



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

TEMA:

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

AUTOR:

Peña Benítez, Jhon Jairo

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

Guayaquil, Ecuador

2026



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

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Magister Jhon Jairo Peña Benitez, como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de (Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital

REVISOR

Ing. Neptali Armando Echeverría Llumipanta

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Armando Echeverría

Guayaquil, a los 16 del mes de abril del año 2026



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Jhon Jairo Peña Benítez**

DECLARO QUE:

El trabajo “*Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG)*”. previa a la obtención del **Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 16 del mes de abril del año 2026



Jhon Jairo Peña Benítez



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

AUTORIZACIÓN

Yo, Jhon Jairo Peña Benítez

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

Guayaquil, a los 16 del mes de abril del año 2026

EL AUTOR:



Jhon Jairo Peña Benítez



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

REPORTE COMPILATIO



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

CONTROL PLAGIO PEÑA

ID : ed85912282d3ed64490a6d01e2345c90adfbad2e



2%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : CONTROL PLAGIO PEÑA.txt
Tamaño del archivo original : 5,25 MB
Número de palabras : 4808
Número de caracteres : 34990

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

Resumen (sección 1/3)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Similitudes

0%

Sintáctica 0% Semántica No medido

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA

2%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :



Textos entre comillas

0%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

AGRADECIMIENTO

**Agradezco a DIOS.
A Mi Padre, Mi Madre y Mi hermana.**

Jhon Jairo Peña Benítez

DEDICATORIA

**Dedico a DIOS.
A Mi Padre, Mi Madre y Mi hermana.**

Jhon Jairo Peña Benítez

Contenido

RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
MARCO CONCEPTUAL BREVE	3
DATOS Y FUENTES	4
METODOLOGÍA	5
CRITERIOS, ESTANDARIZACIÓN Y PONDERACIÓN	6
RESULTADOS	7
BIBLIOGRAFÍA	49

Índice de Tablas

Tabla 1 Datos y Fuentes	4
Tabla 2 Clasificación de las variables (13).....	7
Tabla 3 Rangos de ponderación de las vías	15
Tabla 4 Ponderación del uso de la tierra	18
Tabla 5 ponderación a la susceptibilidad a inundaciones	21
Tabla 6 Ponderación de la susceptibilidad a movimientos en masa	24
Tabla 7 Ponderación a susceptibilidad a incendios	27
Tabla 8 Ponderación de la variable pendiente	30
Tabla 9 Matriz de comprobación por pares	33
Tabla 10 Matriz de comprobación por pares en decimales.....	33
Tabla 11 Matriz AHP Normalizada.....	34
Tabla 12 Producto de la matriz original por el vector de prioridad.....	35
Tabla 13 matriz de pesos normalizados y verificados	35
Tabla 14 Verificación de consistencia.....	35
Tabla 15 Atributos de las tres mejores opciones.....	43

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1 Metodología.....	6
Ilustración 2 Proceso de buffer en gasoducto	8
Ilustración 3 Resultado de buffer del Gasoducto	8
Ilustración 4 Proceso de merge con las capas restrictivas.....	9
Ilustración 5 Resultado de la unión de capas restrictivas	9
Ilustración 6 Capas viales en la provincia del Guayas.....	12
Ilustración 7 Proceso merge uniendo las capas viales.....	13
Ilustración 8 Procedimiento para rasterizar	13
Ilustración 9 Ráster de red vial resultante.....	14
Ilustración 10 Proceso proximity raster.....	14
Ilustración 11 Ráster de distancia vial	15
Ilustración 12 Proceso de reclassify by table	16
Ilustración 13 Ventana de tabla de atributos con la ponderación	19
Ilustración 14 Ráster del uso de suelo.....	19
Ilustración 15 Ventana del fied calculator de susceptibilidad a inundaciones	21
Ilustración 16 Ráster de susceptibilidad a inundaciones ponderado	22
Ilustración 17 Recorte del ráster de movimientos en masa	25
Ilustración 18 Ventana de la capa reclasificada.....	25
Ilustración 19 Susceptibilidad a incendios.....	27
Ilustración 20 Ventana de la capa de pendiente de terreno	30
Ilustración 21 Ventana ráster calculator con la fórmula de pesos	36
Ilustración 22 Formula proceso AHP	37

Ilustración 23 Ráster calculator para extraer valores mayores a 2.95.....	40
Ilustración 24 Vista de zonas de idoneidad máxima.....	41
Ilustración 25 Ventana para poligonyze	41
Ilustración 26 Exportación de polígonos	43

Índice de Mapas

Mapa 1 Restricción total en la provincia del Guayas.....	10
Mapa 2 Ráster de restricción total.....	11
Mapa 3 Red vial ponderada	17
Mapa 4 Cobertura de uso de la tierra	20
Mapa 5 Susceptibilidad a inundaciones	23
Mapa 6 Susceptibilidad a movimientos en masa	26
Mapa 7 Susceptibilidad a incendios	29
Mapa 8 Pendientes.....	32
Mapa 9 Idoneidad intermedia.....	38
Mapa 10 Idoneidad final	39
Mapa 11 Opciones de Idoneidad	44
Mapa 12 Opción 1	45
Mapa 13 Opción 2	46
Mapa 14 Opción 3	47

RESUMEN

La presente investigación sobre el Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), usando el modelo de evaluación multicriterio con análisis analítico jerárquico. Se analizó la influencia de 13 variables geoespaciales de fuentes oficiales como lo es el Instituto Geográfico Militar, Ministerio de Ambiente y Energía, Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Obras Públicas, algunas de estas variables son de restricción absoluta como lo es las áreas protegidas entre otros, se hizo la matriz de pesos donde la variable red vial fue la que más peso obtuvo, esto se debe a la complejidad de llegar a tiempo a una emergencia, seguido por susceptibilidad a inundación, uso de suelo, susceptibilidad a movimiento en masa, susceptibilidad a incendios, pendiente. La investigación arrojó los tres mejores lugares puntuados y mejor ubicados en centralidad en la provincia, como sitio a escoger se dio el ubicado en el cantón de Duran por su centralidad, cercanía a las vías principales, cercanía a las vías que conectan a los puertos en los ríos.

Palabras clave: Sistemas de información geográfica, Centro de operaciones de emergencia COE, idoneidad, análisis multicriterio.

ABSTRACT

This study examines a multi-criteria analysis to determine the optimal location for a Provincial Emergency Operations Center (COE-P) in Guayas using Geographic Information Systems (GIS) and a multi-criteria evaluation model based on hierarchical analysis. The influence of 13 geospatial variables from official sources such as the Military Geographic Institute, the Ministry of Environment and Energy, the Secretariat of Risk Management, and the Ministry of Public Works was analyzed. Some of these variables are absolute constraints, such as protected areas, among others. A weighting matrix was created, in which the road network variable received the highest weight. due to the complexity of arriving on time at an emergency, followed by flood susceptibility, land use, susceptibility to mass movement, fire susceptibility, and slope. The study identified the three highest-scoring and best-located sites in terms of centrality within the province. The site selected was located in the canton of Duran due to its centrality, proximity to major roads, and proximity to the roads connecting to the river ports.

Keywords: Geographic Information Systems, Emergency Operations Center (EOC), suitability, multi-criteria analysis.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuentra enfocado en encontrar un lugar idóneo para la creación de un Centro de Operaciones de emergencia Provincial (COE – P), la cual servirá como infraestructura crítica para coordinar respuestas en logística en comunicación para la toma de decisiones a escala provincial en especial en crisis provinciales. La Constitución del Ecuador en su artículo 389, menciona la obligación del estado en cuidar y proteger a los ciudadanos ante los efectos de los desastres de la naturaleza y el artículo 390 menciona la descentralización y responsabilidades de las instituciones según su territorio.

Para encontrar el lugar idóneo de ubicación del Centro de Operaciones Estratégicas Provincial que será el encargado de monitorear, coordinar, responder, dirigir, apoyar a cualquier institución se debe buscar los mejores criterios para su ubicación que no esté en zonas prohibidas, de riesgos, movilidad entre otros este análisis se lo hace con información oficial de entidades como: Ministerio de Ambiente y Energía (MAE), Instituto Geográfico Militar (IGM), Ministerio de Obras Públicas (MOP), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR).

Se usa sistemas de información geográfica (SIG) y análisis multicriterio para que proporcione un conjunto de herramientas para tomar la mejor decisión de ubicación, las variables son: Cobertura y uso de la tierra, Red vial estatal, Red vial, Humedal, Plan Socio Bosque (PSB), Bosque y vegetación protectora (BVP), Sistema nacional de áreas protegidas (SNAP), Zonas susceptibles a inundaciones, Zonas susceptibles a movimientos en masa, zonas susceptibles a incendios, gasoducto, pendientes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la ubicación óptima para un COE-P en la provincia del Guayas utilizando SIG y un modelo de evaluación multicriterio.

Objetivos específicos

1. Recopilar, depurar y estandarizar capas geoespaciales relevantes (vías, riesgos, topografía, uso de suelo, infraestructura crítica, etc.).
2. Modelar accesibilidad (distancias y/o tiempos de desplazamiento) hacia zonas y nodos estratégicos.
3. Construir y aplicar un modelo multicriterio ponderado para generar un mapa de idoneidad territorial.
4. Identificar y justificar técnica y cartográficamente las mejores alternativas de ubicación (top 3–5).
5. Elaborar productos cartográficos y un informe técnico que sustenten la recomendación final.

MARCO CONCEPTUAL BREVE

Centro de operaciones de emergencias

Los centros de operaciones de emergencias son espacios físicos ubicados estratégicamente para coordinar las respuestas a emergencias, esta instalación contribuye a las actividades de emergencia, gestión de información, control de operaciones ente otros. (OMS, 2026)

Sistemas de Información geográfica

Los sistemas de información geográfica es una herramienta que permite la gestión, análisis la cual permite edición, lectura y almacenamiento. El SIG es una herramienta fundamental para trabajar con información georreferenciada. (Olaya, 2020)

Análisis Multicriterio Espacial

El análisis multicriterio es la rama del análisis multicriterio que adopta las variables espaciales con un entorno SIG, uno de sus principios es la decisión por localización tomando variables espaciales para tomar una mejor decisión, y aunque esta decisión no se puede resolver son una sola variable.

Procesos analítico Jerárquico

El proceso analítico jerárquico es una metodología para la cuantificación de variables de importancia concerniente, esta se basa en la comparación por pares, es decir un análisis minucioso de una variable versus cada una de las otras variables, tiene una escala fundamental del 1 al 9, con una matriz cuadrada de comparación.

Esta matriz es reciproca es decir si la variable A es 7 veces más significativa que la variable D, entonces D es $1/7$.

DATOS Y FUENTES

Toda la información fue descargada de fuentes oficiales, se realizó los respectivos cortes de la provincia del Guayas, y se encuentran todas en el sistema de referencia WGS 84 Zona 17 Sur, como primer paso de estandarización.

Tabla 1 Datos y Fuentes

Nr o.	CAPA	VARIABLES A CONSIDERAR EN LA PONDERACIÓN	FUENTE	ESCALA	LINK
1	Cobertura y uso de la tierra	CUERPO DE AGUA' 'INFORMACIÓN NO DISPONIBLE' 'TIERRA AGROPECUARIA' 'TIERRA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA' 'TIERRA FORESTAL' 'TIERRA SIN COBERTURA VEGETAL' 'ZONA ANTRÓPICA'	(MAG, 2020)	1:25000	http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/4f7e118f-0439-42bf-ab62-f0e7c842a379
2	Red vial estatal		(MOP, 2019)	1:250000	https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/
3	Red vial	RUTA LOCAL' 'RUTA PRIMARIA' 'RUTA SECUNDARIA'	(IGM, 2012)	1:250000	https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/
4	Red vial	RUTA LOCAL' 'RUTA PRIMARIA' 'RUTA SECUNDARIA'	(IGM, 2011)	1:50000	https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/
5	Humedal		(MAE, 2017)	1:100000	http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/
6	PSB		(MAE, 2024)	3.513888889	http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/
7	BVP		(MAE, 2025)	1:50000	http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/

8	SNAP		(MAE, 2025)	1:50000	http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/
9	zonas susceptibles a inundaciones	ALTA, BAJA, MEDIA, NO APLICABLE, SIN	(SGR, 2024)	1:25000	https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/controldeentrodedescarga/contenidos/index.php
10	zonas susceptibles a movimientos en masa	SIN SUSCEPTIBILIDAD, BAJA, MEDIA, ALTA, MUY ALTA.	(SGR, 2011)	1:50000	https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/controldeentrodedescarga/contenidos/index.php
11	zonas susceptibles a incendios	MUY BAJA, BAJA, MEDIA, ALTA, MUY ALTA	(SGR, 2011)	1:50000	https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/controldeentrodedescarga/contenidos/index.php
12	gasoducto		(MAE, 2021)	1:50000	https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/
13	Pendiente	ESCARPADA 'FUERTE' 'MEDIA' 'MEDIA A FUERTE' 'MUY ESCARPADA' 'MUY FUERTE' 'MUY SUAVE' 'NO APLICABLE' 'PLANA' 'SUAVE'	(MAG, 2019)	1:25000	http://geoportal.agricultura.gob.ec/

Fuente: Elaboración propia

La metodología se la integro por 6 pasos fundamentales replicables en software libre como QGIS, con herramientas de geoprocreso, las cuales se pueden observar a continuación en la siguiente imagen.

METODOLOGÍA

La metodología se la integro por 6 pasos fundamentales replicables en software libre como QGIS, con herramientas de geoprocreso, las cuales se pueden observar a continuación en la siguiente imagen.

Ilustración 1 Metodología



Fuente: Elaboración propia

CRITERIOS, ESTANDARIZACIÓN Y PONDERACIÓN.

Todas las capas deben tener un mismo sistema de referencia en este caso es el WGS 84 17S, para garantizar que el proceso sea correcto, adicional a esto se realizó un corte sobre la provincia del Guayas. Ya que estas capas fueron descargadas de fuentes oficiales estas capas abarcaban a todo el Ecuador.

Las capas ráster se realizó una estandarización en el tamaño del pixel, esto se lo hizo en QGIS con la herramienta Rasterize.

Seguido de esto, las capas deben ser clasificadas ya que varía información tiene restricciones legales, o riesgos altos donde no se podría construir, esta etapa es la base donde sale o se indica que zonas son las más aptas para la construcción y que zonas son excluidas de todo el criterio.

Las 13 capas se las clasifico en dos posibles categorías: en una restricción total y variable ponderable, que es uno de los pasos más críticos al iniciar el análisis, todos los criterios deben ser avalados bajo el marco normativo de las leyes ecuatorianas o razones de seguridad.

Tabla 2 Clasificación de las variables (13)

Nro.	CAPA	CLASIFICACIÓN	Criterios
1	Cobertura y uso de la tierra	Ponderación	Categorías que pueden estar acorde a la construcción sin restricciones.
2	Red vial estatal	Ponderación	Redes de comunicación que unen a la provincia, revisión de distancias.
3	Red vial	Ponderación	Redes de comunicación que unen a la provincia, revisión de distancias.
4	Red vial	Ponderación	Redes de comunicación que unen a la provincia, revisión de distancias.
5	Humedal	Restricción Total	Convenio Ramsar (Ley 18, R.O. 31, 1992)
6	PSB	Restricción Total	Programas para proteger zonas de bosques, convenios con el esatdo.
7	BVP	Restricción Total	El COA establece en el artículo 78 su protección.
8	SNAP	Restricción Total	El artículo 405 de la constitución protege a estas áreas.
9	zonas susceptibles a inundaciones	Ponderación	Amenazas reales que se deben clasificar según sus niveles.
10	zonas susceptibles a movimientos en masa	Ponderación	Amenazas reales que se deben clasificar según sus niveles.
11	zonas susceptibles a incendios	Ponderación	Amenazas reales que se deben clasificar según sus niveles.
12	gasoducto	Restricción mixta	Es una restricción que se debe analizar la distancia de exclusión del gaseoducto por seguridad.
13	Pendiente	Ponderación	Viabilidad para una construcción en una zona segura, ponderación variable.

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS:

- **Mapas intermedios por criterio.**

Como primer paso se realizó la estandarización de todas las variables, al pasarlas a un mismo sistema de referencia UTM WGS84 Zona 17 Sur.

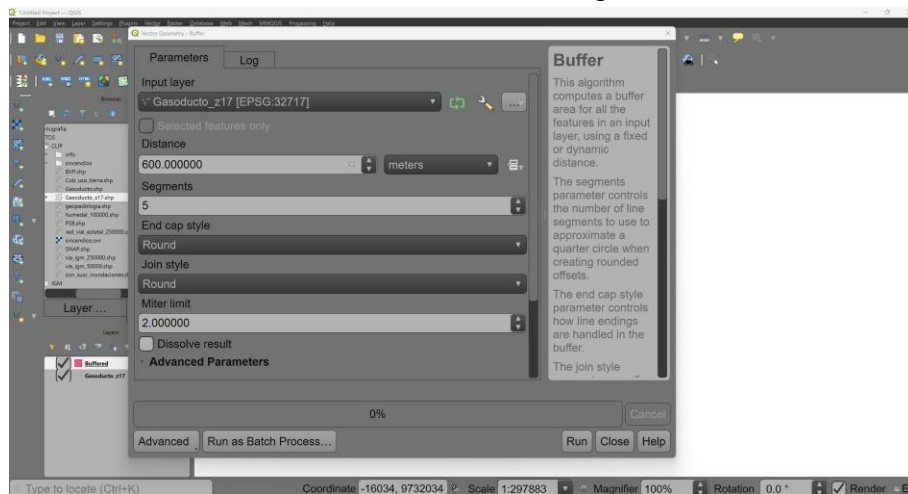
Restricción total

Como se vio anteriormente las capas más restrictivas son las áreas de conservación y el gaseoducto por lo que se decide realizar una unión de todas estas capas para mantener lo

restrictivo. El gasoducto se realiza un buffer de 600 metros según el radio de impacto potencial por rotura y todo se une en una capa de restricción total.

