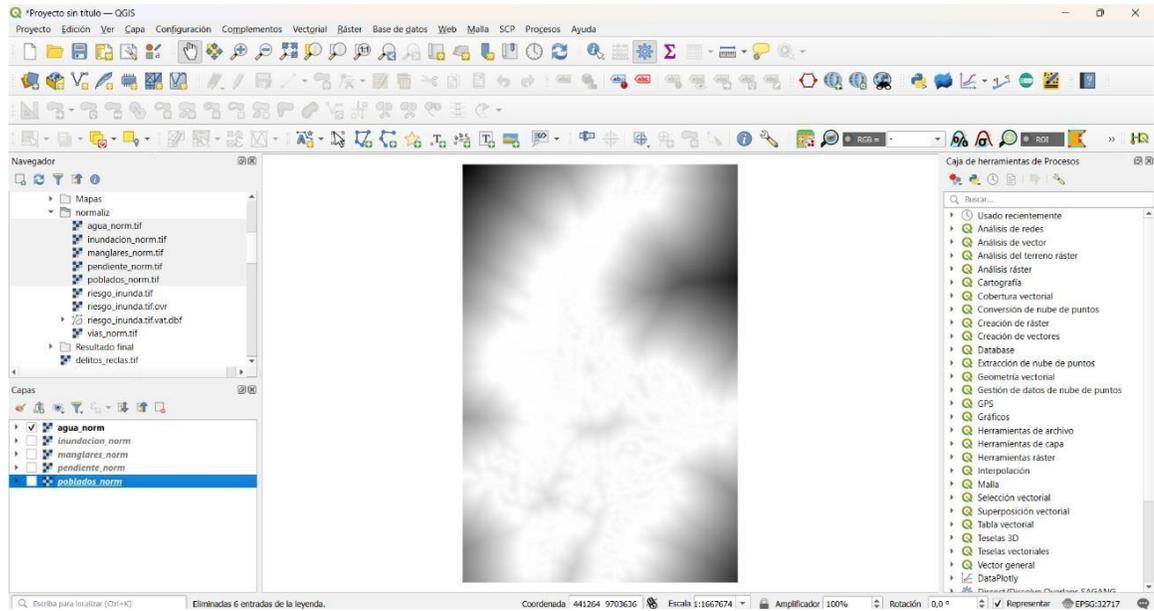


6. Distancia Euclidiana capa de Inundación



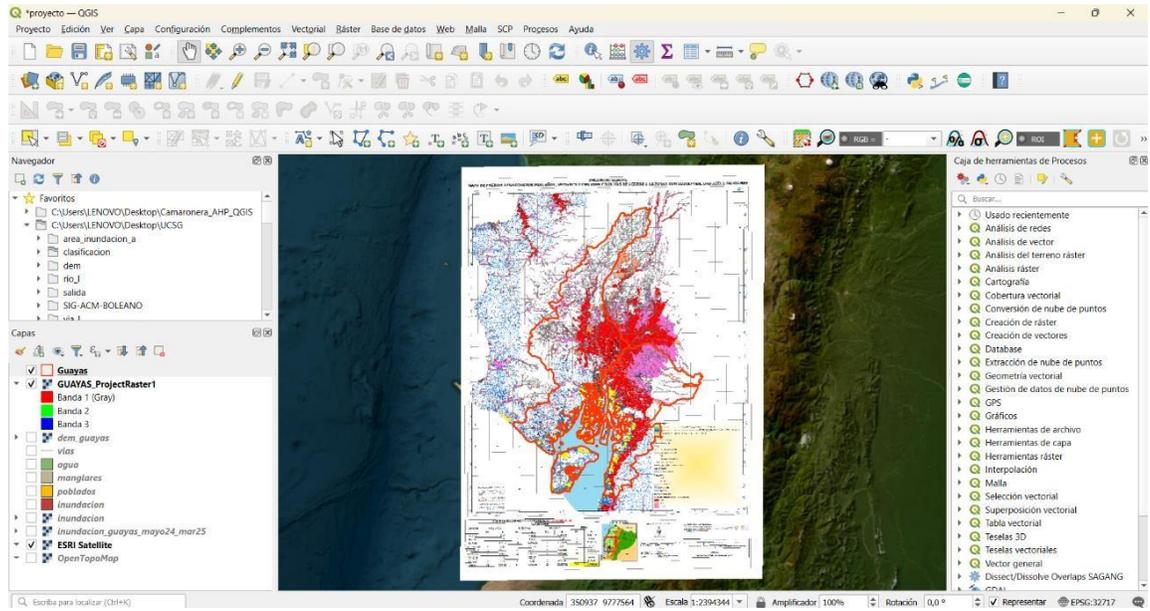
Anexo 2c Normalización de Capas



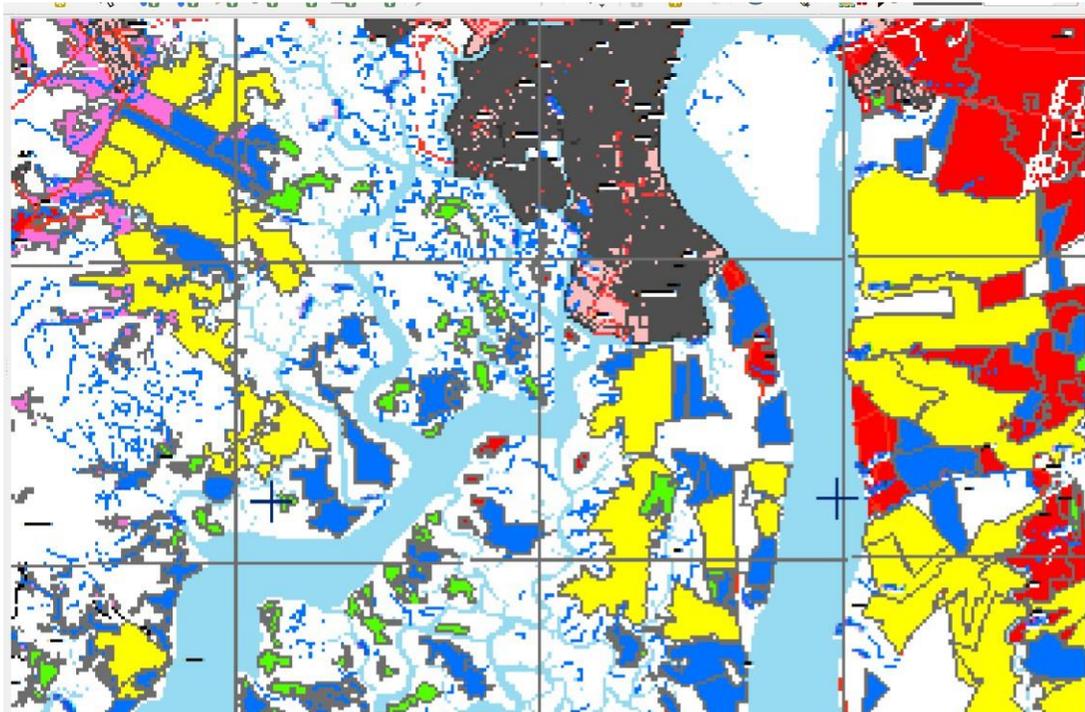


Otros Anexos del Proceso espacial Realizado

1. Para validar el mapa: antes de realizar la validación era necesario ubicar este mapa png de forma espacial para lo cual se procedió a georreferenciar la imagen para que coincidiera espacialmente con el límite provincial de Guayas.



A continuación, se observa cómo se representan las camaroneras



Simbología :