Para esto se usa el programa Qgis con la herramienta Buffer, con una configuración de 600 metros alrededor del gasoducto.

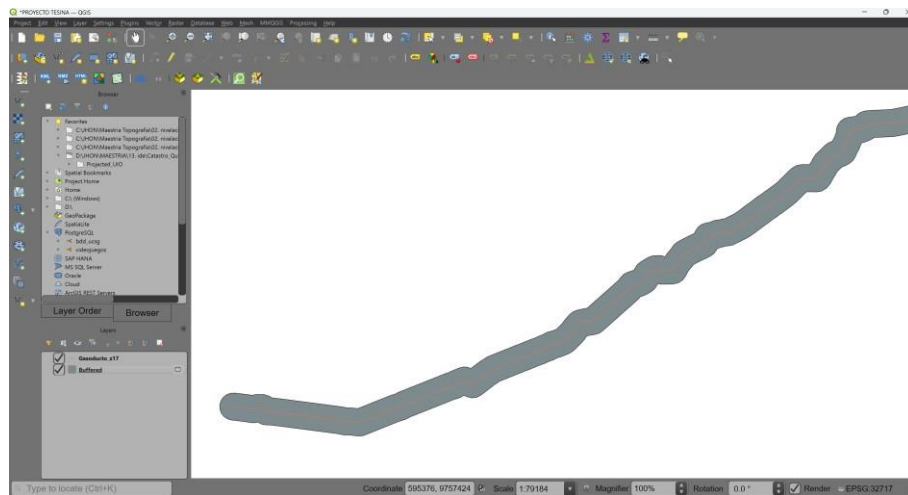
Ilustración 2 Proceso de buffer en gasoducto



Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la imagen se puede observar el buffer de 600 metros alrededor del gasoducto.

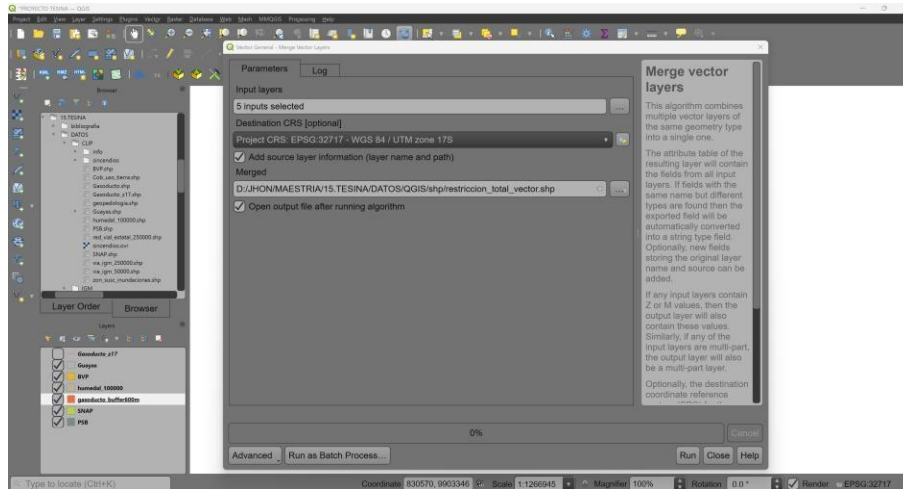
Ilustración 3 Resultado de buffer del Gasoducto



Fuente: Elaboración propia

Una vez con el buffer del gasoducto se procedió a unir las capas que son totalmente restrictivas, con la herramienta merge uniendo las cinco capas

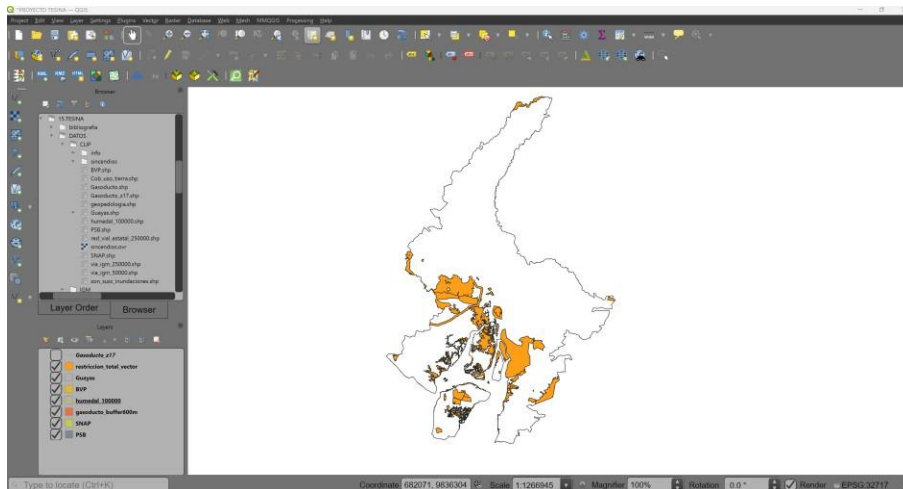
Ilustración 4 Proceso de merge con las capas restrictivas



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen se puede observar las capas con restricción total ya unidas.

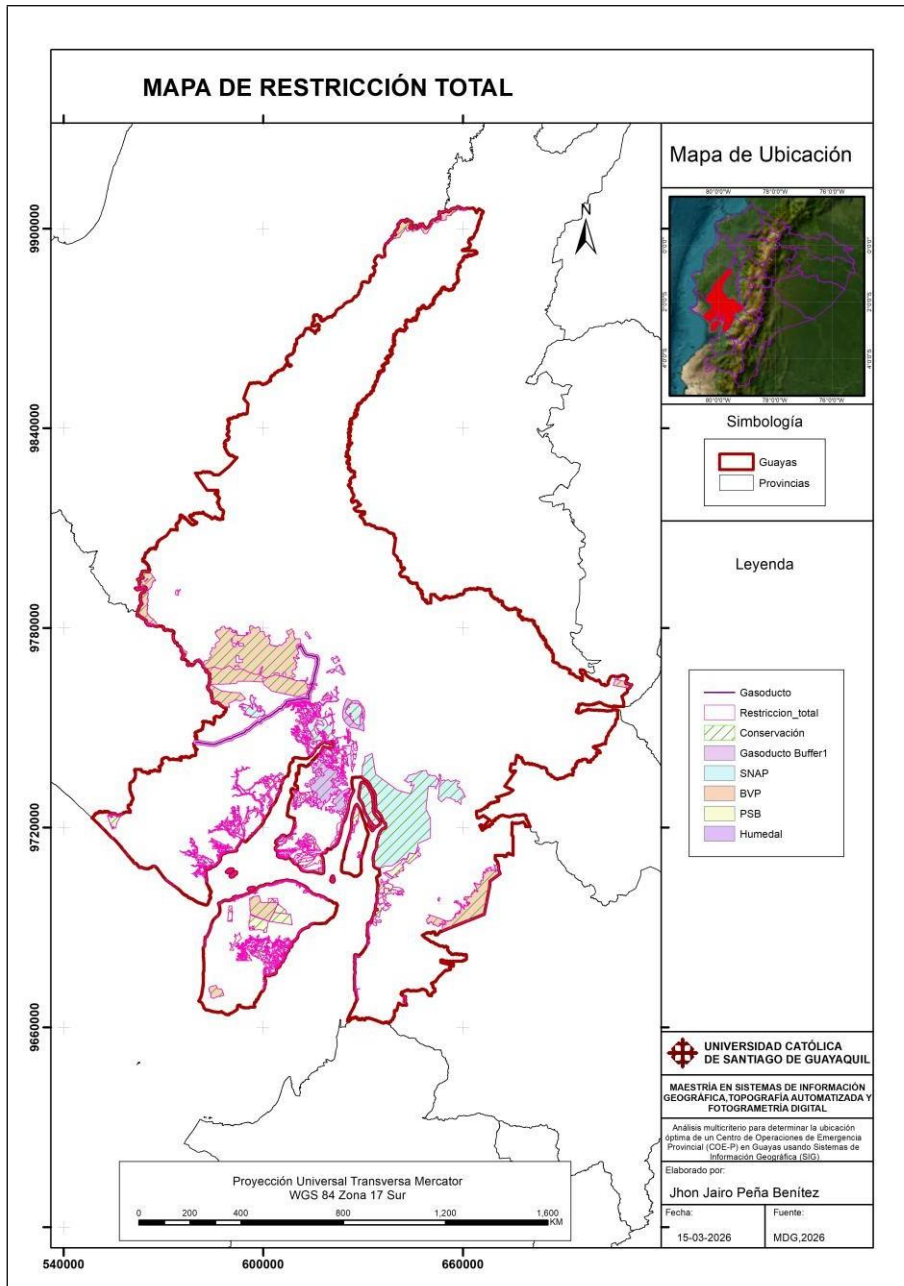
Ilustración 5 Resultado de la unión de capas restrictivas



Fuente: Elaboración propia

La siguiente ilustración se puede observar el mapa de las zonas con restricción.

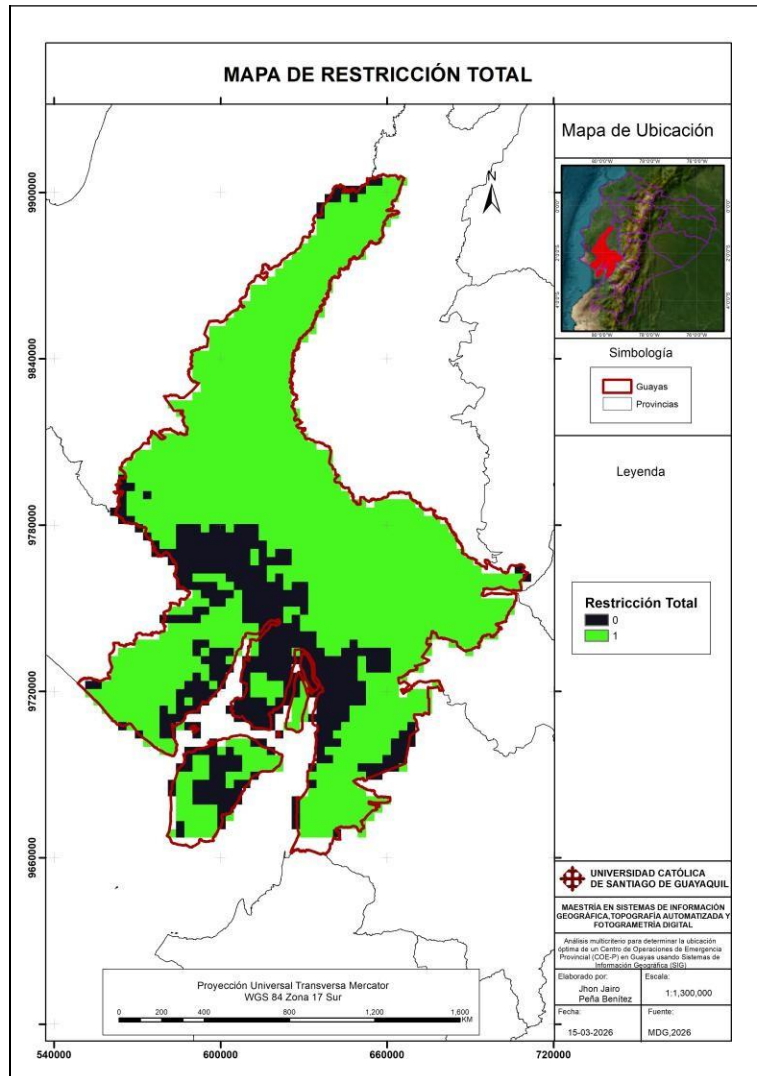
Mapa 1 Restricción total en la provincia del Guayas



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado todas las uniones de las regiones completamente restrictivas, se procede a realizar la transformación a ráster, siendo cero las áreas restrictivas y 1 todas las demás de las provincias. A continuación, se ve el mapa donde la zona en negro son las zonas donde no se puede construir.

Mapa 2 Ráster de restricción total



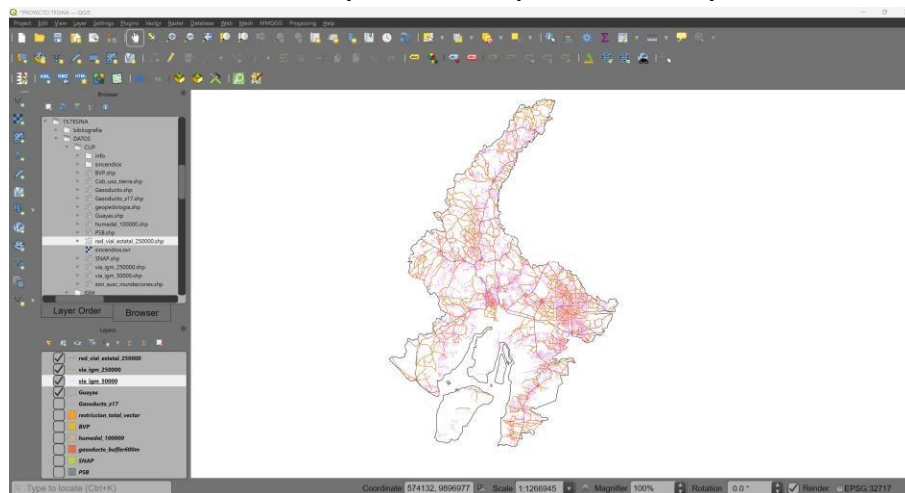
Fuente: Elaboración propia

Accesibilidad

La accesibilidad es uno de los criterios el cuál puede determinar la operatividad para el COEP, se deben integrar las 3 capas viales ya que una sola no cubre toda la provincia ya sea por restricciones legales al momento de obtener la información libremente o las distintas escalas que se encuentran libres. Las vías principales predominan el estudio al ser las mejores en movilidad por la dimensión de carriles.

En la siguiente imagen se puede observar las tres capas de vías que se obtuvo de fuentes oficiales, red vial estatal del MOP, red vial del IGM 250000 Y red vial 50000

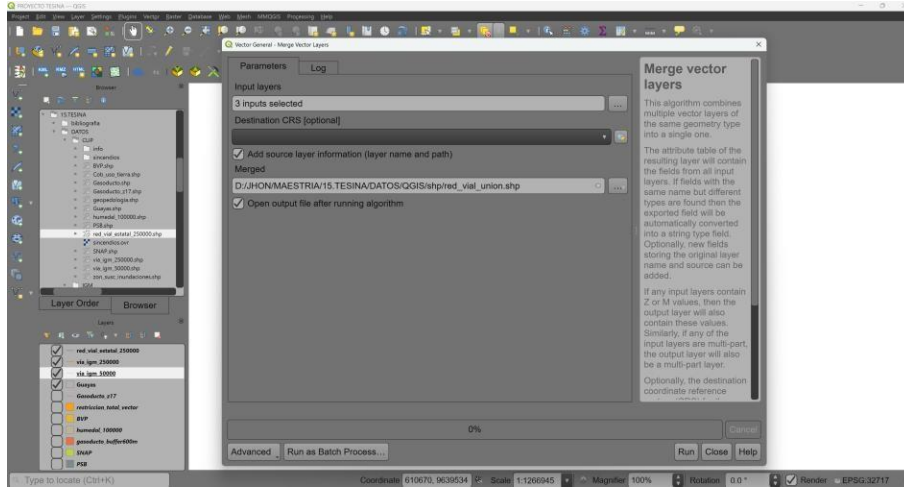
Ilustración 6 Capas viales en la provincia del Guayas.



Fuente: Elaboración propia

Las cuales de las redes viales se las unió mediante merge, como se puede observar a continuación en la imagen.

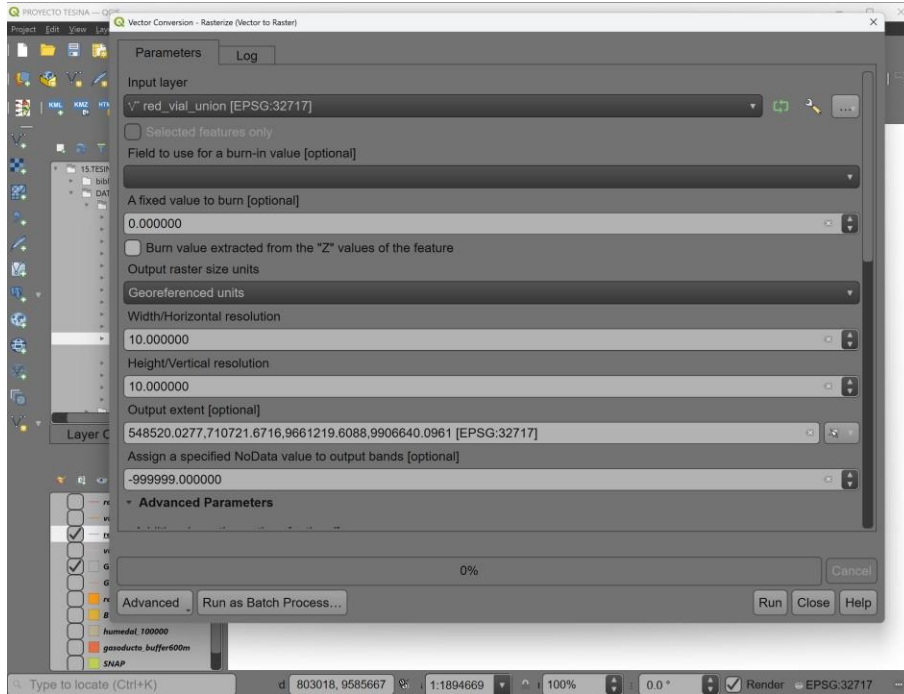
Ilustración 7 Proceso merge uniendo las capas viales



Fuente: Elaboración propia

Se realiza el cambio para rasterizar la capa unión de las vías, como podemos ver en la imagen.

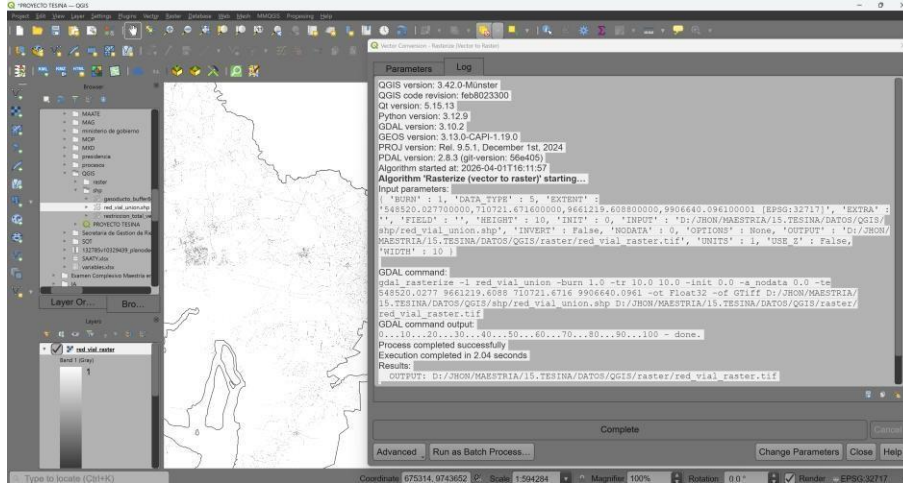
Ilustración 8 Procedimiento para rasterizar



Fuente: Elaboración propia

Se presenta el respectivo resultado del ráster de red vial.

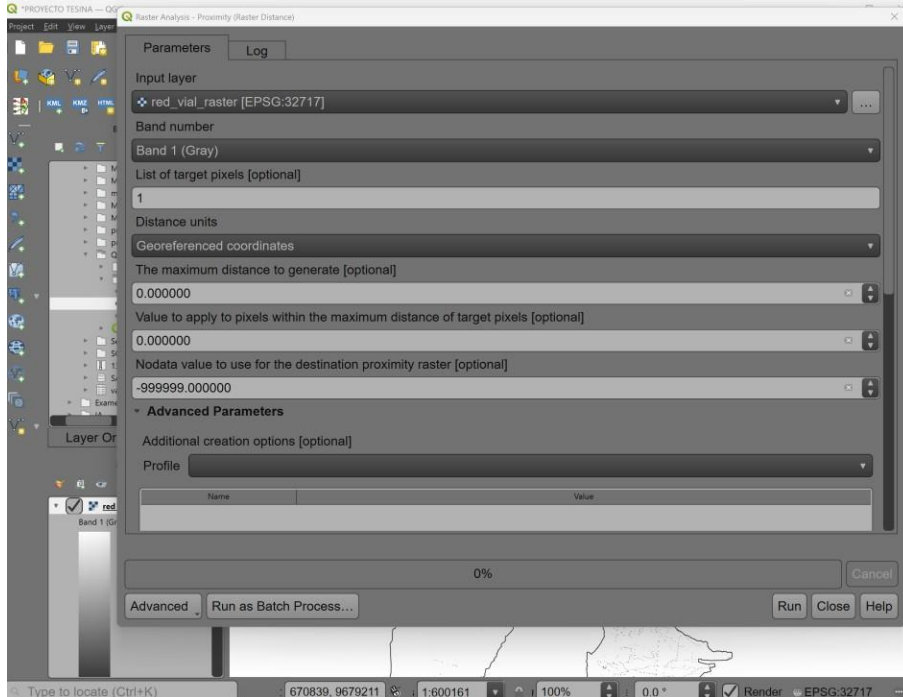
Ilustración 9 Ráster de red vial resultante.



Fuente: Elaboración propia

Se procede a calcular las distancias de las vías con la herramienta proximiy (ráster distance), para que se calcule distancias desde las vías.

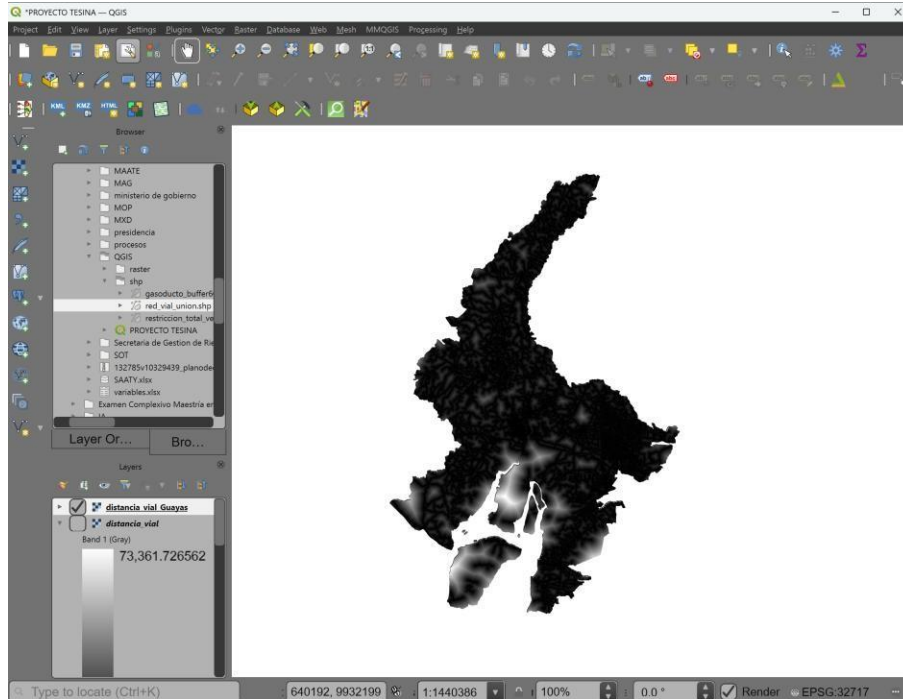
Ilustración 10 Proceso proximity raster



Fuente: Elaboración propia

Y se realiza un corte el cuál se puede ver en la imagen siguiente:

Ilustración 11 Ráster de distancia vial



Fuente: Elaboración propia

Seguido de esto realizamos la reclasificación de los valores siguiendo la tabla a continuación:

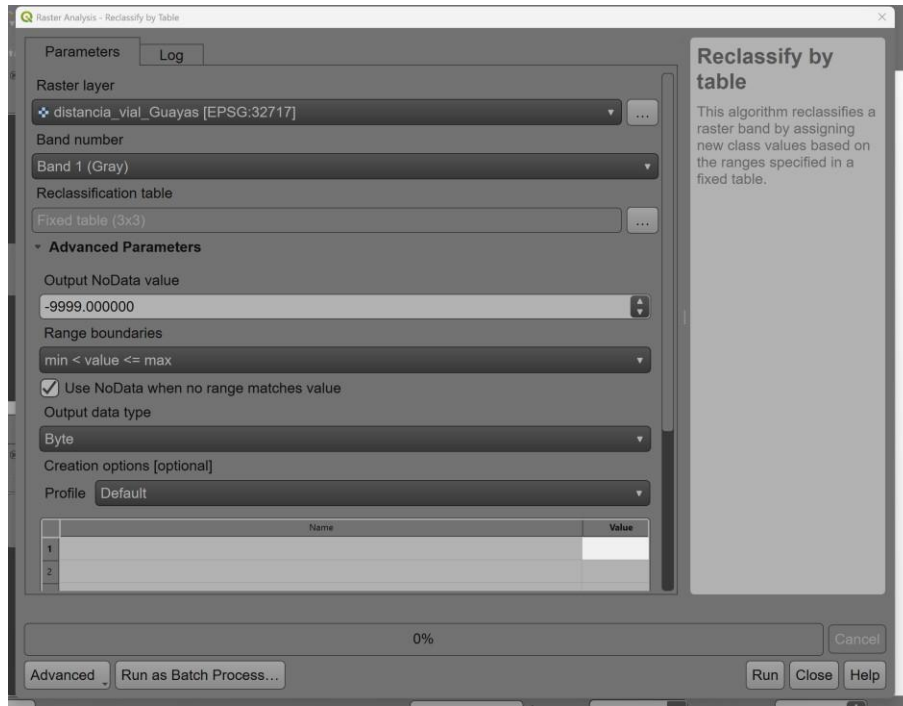
Tabla 3 Rangos de ponderación de las vías

Value	Rango Cercanía a vías	Ponderación
3	0 - 500	Acceso directo cerca a la vía principal.
2	501 - 2000	Accesible a unos 10 minutos desde la vía principal
1	2001 - máxima distancia	Distancia problemática para operaciones

Fuente: Elaboración propia

Se presenta los pasos en Qgis, iniciando con la reclasificación según la tabla anterior mente descrita, la herramienta usada es Reclassify by table

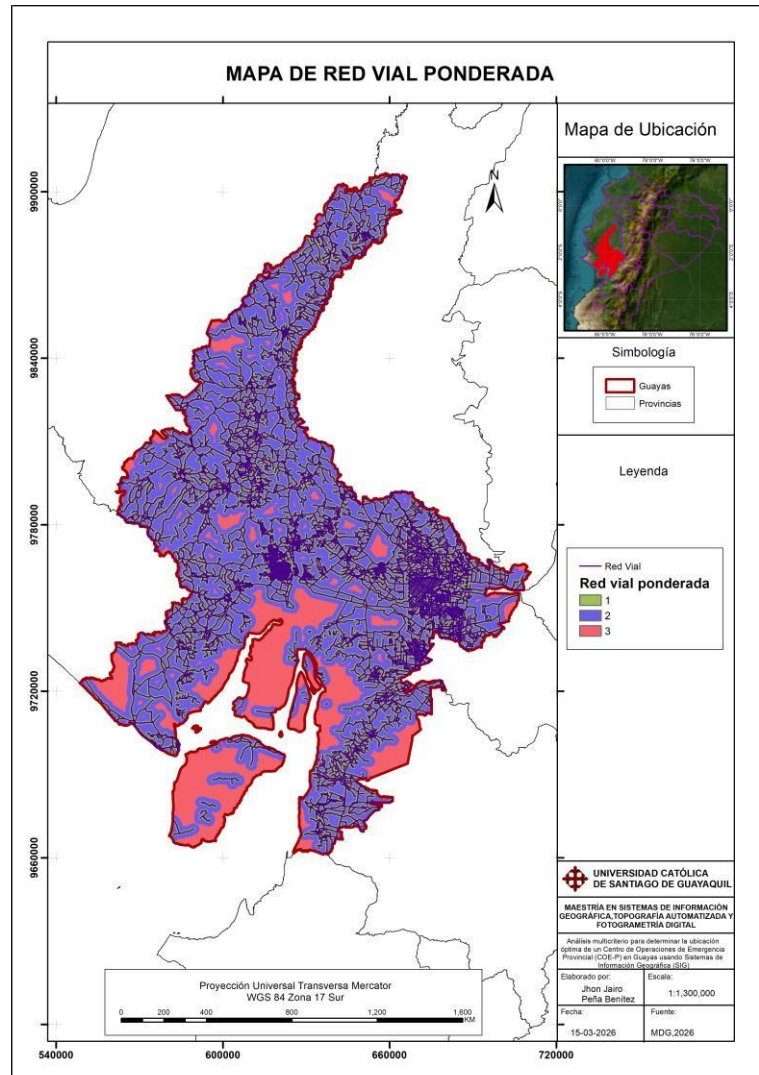
Ilustración 12 Proceso de reclassify by table



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar el mapa de distancias de la red vial ponderada.

Mapa 3 Red vial ponderada



Fuente: Elaboración propia

Cobertura y uso de la tierra

Esta capa dicta en qué estado se encuentra el terreno donde se podría construir y la posible normativa sobre construir los bienes públicos.

Se realizó las clasificaciones referentes a la siguiente tabla:

Tabla 4 Ponderación del uso de la tierra

Categoría interna	Value	Razón
TIERRA SIN COBERTURA VEGETAL	3	No tiene un uso conflictivo, puede estar disponible para la construcción.
TIERRA AGROPECUARIA	3	Se podrá transformar el uso mediante el cambio en el PUGS del cantón.
TIERRA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA	2	No tiene restricciones complejas puede ser analizada con facilidad.
ZONA ANTRÓPICA	2	Puede ser compatible con zonas de seguridad, pero al ser también zona industrial los precios en estas zonas pueden ser elevados en comparación a otras.
TIERRA FORESTAL	1	Tiene una cobertura vegetal alta, sin embargo, puede requerir permisos ambientales para su transformación y posterior construcción
INFORMACIÓN NO DISPONIBLE	1	No se puede tener datos
CUERPO DE AGUA	0	No se puede construir.

Fuente: Elaboración propia

Una vez recortada la capa y realizada la clasificación se procede a realizar la rasterización, esto se lo hizo mediante el field calculator.

La herramienta rasterize, se usó los valores entre (0,1,2,3) mediante una expresión con CASE y when.

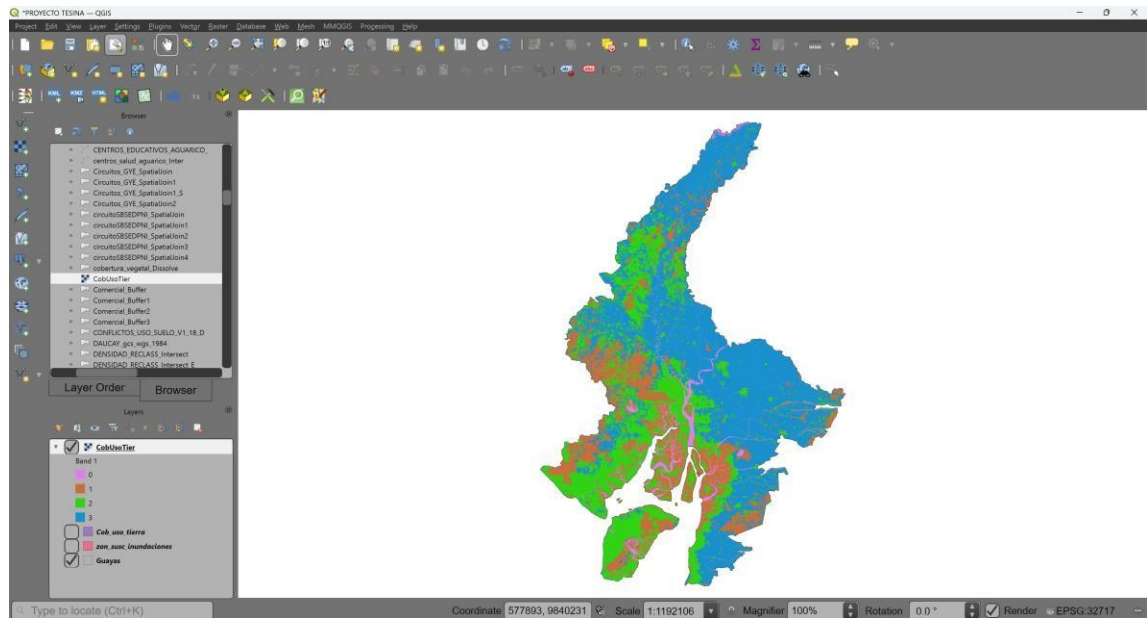
Ilustración 13 Ventana de tabla de atributos con la ponderación

	lnd3	lnd4	lnd5	lnd6	lnd7	lnd8	lnd9	lnd10	lnd11	lnd12	lnd13	lnd14	lnd15	lnd16	lnd17	lnd18	lnd19	lnd20	Value
1	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	0.01774969197	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	166.628131863...	177.459691965...	3.0000000000	
2	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	0.00301221802...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	45.0534350430	35.1221802030	3.0000000000	
3	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	0.026452056858	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	165.907169803...	264.520568578...	3.0000000000	
4	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	8.00163731191...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	71.91308306160	16.37311913000	3.0000000000	
5	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	6.755299872...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	0.78078852674	6.066752998...	3.0000000000	
6	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	0.06386570591	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	269.80931801...	638.65705905...	3.0000000000	
7	ULTIVO PERM...	FRUTALES	CACAO	CACAO	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	AGRICOLA	PEQUENA	NO	MERCANTIL	0.012555036481	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	Cfuc: Cacao	Cacao	111.95142978...	125.55036481...	3.0000000000	
8	ASTO CULTIVA...	NO APLICABLE	PASTO...	PASTO CULTIVA...	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	PECUARIO	MEDIANA	NO	MERCANTIL	0.00168819944...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	PC: Pasto culti...	Pasto cultivado	33.85733900980	16.88199440740	3.0000000000	
9	ASTO CULTIVA...	NO APLICABLE	PASTO...	PASTO CULTIVA...	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	PECUARIO	MEDIANA	NO	MERCANTIL	0.00466557994...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	PC: Pasto culti...	Pasto cultivado	43.92107859890	46.65379948910	3.0000000000	
10	ASTO CULTIVA...	NO APLICABLE	PASTO...	PASTO CULTIVA...	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	PECUARIO	MEDIANA	NO	MERCANTIL	0.0037882078...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	PC: Pasto culti...	Pasto cultivado	71.27886973690	37.7882078660	3.0000000000	
11	ASTO CULTIVA...	NO APLICABLE	PASTO...	PASTO CULTIVA...	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	PECUARIO	MEDIANA	NO	MERCANTIL	7.36403849553...	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	PC: Pasto culti...	Pasto cultivado	4.50132635119	6.0736403849552	3.0000000000	
12	ASTO CULTIVA...	NO APLICABLE	PASTO...	PASTO CULTIVA...	CULTIVO PERM...	NO APLICABLE	PECUARIO	MEDIANA	NO	MERCANTIL	0.01961172333	HECTAREAS	EL CODIGO (Eco...	PC: Pasto culti...	Pasto cultivado	209.1967232427	196.117233301	3.0000000000	