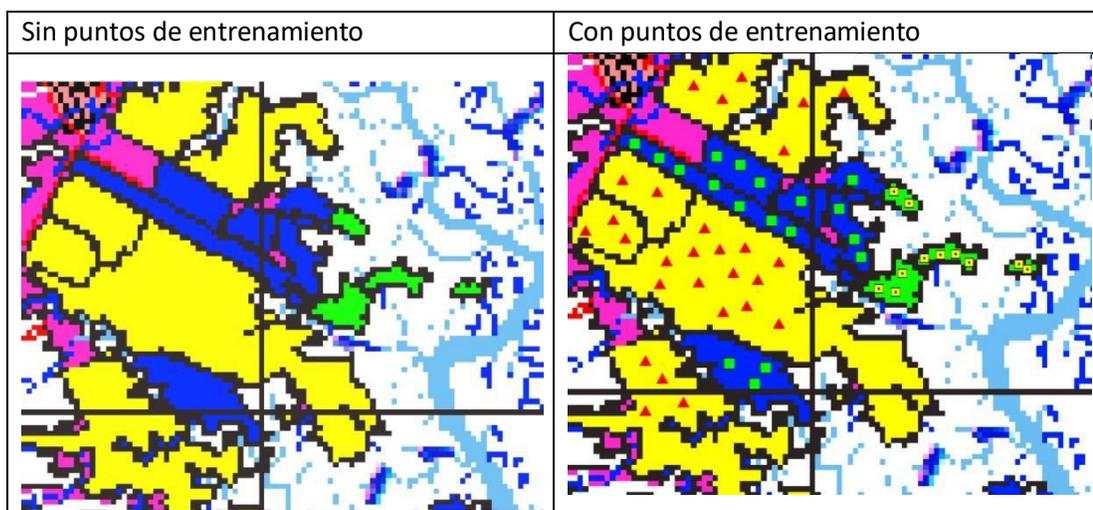
- CAMARONEROS_PEQUENOS_(MENOR_O_IGUAL_A_50_HECTAREAS)
- CAMARONEROS_MEDIANOS_(MAYOR_A_50_HECTAREAS_Y_MENOR_O_IGUAL_A_250_HECTAREAS)
- CAMARONEROS_GRANDES_(MAYOR_A_250_HECTAREAS)

Sitios

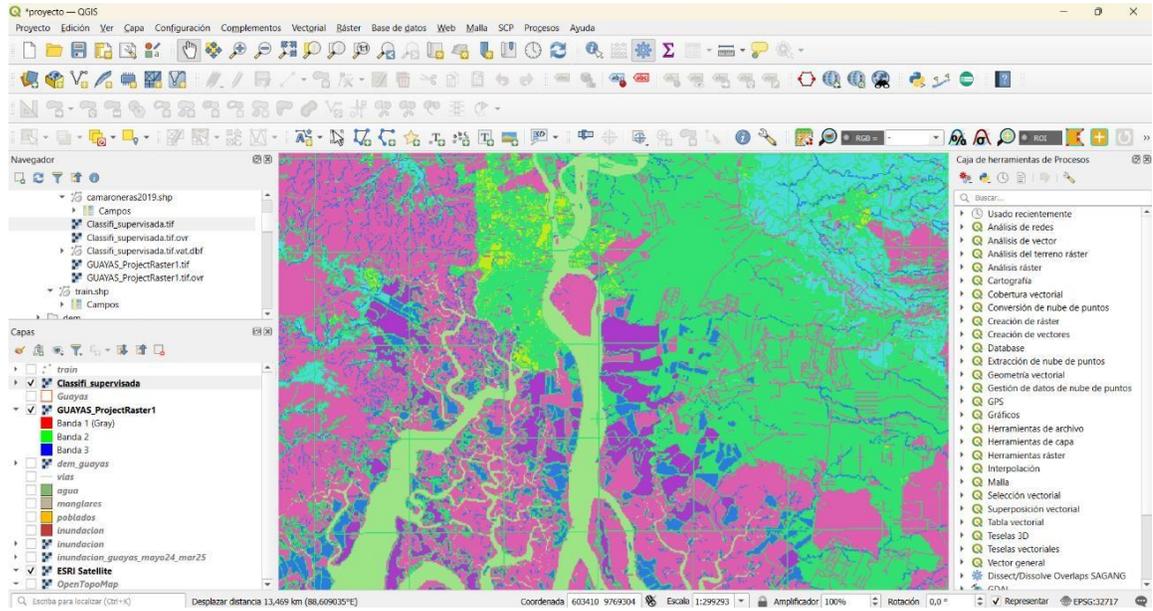
Una vez georreferenciado el mapa se procedió a digitalizar para lo cual se decidió realizar una clasificación supervisada de cada área que corresponde a las ubicaciones de las camaroneras, de acuerdo a la simbología que se encuentra en el mapa, para eso creamos un shp de entrenamiento que clasificamos de la siguiente manera:

- Con id 3 a las áreas de camaroneras de área mayor a 250 hectareas
- Con id 2 a las áreas mayores a 50 y menores a 250
- Con id 1 a las áreas menores o igual a 50

Para distinguir los puntos de entrenamiento se colocó iconos triangulares con id 3, cuadrados con id 2 y círculos con id 1.