Fuente: Elaboración propia

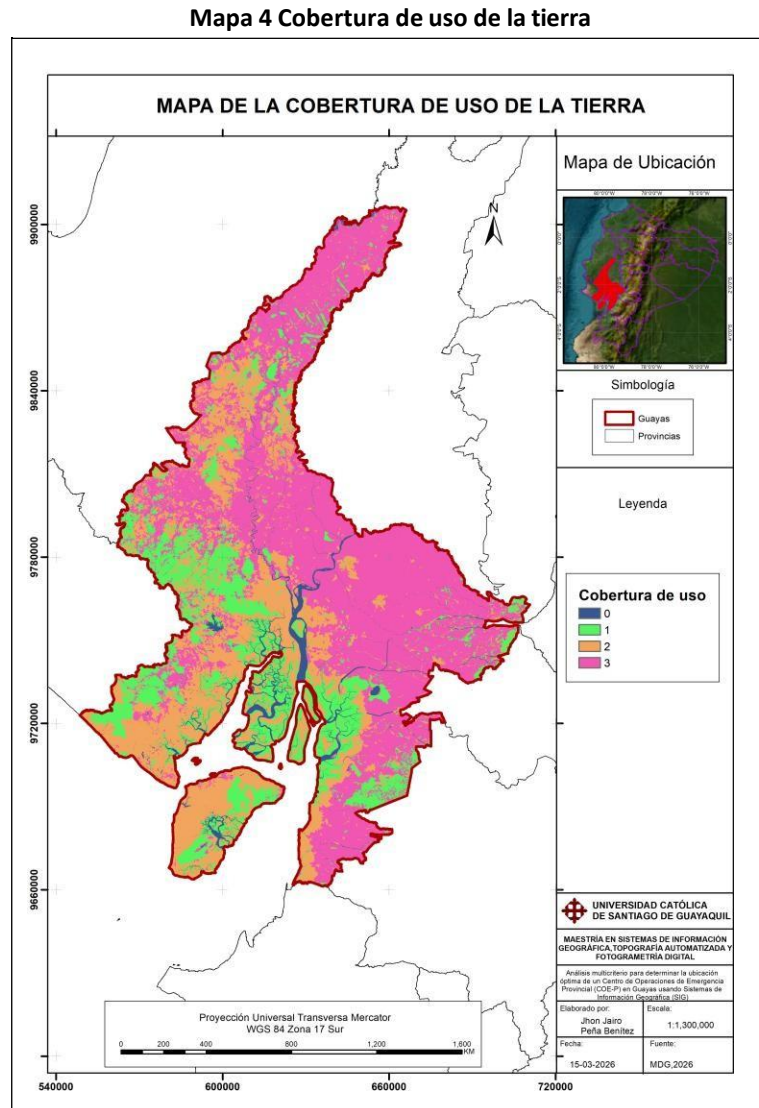
Se presenta el resultado de la rasterización y clasificación del uso de suelo.

Ilustración 14 Ráster del uso de suelo



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente ilustración podemos observar el mapa de Cobertura de Uso de la Tierra.



Fuente: Elaboración propia

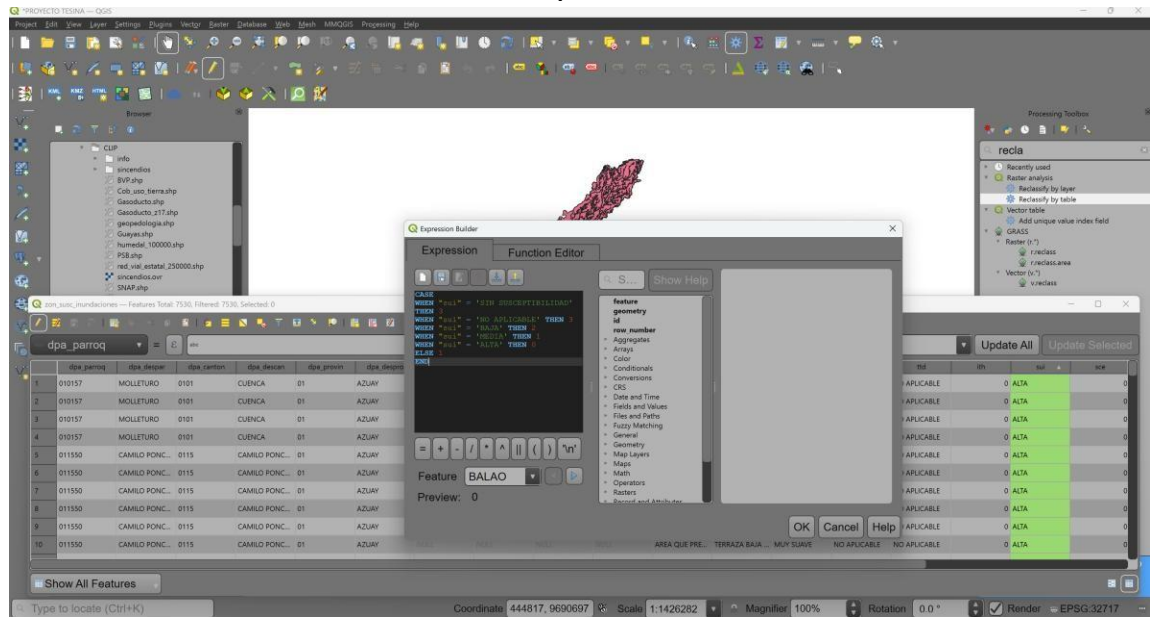
Susceptibilidad a inundaciones

Esta es una de las capas más importantes para realizar el análisis ya que la provincia por tener grandes extensiones de llanura al ser una provincia costera tiene gran susceptibilidad a

inundaciones. Esta lógica de ponderación es inversa ya que a mayor susceptibilidad a inundaciones es menor la idoneidad a que se encuentre un sitio para construir un COEP.

Se realizó la siguiente ponderación utilizando el código que se puede ver en la siguiente imagen usando los códigos case y when el cuál se usa en el field calculator.

Ilustración 15 Ventana del field calculator de susceptibilidad a inundaciones



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta en la siguiente tabla la ponderación de la susceptibilidad a inundaciones.

Tabla 5 ponderación a la susceptibilidad a inundaciones

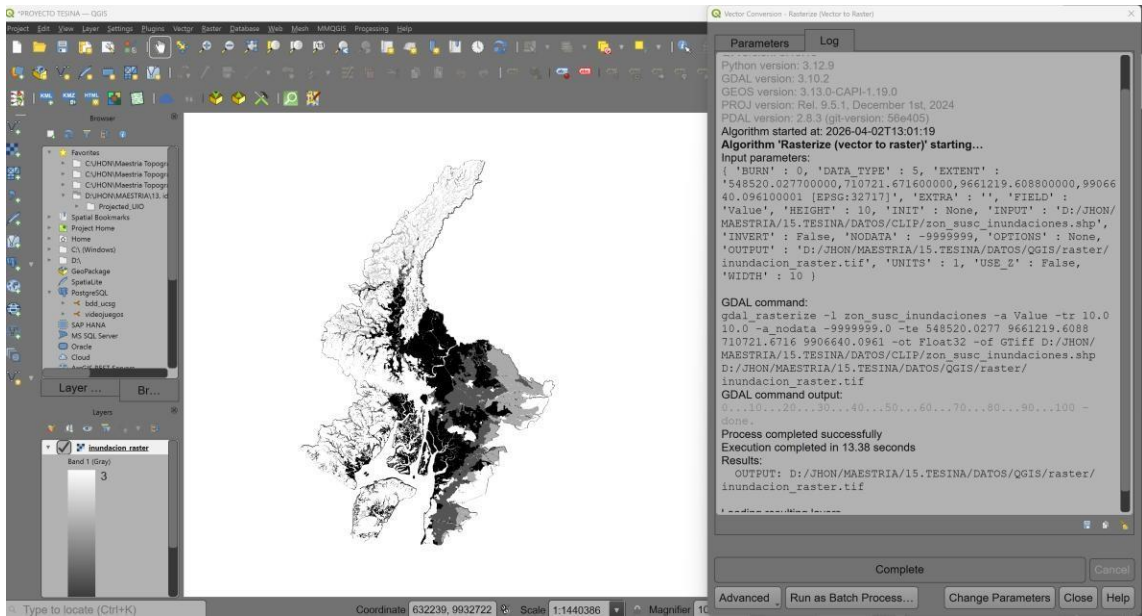
Categoría interna	Value	Razón
Sin Susceptibilidad	3	Zona sin susceptibilidad
NO APLICABLE	3	Zona fuera del área de modelado

BAJA	2	Susceptibilidad baja, podría ocurrir en retornos muy largos.
MEDIA	1	Estas zonas pueden ocurrir en periodos pequeños
ALTA	0	Zonas que pueden tener inundación en periodos pequeños.

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la reclasificación se rasterizo, el ráster se encuentra debidamente ponderado.

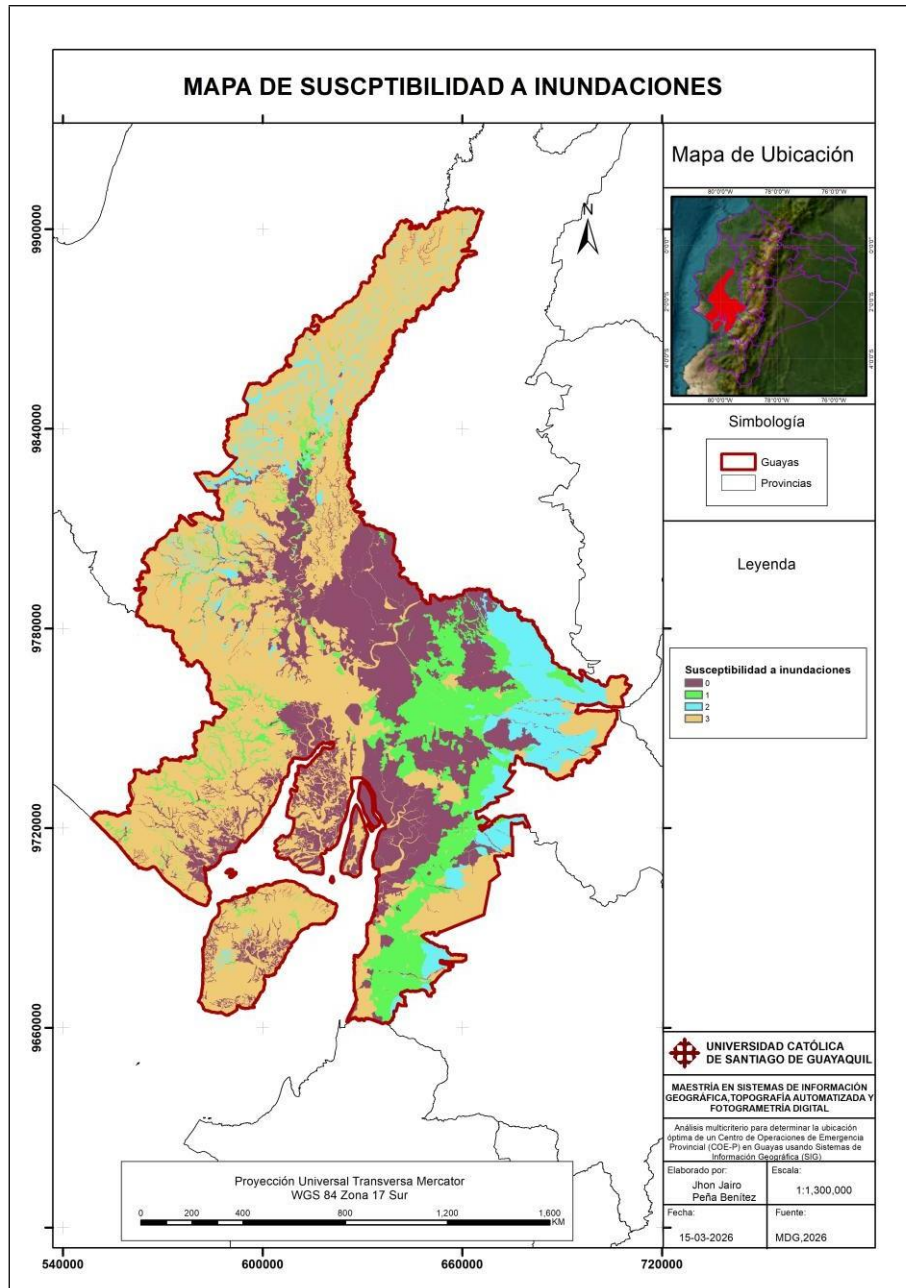
Ilustración 16 Ráster de susceptibilidad a inundaciones ponderado.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa el mapa de susceptibilidad a inundaciones ponderado con sus respectivos colores.

Mapa 5 Susceptibilidad a inundaciones



Fuente: Elaboración propia

Susceptibilidad a movimientos en masa

Los movimientos en masa son los derrumbes, deslizamientos, flujos que podrían afectar a las construcciones, en la provincia del Guayas por ser una provincia costera estos fenómenos se concentran en el lado oriental de la cordillera.

Se los clasifico de la siguiente manera:

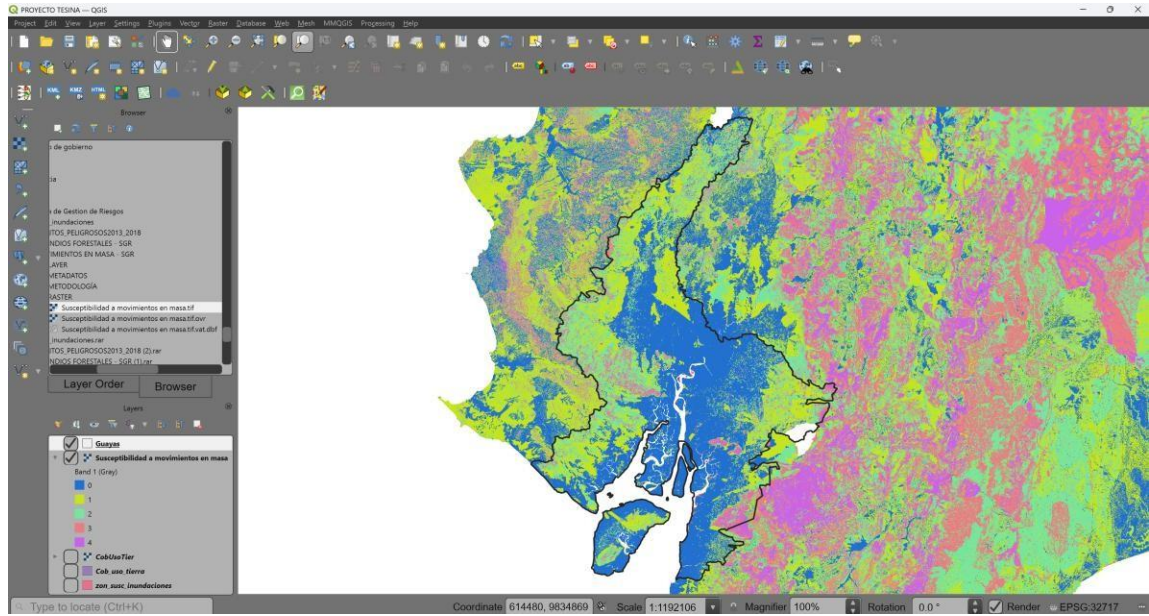
Tabla 6 Ponderación de la susceptibilidad a movimientos en masa

Categoría interna	Value	Razón
SIN SUSCEPTIBILIDAD	3	No existe ningún tipo de amenaza
BAJA	3	Hay una baja probabilidad que ocurra
MEDIA	2	Existe un riesgo moderado
ALTA	1	Existe un riesgo alto, en cuestión a movimientos
MUY ALTA	1	Zona imposible de construir por su gran amenaza

Fuente: Elaboración propia

Uno de los primeros pasos que se hizo es recortar la provincia del Guayas, con herramientas del sistema qgis con el clip ráster.

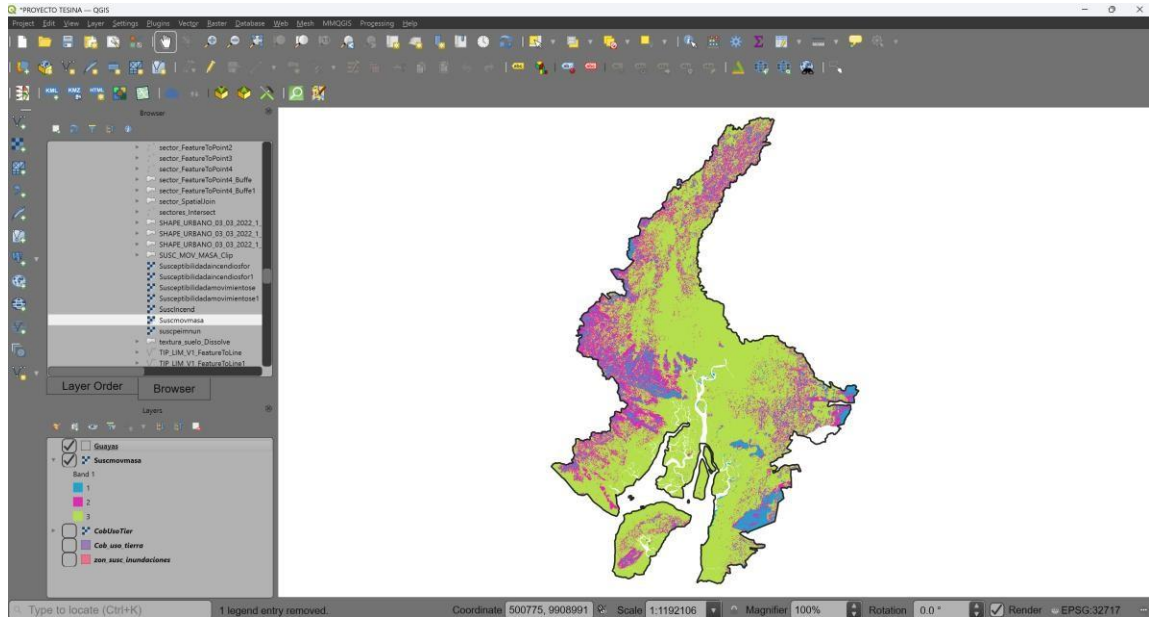
Ilustración 17 Recorte del ráster de movimientos en masa



Fuente: Elaboración propia

Seguido de esto se realizó la reclasificación del ráster con la herramienta reclassify table.

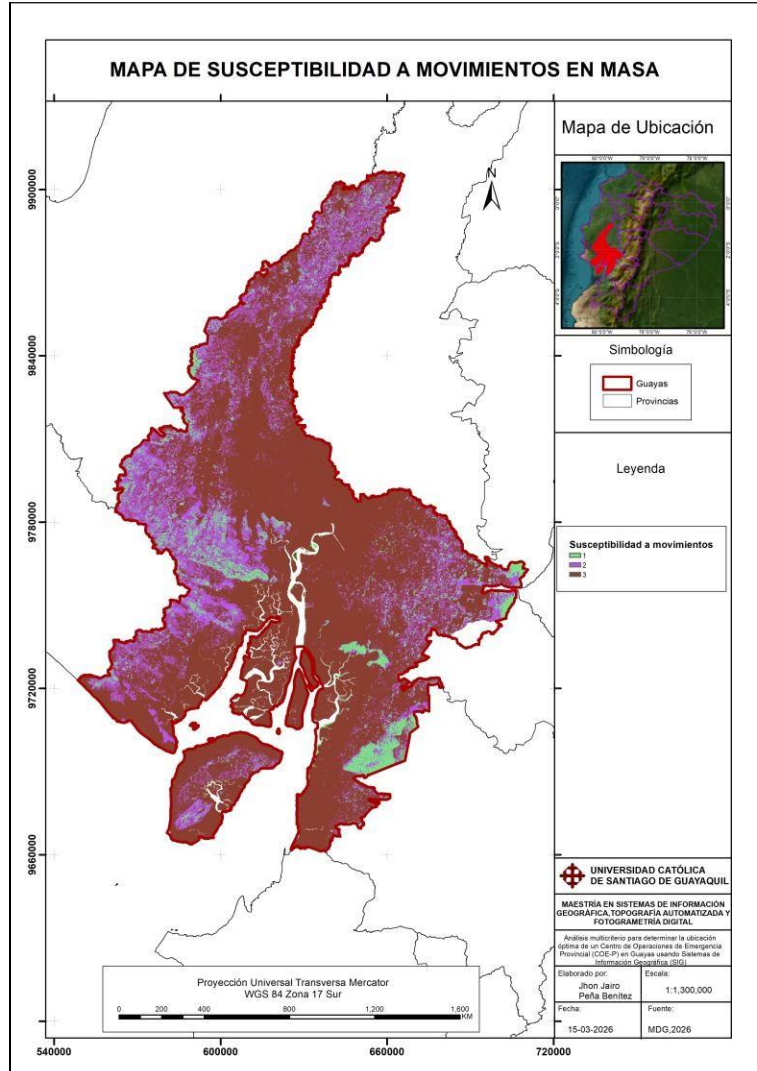
Ilustración 18 Ventana de la capa reclasificada



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa.

Mapa 6 Susceptibilidad a movimientos en masa

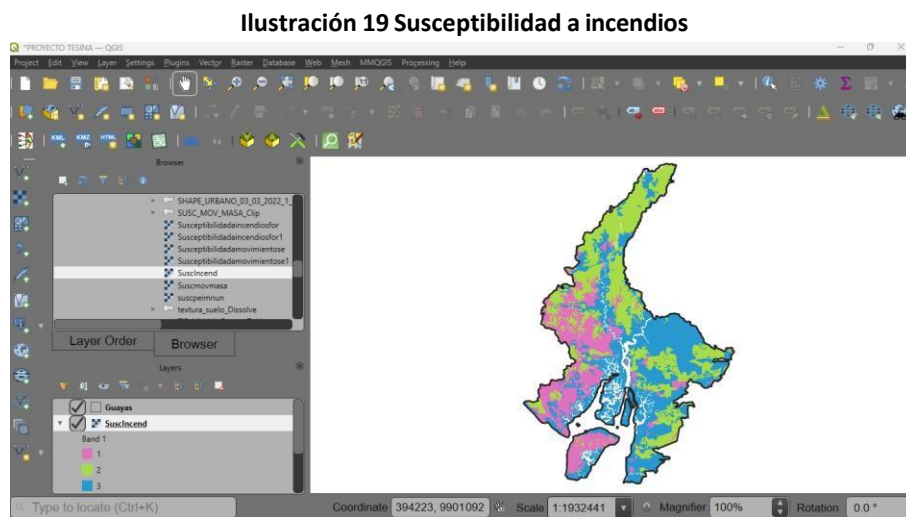


Fuente: Elaboración propia

Susceptibilidad a incendios

Esta capa está compuesta por la susceptibilidad de los incendios en la provincia del Guayas, los incendios pueden afectar la comunicación en vías, la infraestructura de los edificios, aunque no tiene mayor cobertura en inundaciones es necesario mostrar sus potenciales peligros.

Se realizó el corte correspondiente y la clasificación como se observa en la siguiente imagen y la siguiente tabla.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se observa los campos:

Tabla 7 Ponderación a susceptibilidad a incendios

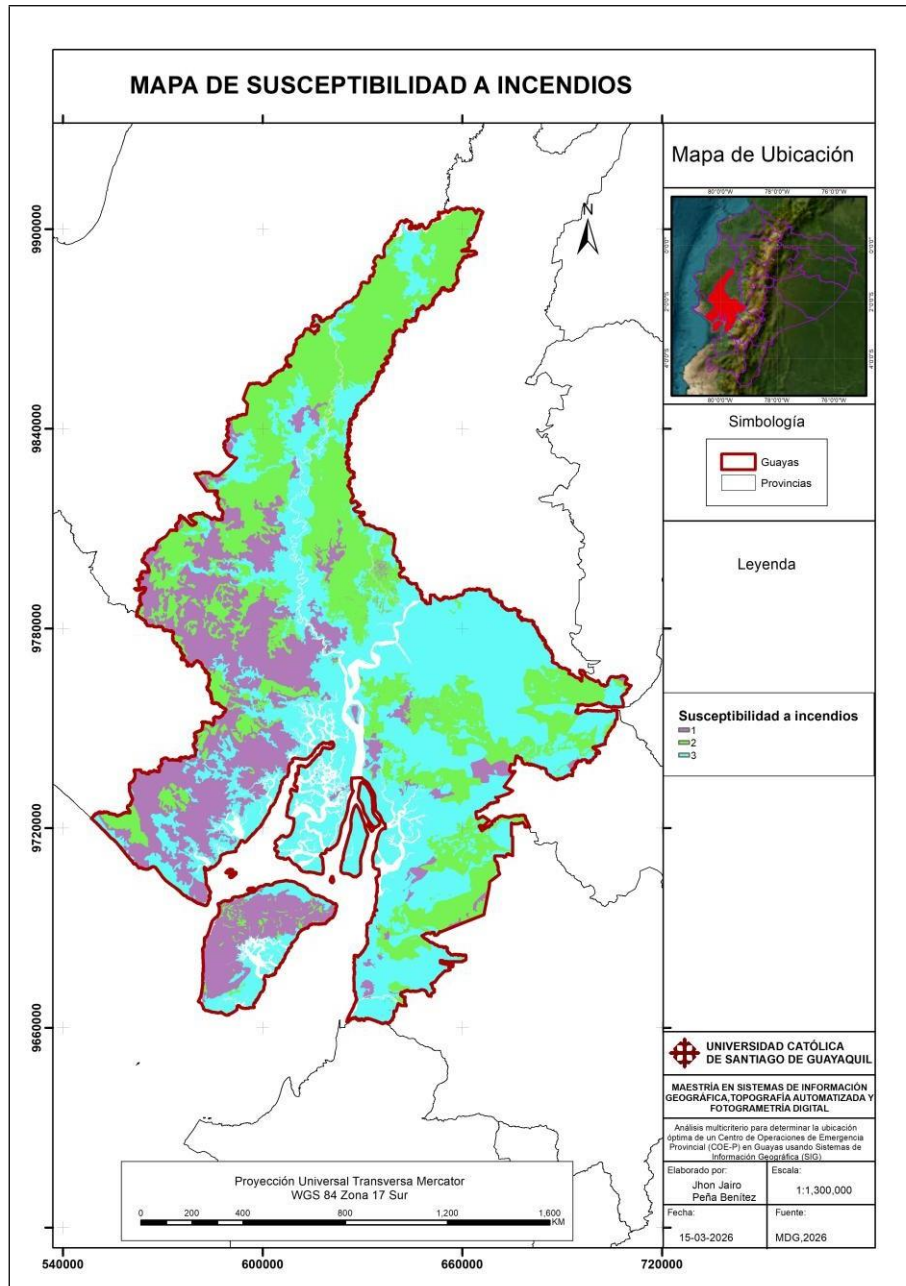
Categoría interna	Value	Razón
MUY BAJA	3	Esta zona casi no presenta riesgos frente a un posible incendio forestal.
BAJA	3	Son zonas y bajo riesgo de probabilidad.
MEDIA	2	Ya son zonas de riesgo moderado durante el año.

ALTA	1	Ya son riesgos elevados que no se podría construir ahí.
MUY ALTA	1	Es la calificación más alta, es mejor no acercarse a esta zona.

Fuente: Elaboración propia

Se realizo el mapa correspondiente a la susceptibilidad a incendios.

Mapa 7 Susceptibilidad a incendios



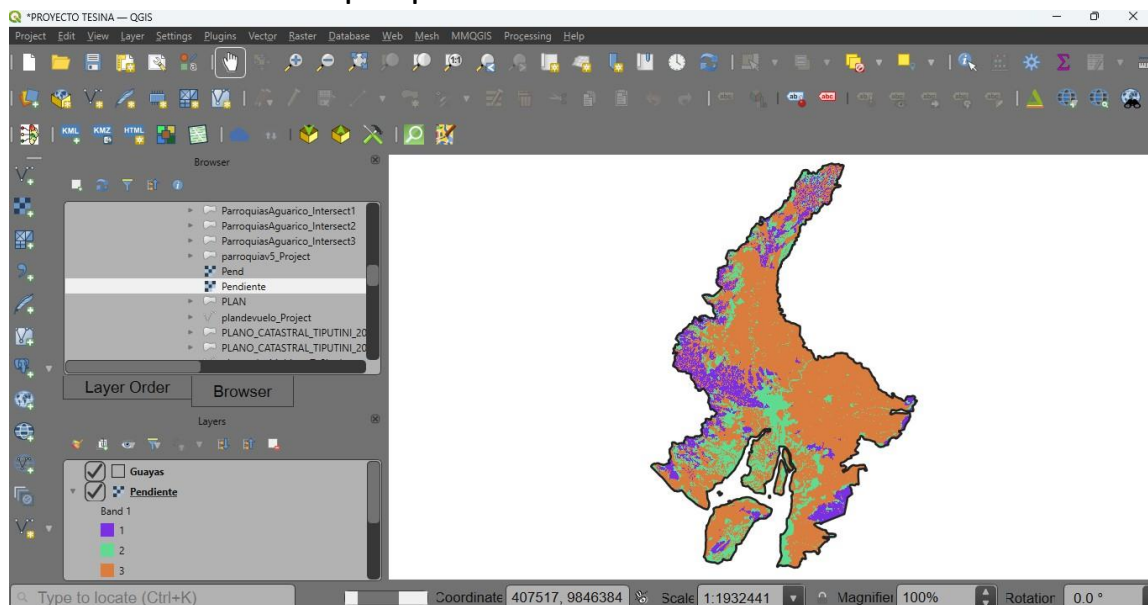
Fuente: Elaboración propia

Pendiente del terreno

La pendiente del terreno es uno de los factores que determina la viabilidad de construcción, para evitar grandes movimientos de tierra se busca superficies planas ya que este centro debe albergar un centro de logística totalmente equipado.

Se realizó el corte de la provincia de las guayas y la correspondiente reclasificación como consta en la imagen y tabla siguiente:

Ilustración 20 Ventana de la capa de pendiente de terreno



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta la tabla de ponderación de la capa de pendientes.

Tabla 8 Ponderación de la variable pendiente

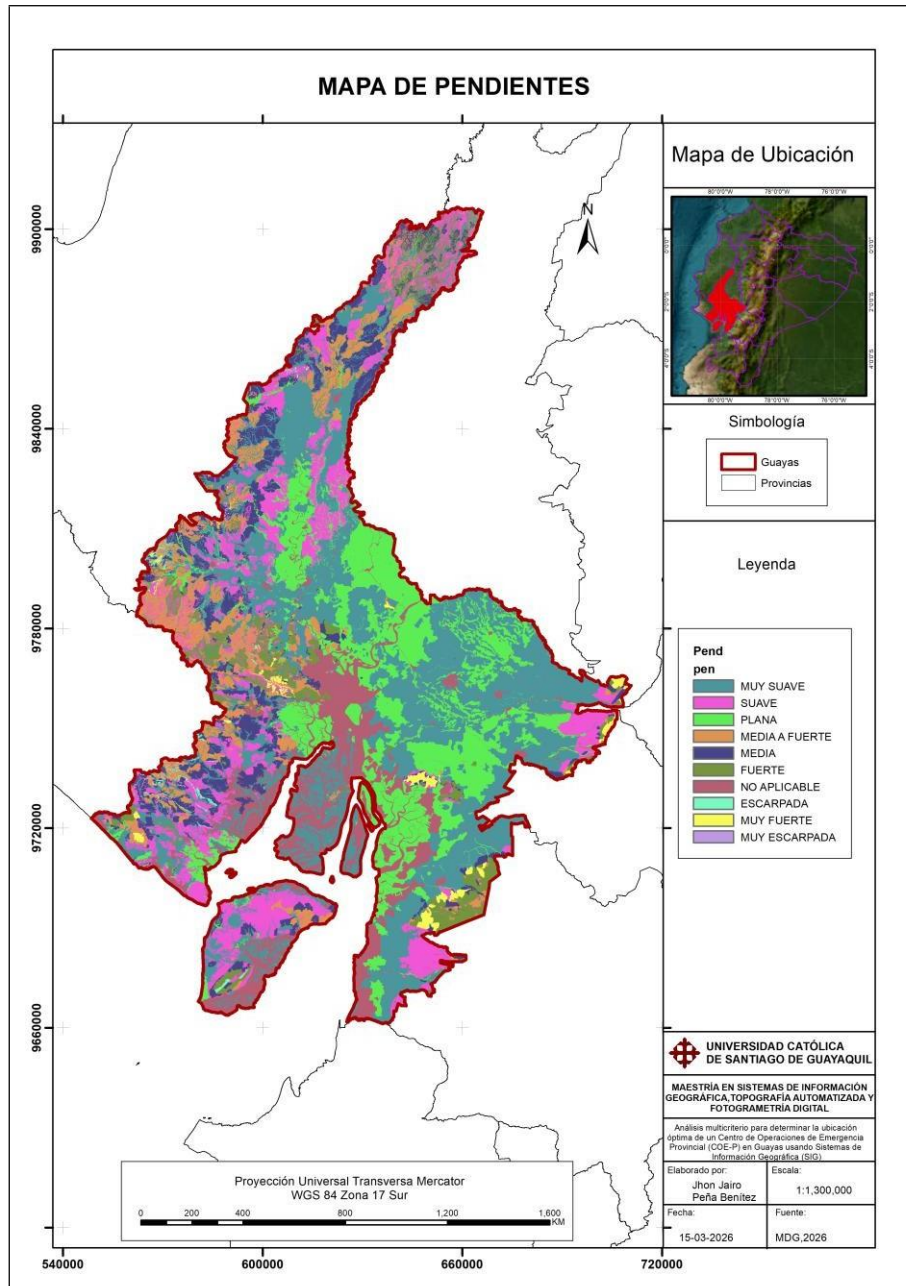
Categoría interna	Value	Razón
Plana	3	Pendiente casi nula imperceptible para algunos.
MUY SUAVE	3	No existe una modificación significativa al terreno
SUAVE	3	Se puede observar, pero no es una limitante para construir
MEDIA	2	Ya requiere movimientos de tierras.