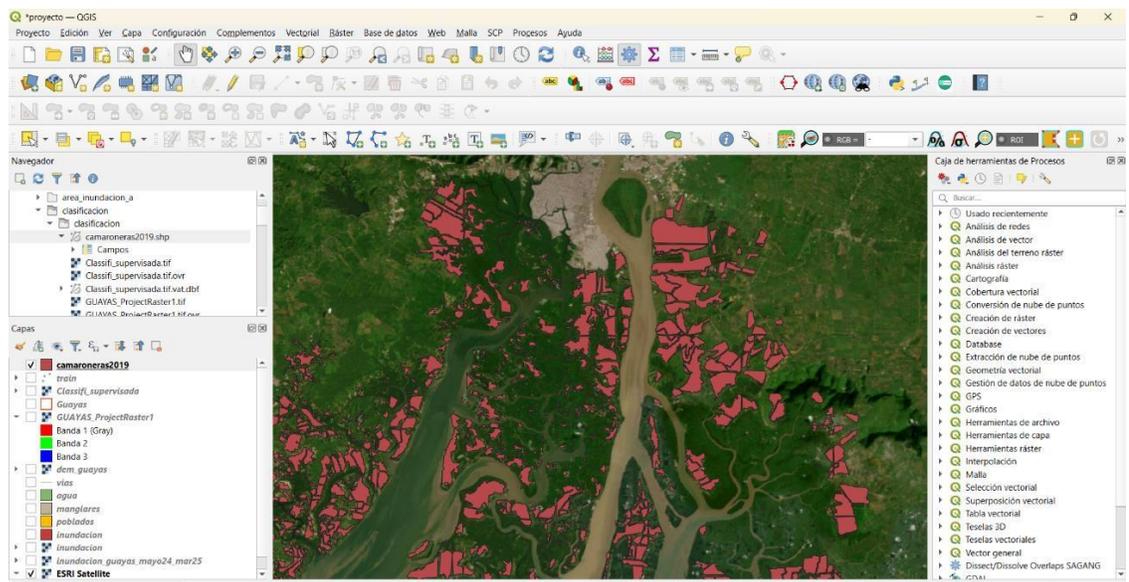


Una vez entrenado se procede a realizar la clasificación supervisada y se obtiene lo siguiente:

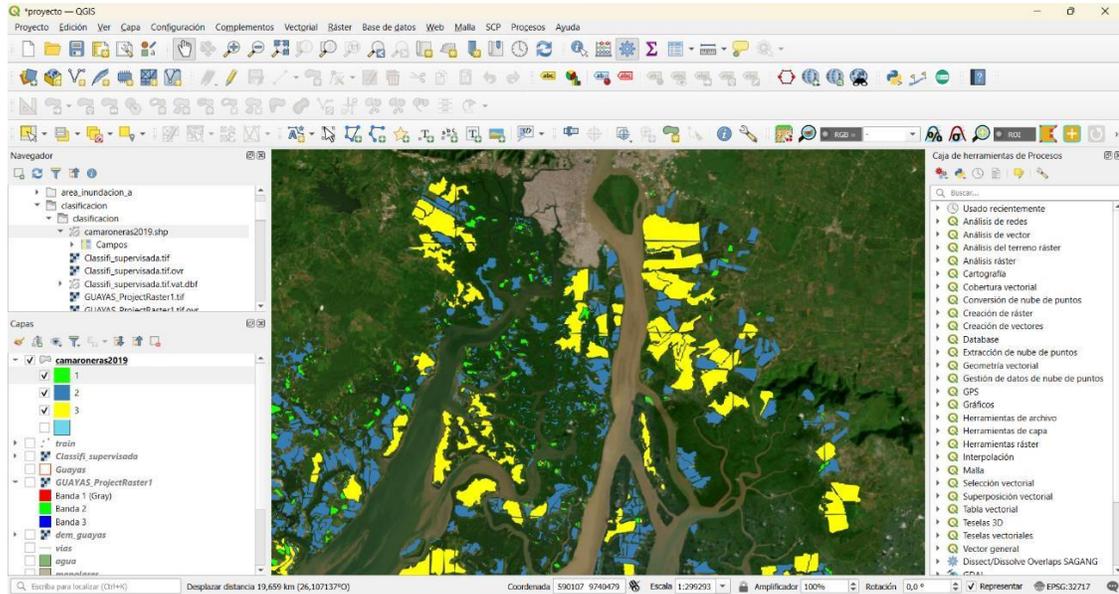


Se procede a transformar a shp y quedarnos solo con las áreas a las que corresponden a las camaroneras:

Áreas obtenidas de la clasificación supervisada



Áreas etiquetadas con colores distintivos





Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Aldaz Zurita Natasha Fernanda con C.C: 0250241577 autora del trabajo de titulación: Determinación de la ubicación óptima de un centro logístico camaronero mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica en la provincia del Guayas 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, 25 de julio de 2025



Firmado electrónicamente por:
NATASHA FERNANDA
ALDAZ ZURITA

Validar únicamente con FirmaEC

f. _____

Nombre: Natasha Fernanda Aldaz Zurita

C.C: 0250241577



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

| | | | |
|--|--|------------------------|----|
| TÍTULO Y SUBTÍTULO: | Determinación de la ubicación óptima de un centro logístico camaronero mediante análisis multicriterio y sistemas de información geográfica en la provincia del Guayas | | |
| AUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Natasha Fernanda Aldaz Zurita | | |
| REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres): | Ing. Neptalí Armando Echeverría Llumipanta, Mgs. | | |
| INSTITUCIÓN: | Universidad Católica de Santiago de Guayaquil | | |
| UNIDAD/FACULTAD: | Sistema de Posgrado | | |
| MAESTRÍA/ESPECIALIDAD: | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital | | |
| GRADO OBTENIDO: | Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital | | |
| FECHA DE PUBLICACIÓN: | 25 de julio de 2025 | No. DE PÁGINAS: | 49 |
| ÁREAS TEMÁTICAS: | Cartografía, sistema logístico | | |
| PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS: | Dispersión geográfica, industria camaronera, sector estratégico | | |

RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):

La provincial del Guayas concentra una de las mayores densidades camaroneras del Ecuador, lo que exige una infraestructura logística eficiente y adaptada al contexto territorial y ambiental. Actualmente el sistema logístico enfrenta limitaciones estructurales: saturación de vías, dispersión geográfica de la producción, inseguridad creciente y vulnerabilidad frente a amenazas naturales. Frente a esta situación, el presente estudio propone que la planificación de un centro logístico regional podría mejorar la eficiencia de la cadena de distribución camaronera. Para cumplir con el objetivo de este caso de estudio se propuso un modelo multicriterio utilizando Qgis y GEE, entornos SIG que permitieron integrar variables o factores importantes: vías, la topografía, cercanía a zonas protegidas o de sensibilidad ambiental, red hídrica, centros poblados y como factor antrópico amenaza a inundación. De acuerdo con el método de análisis multicriterio se asignó peso de ponderación para cada variable permitiendo obtener un índice de idoneidad espacial y un mapa en la cual se muestra las mejores zonas para ubicar el centro logístico. Como resultado final se pudo obtener zonas con alta y muy alta idoneidad especialmente en cantones de Balao, Tenguel y Naranjal. La precisión y validación del modelo resultante se confirmó al observar una coincidencia áreas con el registro oficial de granjas camaroneras realizado en el 2019. En este caso práctico se concluye que integrar metodologías de análisis multicriterio con entornos SIG se convierte en una herramienta



eficaz tanto para la planificación como para la toma de decisiones desde el punto de vista logístico para la construcción o identificación de sectores estratégicos. A demás como un plus agregado a este análisis incorpora un factor importante como la seguridad, considerando que es una de las provincias con índices delictivos en aumento que sirven para determinar zonas adecuadas para la construcción de este y cualquier tipo de infraestructura.

| | | |
|---|---|---|
| ADJUNTO PDF: | <input checked="" type="checkbox"/> SI | <input type="checkbox"/> NO |
| CONTACTO CON AUTORES: | Teléfono: 98 848 0102 | E-mail: natashaaldaz1997@gmail.com |
| CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: | Nombre: Neptalí Armando Echeverría Llumipanta | |
| | Teléfono: +593-4-3804600 | |
| | E-mail: neptali.echeverria@cu.ucsg.edu.ec | |
| SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA | | |
| Nº. DE REGISTRO (en base a datos): | | |
| Nº. DE CLASIFICACIÓN: | | |
| DIRECCIÓN URL (tesis en la web): | | |