NO APLICABLE	2	No se sabe qué tipo de pendiente podría haber aquí.
MEDIA A FUERTE	1	Requiere mucho movimiento de tierras, construcción con problemas.
FUERTE	1	Requiere mucho movimiento de tierras, construcción con problemas.
MUY FUERTE	1	Requiere mucho movimiento de tierras, construcción con problemas.
ESCARPADA	1	Requiere mucho movimiento de tierras, construcción con problemas.
MUY ESCARPADA	1	Requiere mucho movimiento de tierras, construcción con problemas.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta el mapa de pendientes:

Mapa 8 Pendientes



Fuente: Elaboración propia

Riesgos Tecnológicos

Durante la investigación no se encontró una fuente oficial libre, sobre información de riesgos tecnológicos, sin embargo, al momento de realizar este estudio desde el gobierno central o provincial se puede tener más accesos a información no oficial y solicitar de manera formal a través de las instituciones correspondientes conservando la confidencialidad.

Matriz de pesos

En la siguiente tabla se puede observar la matriz de pesos la cuál fue en base a lo recabado durante la investigación. Se puede observar que esta categorización es recíproca con sus pares.

Se realizó un matiz general con todos los criterios, al cual podemos ver a continuación:

Matriz por comprobación por pares

Tabla 9 Matriz de comprobación por pares

Criterio	Red Vial	Susceptibilidad a Inundación	Uso de suelo	Susceptibilidad a movimientos en masa	Susceptibilidad a Incendios	Pendiente
Red Vial	1	2	3	4	5	6
Susceptibilidad a Inundación	1/2	1	2	3	4	5
Uso de suelo	1/3	1/2	1	2	3	4
Susceptibilidad a movimientos en masa	1/4	1/3	1/2	1	2	3
Susceptibilidad a Incendios	1/5	1/4	1/3	1/2	1	2
Pendiente	1/6	1/5	1/4	1/3	1/3	1
SUMA COLUMNA	2.450	4.283	7.083	10.833	15.500	21.000

Fuente: Elaboración propia

Matriz por comprobación por pares (decimales)

Tabla 10 Matriz de comprobación por pares en decimales

Criterio	Red Vial	Susceptibilidad a Inundación	Uso de suelo	Susceptibilidad a movimientos en masa	Susceptibilidad a Incendios	Pendiente
----------	----------	------------------------------	--------------	---------------------------------------	-----------------------------	-----------

Red Vial	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000
Susceptibilidad a Inundación	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000
Uso de suelo	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000	4.000
Susceptibilidad a movimientos en masa	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Susceptibilidad a Incendios	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000	2.000
Pendiente	0.167	0.200	0.250	0.333	0.500	1.000
SUMA COLUMNA	2.450	4.283	7.083	10.833	15.500	21.000

Fuente: Elaboración propia

Matriz Normalizada

Tabla 11 Matriz AHP Normalizada

Criterio	Red Vial	Susceptibilidad a Inundación	Uso de suelo	Susceptibilidad a movimientos en masa	Susceptibilidad a Incendios	Pendiente	Suma	Vector
Red Vial	0.408	0.467	0.424	0.369	0.323	0.286	2.276	0.3794
Susceptibilidad a Inundación	0.204	0.233	0.282	0.277	0.258	0.238	1.493	0.2488
Uso de suelo	0.136	0.117	0.141	0.185	0.194	0.190	0.963	0.1604
Susceptibilidad a movimientos en masa	0.102	0.078	0.071	0.092	0.129	0.143	0.615	0.1024
Susceptibilidad a Incendios	0.082	0.058	0.047	0.046	0.065	0.095	0.393	0.0655
Pendiente	0.068	0.047	0.035	0.031	0.032	0.048	0.261	0.0434
SUMA COLUMNA	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		1.000

Fuente: Elaboración propia

Se debe verificar el vector de prioridades, el cual se lo hizo multiplicando la matriz de comparación original por lo del vector de pesos.

Tabla 12 Producto de la matriz original por el vector de prioridad

criterio	Red Vial	Susceptibilidad a Inundación	Uso de suelo	Susceptibilidad a movimientos en masa	Susceptibilidad a Incendios	Pendiente
Red Vial	0.3794	0.1897	0.1265	0.0948	0.0759	0.0632
Susceptibilidad a Inundación	0.4977	0.2488	0.1244	0.0829	0.0622	0.0498
Uso de suelo	0.4813	0.3209	0.1604	0.0802	0.0535	0.0401
Susceptibilidad a movimientos en masa	0.4098	0.3073	0.2049	0.1024	0.0512	0.0341
Susceptibilidad a Incendios	0.3275	0.2620	0.1965	0.1310	0.0655	0.0327
Pendiente	0.2607	0.2172	0.1738	0.1303	0.0869	0.0434
Ax	2.356	1.546	0.986	0.622	0.395	0.263

Fuente: Elaboración propia

Vector de pesos

Tabla 13 matriz de pesos normalizados y verificados

criterio	Peso W_i	W_i (%)	Ax (Paso 4)	Ax/ W_i (Paso 5)
Red Vial	0.376	37.592	2.356	6.211
Susceptibilidad a Inundación	0.249	24.887	1.546	6.213
Uso de suelo	0.164	16.395	0.986	6.149
Susceptibilidad a movimientos en masa	0.109	10.943	0.622	6.069
Susceptibilidad a Incendios	0.061	6.075	0.395	6.033
Pendiente	0.041	4.107	0.263	6.064
SUMA COLUMNA	1.000	100.000		

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla indica el vector de los pesos finales, en resumen, sobre el resultado del proceso de AHP.

Verificación

Tabla 14 Verificación de consistencia

comprobación de consistencia	
λ_{max}	6.123

CI:	0.02463851
RC	0.01986976

Fuente: Elaboración propia

La fórmula de idoneidad sería:

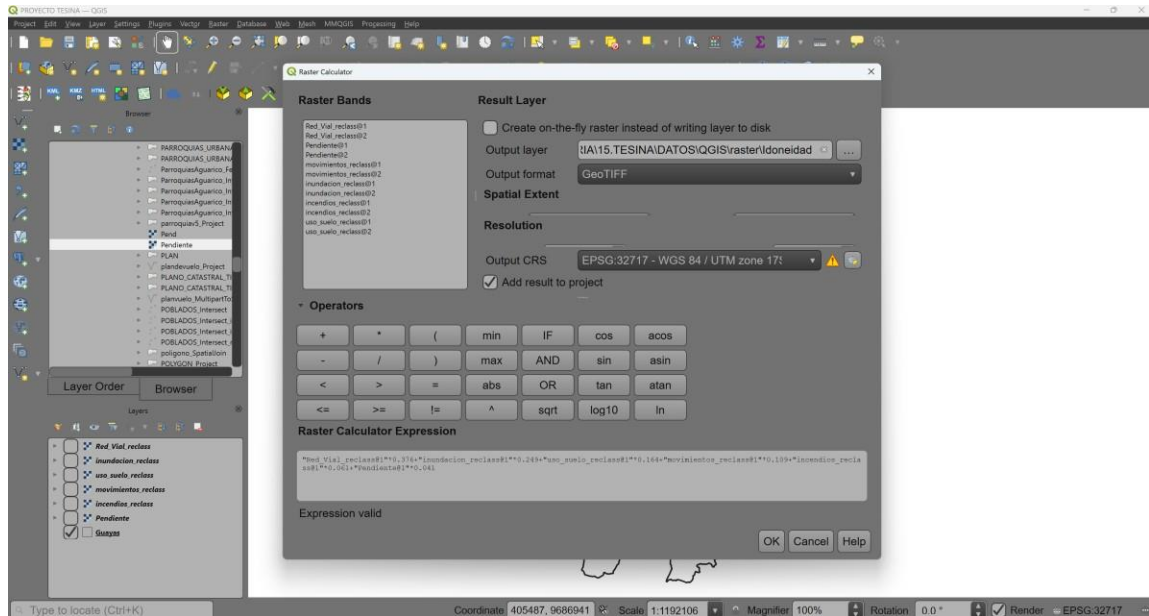
$$IDONEIDAD = C1 * 0.37c + C2 * 0.242 + C3 * 0.1c4 + C4 * 0.102 + C5 * 0.0c1 + C6 * 0.041$$

IDONEIDAD =

"Red_Vial_reclass@1"*0.376+"inundacion_reclass@1"*0.249+"uso_suelo_reclass@1"*0.164+"m
ovimientos_reclass@1"*0.109+"incendios_reclass@1"*0.061+"Pendiente@1"*0.041

Una vez que se tiene la formula con las matrices realizadas se procede a realizarlo en el software libre QGis con la herramienta Raster Calculator. Lo cual podemos ver en la siguiente imagen.

Ilustración 21 Ventana ráster calculator con la fórmula de pesos



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente imagen podemos ver la formula dentro del sistema QGis.

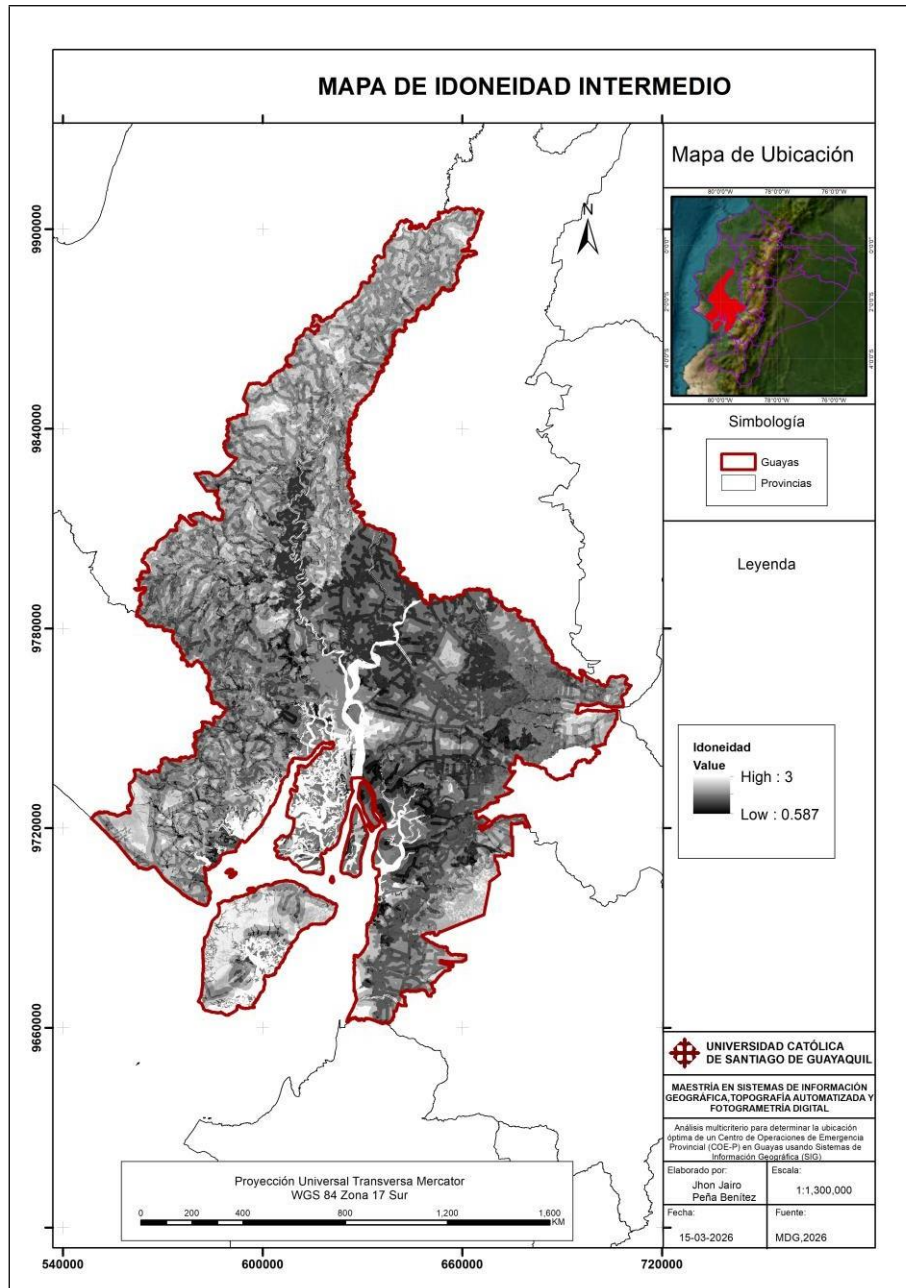
Ilustración 22 Formula proceso AHP**Raster Calculator Expression**

```
"Red_Vial_reclass@1"*0.376+"inundacion_reclass@1"*0.249+"uso_suelo_reclass@1"*0.164+"movimientos_reclass@1"*0.109+"incendios_reclass@1"*0.061+"Pendiente@1"*0.041
```

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se puede observar el mapa de idoneidad intermedia en el proceso de la selección de los mejores lugares.

Mapa 9 Idoneidad intermedia



Fuente: Elaboración propia

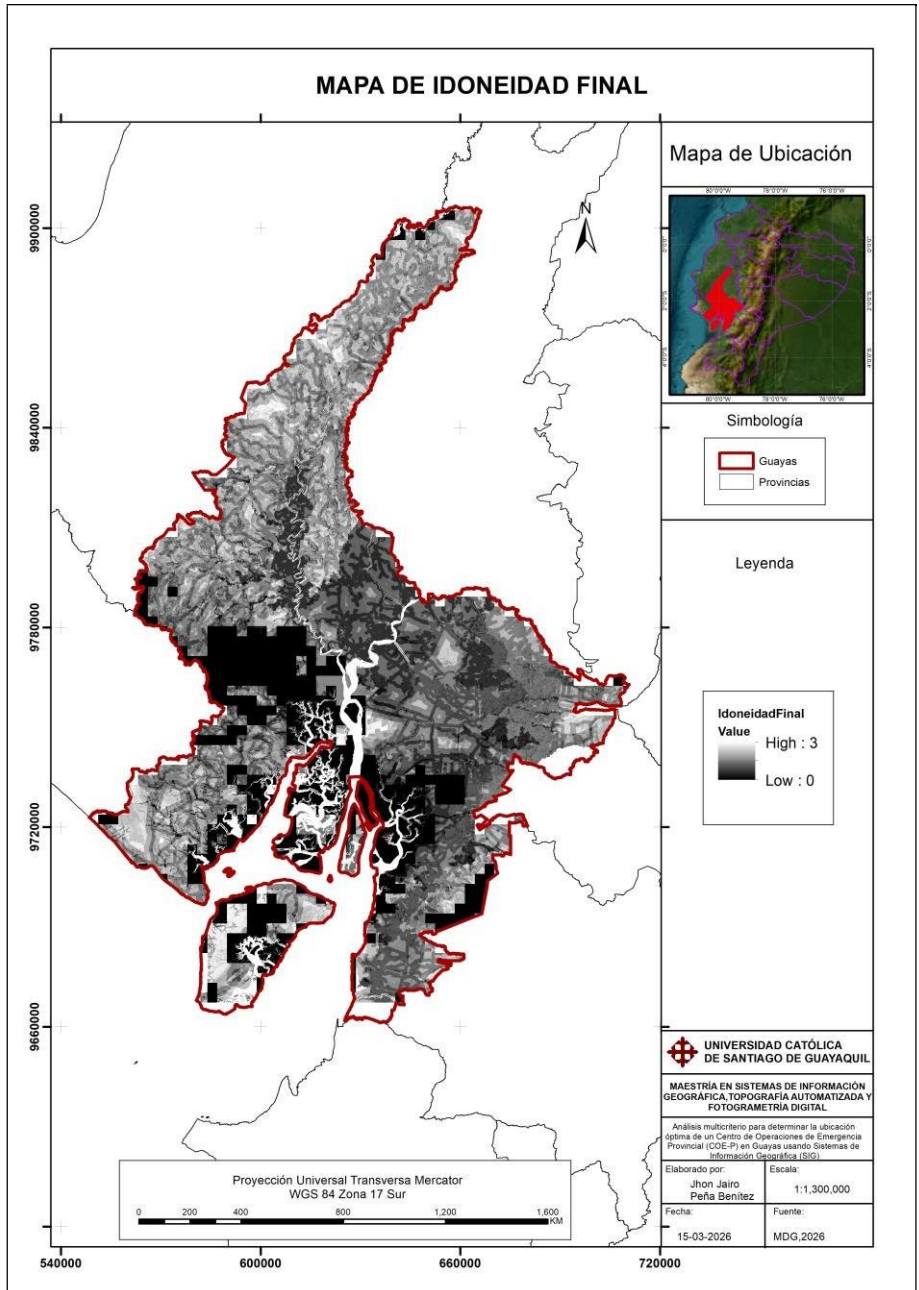
$$IDONEIDAD\ Final = Idoneidad\ intermedia * Restricción\ Absoluta$$

La idoneidad final es la multiplicación de la idoneidad con la capa de la restricción absoluta es decir saber cuáles son los lugares donde estaría prohibido construir o planificar el COEP.

A continuación, podemos observar el mapa final de idoneidad.

- Mapa final de idoneidad.

Mapa 10 Idoneidad final

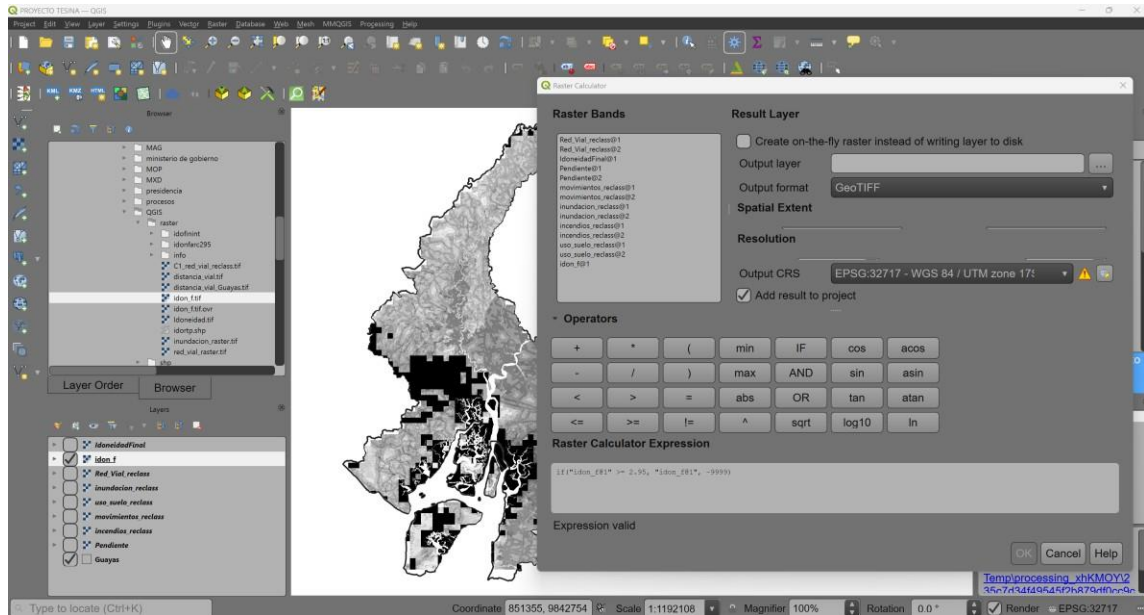


Fuente: Elaboración propia

Después de tener la idoneidad final debemos observar cuales son los mejores lugares para poder realizar el análisis de los mejores sectores probables.

A continuación, se realizó la extracción de los mejores polígonos puntuados para este proyecto, se realiza desde ráster calculator, se realizó con los valores mayores a 2.95, ya que el valor 3 cerrado puede estar escrito 2.999 en vez de 3 por lo que es necesario abrir un poco la visión.

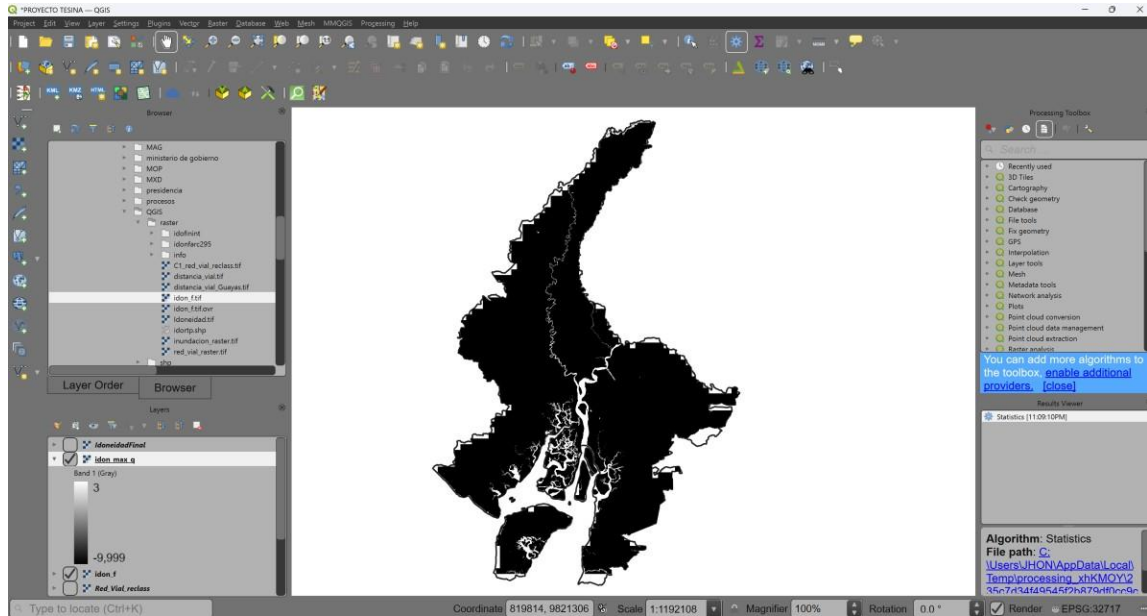
Ilustración 23 Ráster calculator para extraer valores mayores a 2.95



Fuente: Elaboración propia

Como se ve en la captura de pantalla se puede observar que son pocos los espacios que se encontró que son los más aptos para realizar la construcción del COEP.

Ilustración 24 Vista de zonas de idoneidad máxima

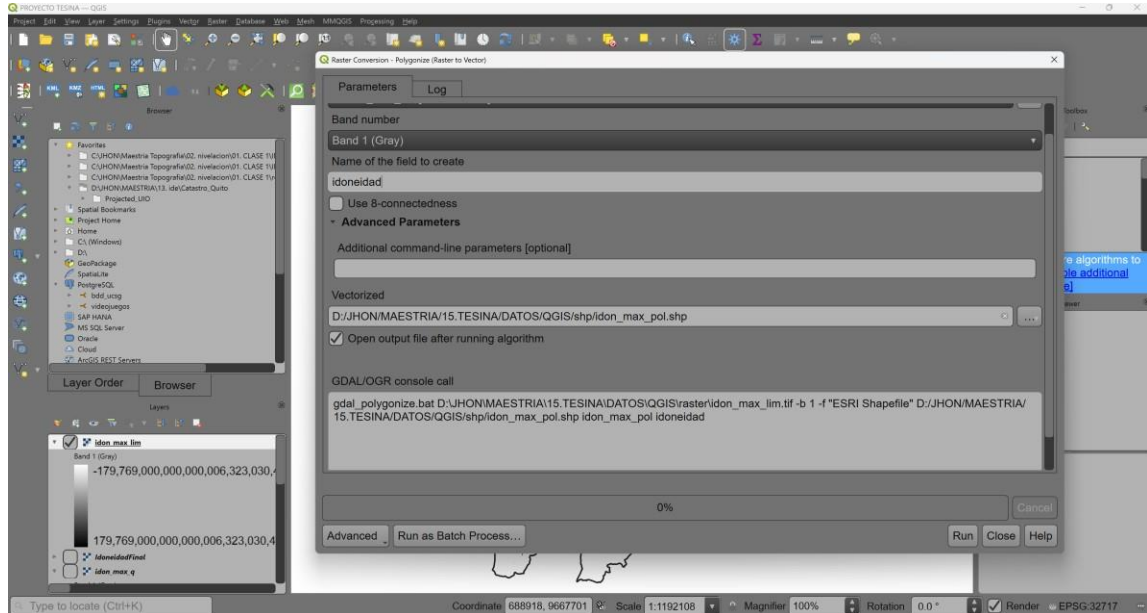


Fuente: Elaboración propia

Se realiza un nuevo paso en raster calculator para que solo queden los lugares idóneos, es decir se los aísla a los más idóneos.

Una vez realizado se procede a vectorizar

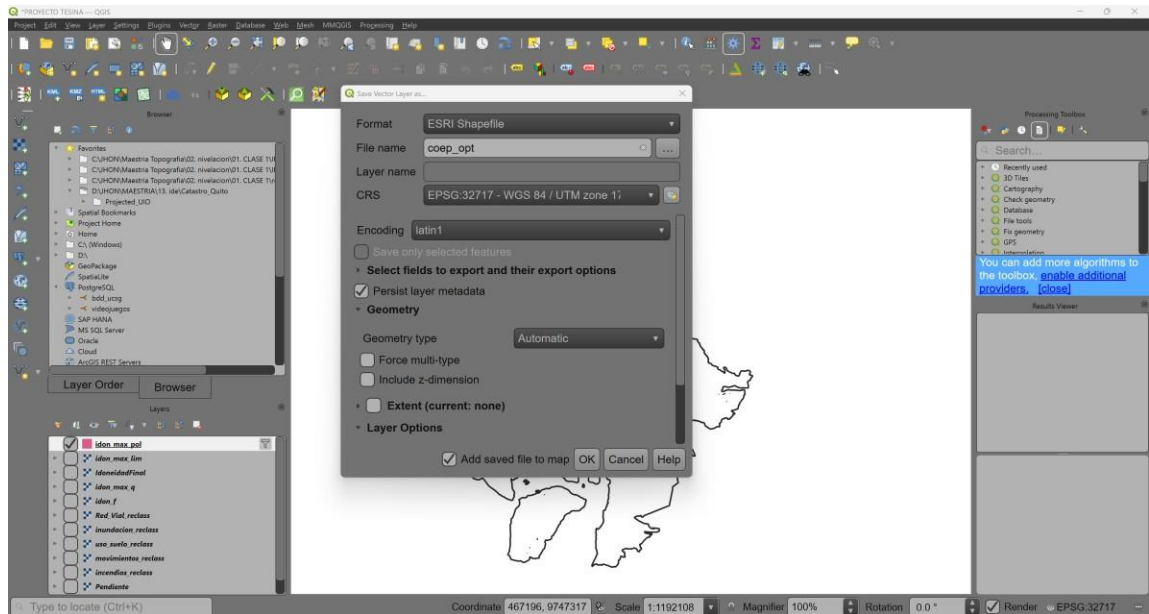
Ilustración 25 Ventana para poligonize



Fuente: Elaboración propia

Y exportar los polígonos a capas geográficas.

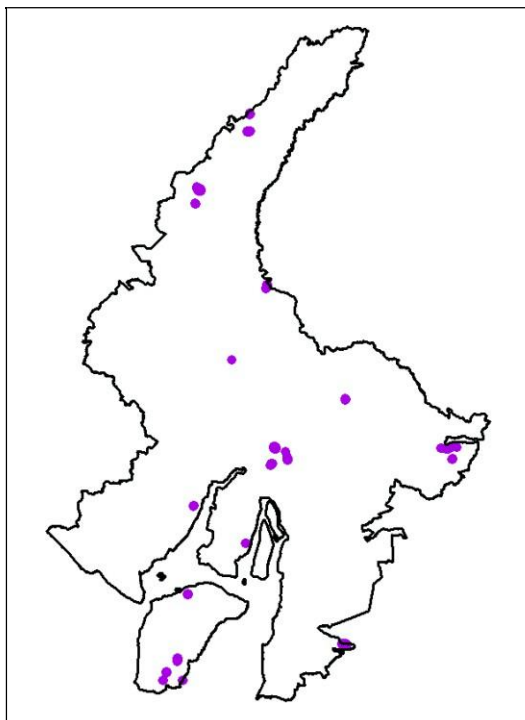
Ilustración 26 Exportación de polígonos



Fuente: Elaboración propia

Son 44 polígonos que tuvieron la calificación más alta, se realiza una revisión de cada uno tomando en cuenta el área, donde se encuentran ubicados estratégicamente en la provincia.

Ilustración 27 Puntos idóneos en la provincia de Guayas



Fuente: Elaboración propia

De los cuáles 29 no tienen ni una hectárea y gran parte de estos se encuentran en los límites de la provincia e isla Puna lo cual dificultaría la movilización del personal ya que como servicio para emergencias debe estar en puntos donde el traslado sea mejor para todos los puntos de la provincia, solo hubo tres que tiene buena centralidad en la provincia y con mayor área.

De estos solo son 3 los que tienen la suficiente área para proceder con la construcción, a continuación, se mencionan las características de estos:

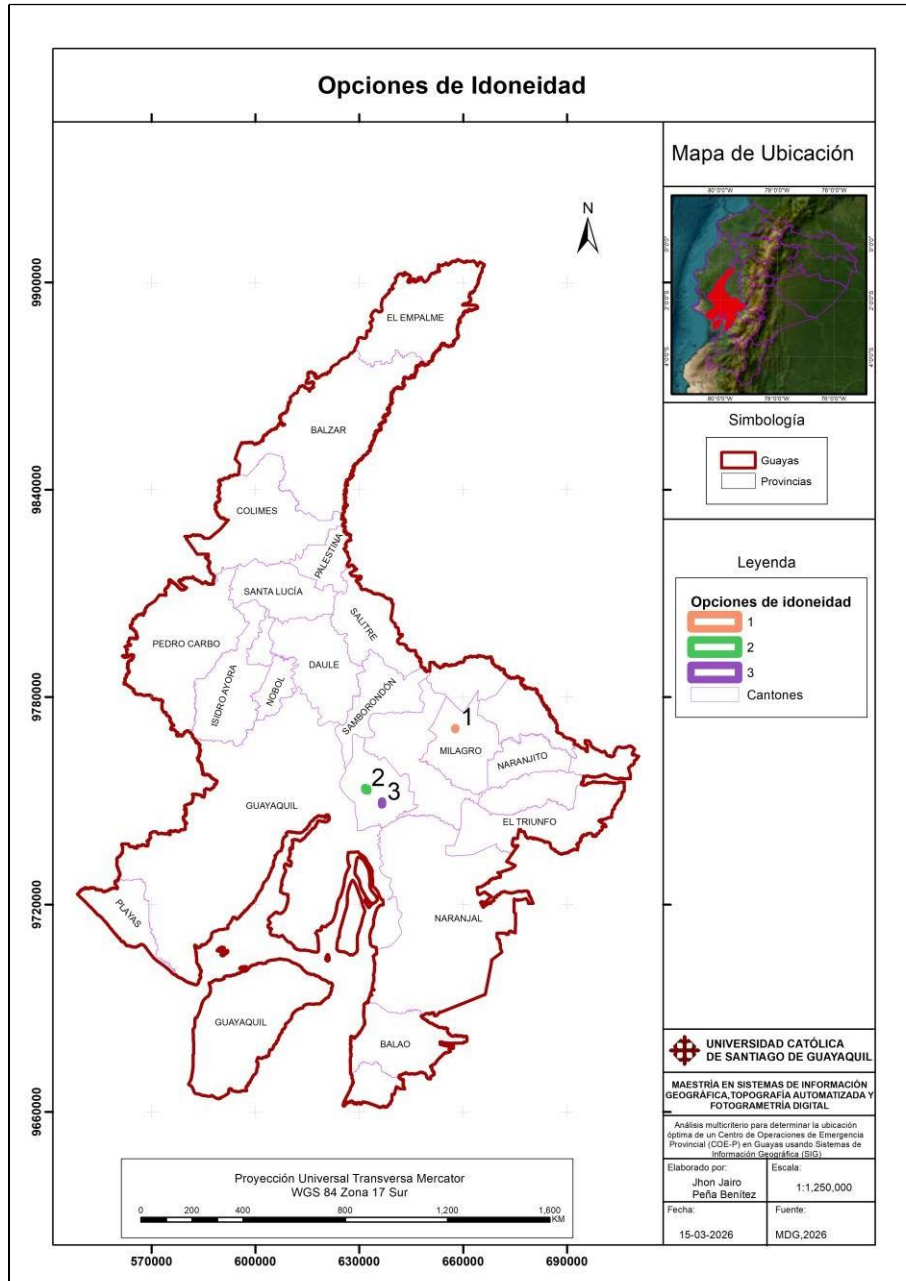
Tabla 15 Atributos de las tres mejores opciones

Criterio	Opción 1			Opción 2			Opción 3		
	Ponderado	Peso	Valor	Ponderado	Peso	Valor	Ponderado	Peso	Valor
Red Vial	3	0.376	1.128	3	0.376	1.128	3	0.376	1.128
Susceptibilidad a Inundación	3	0.249	0.747	3	0.249	0.747	3	0.249	0.747
Uso de suelo	3	0.164	0.492	3	0.164	0.492	3	0.164	0.492
Susceptibilidad a movimientos en masa	3	0.109	0.327	3	0.109	0.327	3	0.109	0.327
Susceptibilidad a Incendios	3	0.061	0.183	3	0.061	0.183	3	0.061	0.183
Pendiente	2	0.041	0.082	2	0.041	0.082	2	0.041	0.082
SUMA COLUMNA	Total =		2.65G	Total =		2.65G	Total =		2.65G

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla los 3 polígonos tiene la misma calificación, sin embargo, dos de los presentan una mejor centralidad, como se ve en el siguiente mapa.

Mapa 11 Opciones de Idoneidad

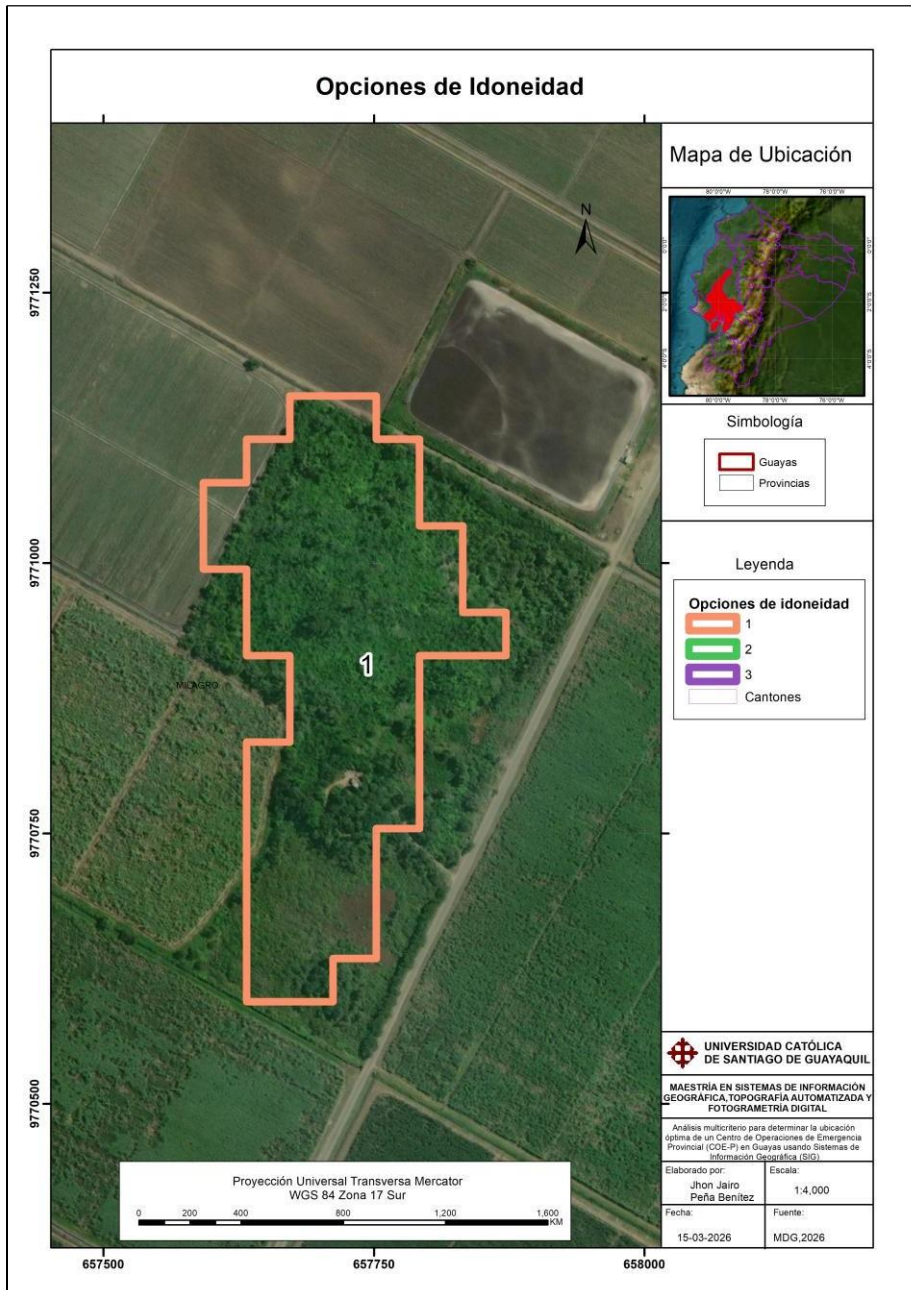


Fuente: Elaboración propia

- Selección de alternativas (top 3–5).

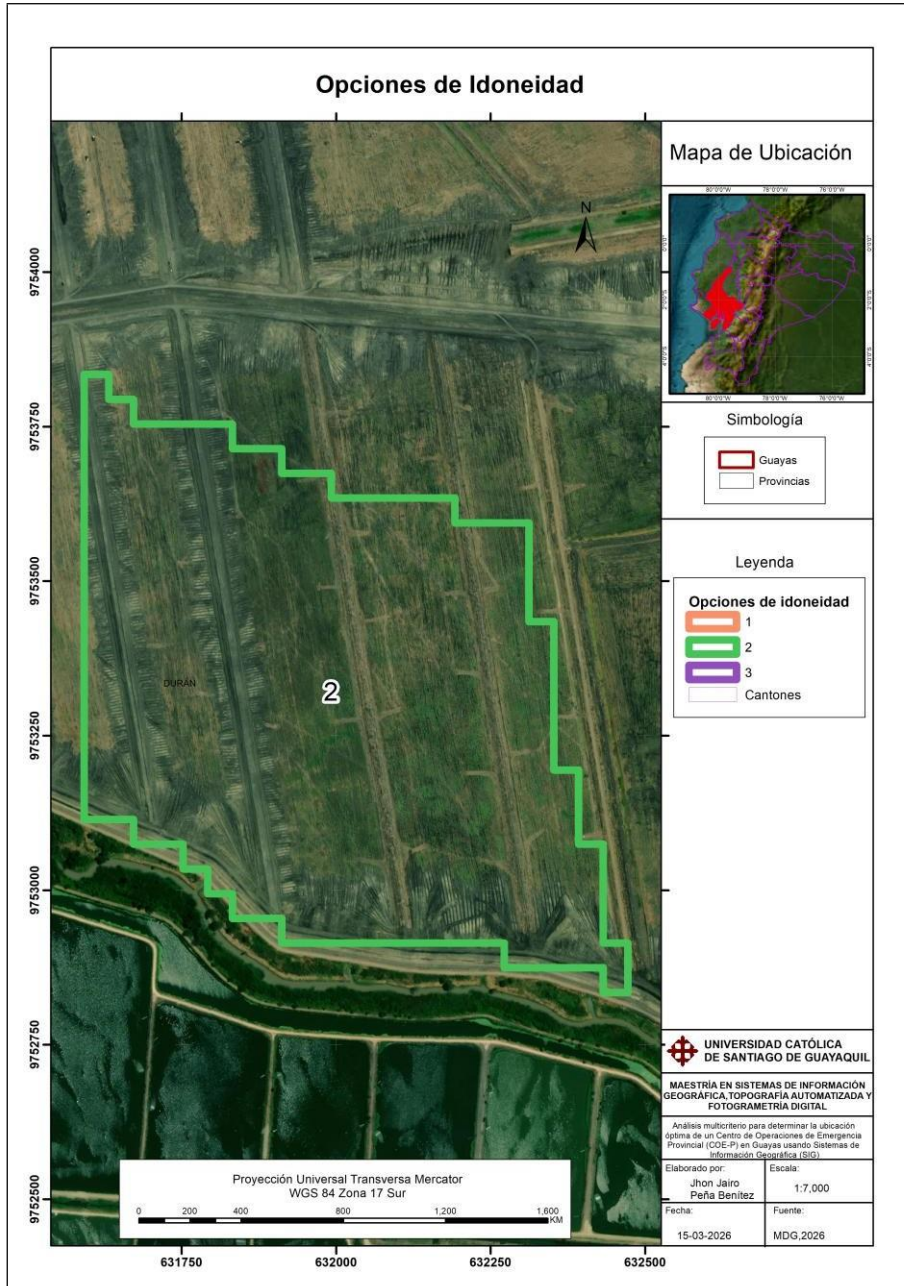
A Continuación, los mapas de los tres sitios idóneos para la construcción del COEP

Mapa 12 Opción 1



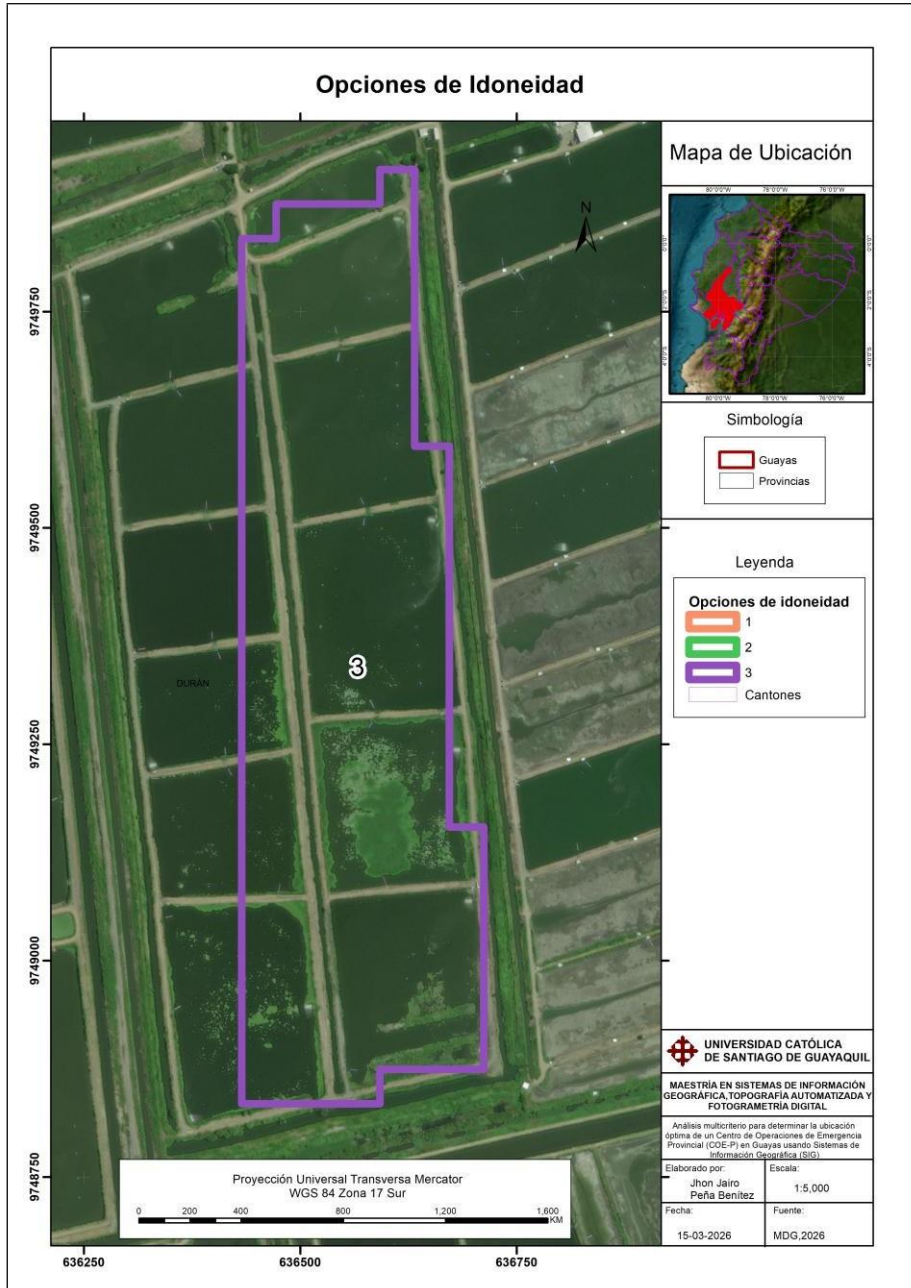
Fuente: Elaboración propia

Mapa 13 Opción 2



Fuente: Elaboración propia

Mapa 14 Opción 3



Fuente: Elaboración propia

Discusión y justificación del sitio recomendado

La opción 1 se encuentra en el cantón de Milagro y la opción 2 y 3 en el cantón de Durán.

La opción dos se encuentra mejor ubicada ya que esta cercana a la vía que lleva al río principal y cerca a la vía principal que puede conectar con toda la provincia.

Adicional a esto se encuentra en una parte donde se considera las zonas más peligrosas del país, por lo que al poner un centro de operaciones en el cantón esto puede influir a mejorar la seguridad, a la percepción de la misma, mejorar la respuesta a incidentes y con el tamaño del terreno pueden realizar campos de entrenamiento, infraestructura y espacio para nuevas construcciones de ser necesario.

Conclusiones

- La metodología de análisis multicriterio permitió elegir los mejores lugares para la construcción de la COE P, con esto se reducen los sesgos de los técnicos que puedan tener.
- Se combino las restricciones totales donde era imposible construir ya sea en este momento o en el futuro cuidando la normativa legal y dando ejemplo de buenas prácticas.
- El mejor sitio que se pudo observar es el que se encuentra en Durán debido a su centralidad en la provincia, adicional a esto podría ser algo positivo tener el COEP en el cantón que tiene elevados índices delictivos.
- Para un análisis mejor de las vías se recomienda como entidades de investigación y del gobierno recopilar información sin restricciones, ya que por las vías si hubo ese problema de falta de información.
- La metodología es aplicable en todas las provincias del Ecuador ya que toda la información es de fuentes oficiales.

Recomendaciones.

- Para futuros análisis es recomendable cambia la metodología de distancias euclidianas por las isócronas en tiempo real verificando información verídica y contrastable de los organismos competentes como los internacionales.
- Se debe verificar la situación actual de los sitios idóneos con el PUGS de los cantones más idóneos.
- Para nuevos análisis se debe verificar la información espacial de telecomunicaciones, riesgos tecnológicos, eventos peligrosos, zonas de abastecimientos, puntos de salud, puntos de seguridad complementando el análisis presentado
- Es necesario que se deba realizar una búsqueda de información oficial restringida por ejemplo las vías del IGM a 5000 la cuál puede abarcar de mejor manera los análisis de distancias y tiempos de traslado.

Bibliografía

- IGM. (2011). *Instituto Geográfico Militar*. Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/>
- IGM. (2012). *Institu Geográfico Militar*. Obtenido de <https://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/descargas/cartografia-de-libre-acceso/>
- MAE. (2017). *Ministerio de Ambiente y Energía*. Obtenido de <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAE. (2021). *Ministerio de Ambiente y Energía, Ductos*. Obtenido de <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>
- MAE. (2024). *Ministerio de Ambiente y Energía, Plan Socio Bosque*. Obtenido de <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAE. (2025). *Ministerio de Ambiente y Energía, Bosque vegetación protectora*. Obtenido de <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAE. (2025). *Ministerio de Ambiente y Energía, Sistemas Nacional de Área Protegidas*. Obtenido de <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- MAG. (2019). *Ministerio de Agricultura y Ganadería, Pendientes*. Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- MAG. (2020). *Ministerio de Agricultura y Ganadería, Mapa de Cobertura y uso de la tierra y Sistemas productivos agropecuarios del Ecuador continental*,. Obtenido de <http://geoportal.agricultura.gob.ec/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/4f7e118f-0439-42bf-ab62-f0e7c842a379>
- MOP. (2019). *Ministerio de Obras Publicas*. Obtenido de <https://iedg.presidencia.gob.ec/servicios/descargas/>
- Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. Obtenido de <https://volaya.github.io/libro-sig/index.html>

- OMS. (2026). *Organización Panamericana de Salud, Centro de Operaciones de Emergencia (COE)*. Recuperado el 2026, de <https://www.paho.org/es/emergencias-salud/centro-operaciones-emergencia-coe>
- SGR. (2011). *Secretaría de Gestión de Riesgos, Susceptibilidad a incendios*. Obtenido de <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/index.php>
- SGR. (2011). *Secretaría de Gestión de Riesgos, Susceptibilidad a movimientos en masa*. Obtenido de <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/index.php>
- SGR. (2024). *Secretaría de Gestión de Riesgos, Zonas susceptibles a inundaciones*. Obtenido de <https://informacion.gestionderiesgos.gob.ec:8443/centrodedescarga/contenidos/index.php>



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, Jhon Jairo Peña Benítez, con C.C: # 0401243571 autor del trabajo de titulación: *“Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).”* previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAMETRÍA DIGITAL** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

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

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

Guayaquil, 16 de abril de 2026



Firmado Electrónicamente por:
**JHON JAIRO PENA
BENITEZ**

Validar Únicamente con FirmaEC

f. _____

Nombre: Jhon Jairo Peña Benítez



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG).		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Jhon Jairo Peña Benítez		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Neptali Armando Echeverría Llumipanta		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	SubSistema de Posgrado		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
GRADO OBTENIDO:	Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	16 de abril de 2026	No. DE PÁGINAS:	50
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistema de Información Geográfica, Gestión de riesgos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Gestión de riesgos, Ordenamiento territorial, Vulnerabilidad territorial, Amenazas naturales		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>La presente investigación sobre el Análisis multicriterio para determinar la ubicación óptima de un Centro de Operaciones de Emergencia Provincial (COE-P) en Guayas usando Sistemas de Información Geográfica (SIG), usando el modelo de evaluación multicriterio con análisis analítico jerárquico. Se analizó la influencia de 13 variables geoespaciales de fuentes oficiales como lo es el Instituto Geográfico Militar, Ministerio de Ambiente y Energía, Secretaría de Gestión de Riesgos, Ministerio de Obras Públicas, algunas de estas variables son de restricción absoluta como lo es las áreas protegidas entre otros, se hizo la matriz de pesos donde la variable red vial fue la que más peso obtuvo, esto se debe a la complejidad de llegar a tiempo a una emergencia, seguido por susceptibilidad a inundación, uso de suelo, susceptibilidad a movimiento en masa, susceptibilidad a incendios, pendiente. La investigación arrojó los tres mejores lugares puntuados y mejor ubicados en centralidad en la provincia, como sitio a escoger se dio el ubicado en el cantón de Durán por su centralidad, cercanía a las vías principales, cercanía a las vías que conectan a los puertos en los ríos.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593- 987983901	E-mail: jhon.pena01@cu.ucsg.edu.ec / jhonjairo.pena@outlook.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):			