

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

TEMA:

Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la provincia de Pichincha

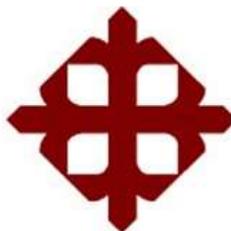
AUTORA:

Varela Saráuz Andrea Verónica

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 Andrea Verónica Varela Saráuz** como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital.

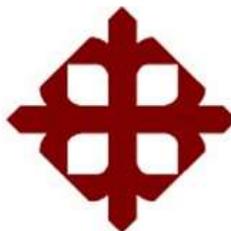
REVISOR

Ing. Armando Echeverría, Mgs.

DIRECTOR DEL PROGRAMA

Ing. Armando Echeverría, Mgs.

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



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

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Andrea Verónica Varela Saráuz**

DECLARO QUE:

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

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

Guayaquil, a los 27 del mes de julio del 2025

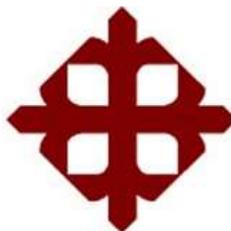
LA AUTORA



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA VERÓNICA
VARELA SARAUZ**

Validar únicamente con FirmaEC

Andrea Verónica Varela Saráuz



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

AUTORIZACIÓN

Yo, **Andrea Verónica Varela Saráuz**

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

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

LA AUTORA:



Firmado electrónicamente por:
**ANDREA VERONICA
VARELA SARAUZ**

Validar Únicamente con FirmaEC

Andrea Verónica Varela Saráuz

REPORTE COMPILATIO



INFORME DE ANÁLISIS
magister

VARELA SARAUZ ANDREA
VERONICA

2%
Textos
sospechosos



0% Similitudes
0% sustituido entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
0% idiomas no reconocidos (ignorado)
3% Textos potencialmente generados
por IA

Nombre del documento: VARELA SARAUZ ANDREA VERONICA.pdf
ID del documento: 628b93305ea4b5f5a59405f6392ebb02dfc35a65
Tamaño del documento original: 3.29 MB

Depositante: Neptalí Armando Echeverría Lkuniponta
Fecha de depósito: 24/7/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 24/7/2025

Número de palabras: 2754
Número de caracteres: 15.779

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por concederme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa tan significativa de mi formación académica.

Quiero dejar sentado mi más profundo agradecimiento a todos los profesores de esta Maestría, por enseñarme y compartir generosamente sus conocimientos y experiencias a lo largo de este tiempo. Es importante en mi vida profesional y personal la huella que dejan en mí.

A toda mi familia, mi profundo agradecimiento por estar siempre a mi lado con su apoyo incondicional. En especial, a mi hijo, cuya presencia es una fuente permanente de inspiración y fuerza; a mi madre, por su amor incansable, dedicación y ejemplo de tenacidad; y a mis hermanas, por su constante compañía, comprensión y ánimo en los momentos más desafiantes.

Mis agradecimientos se extienden también a todas las personas que, directa o indirectamente, aportaron con su tiempo, conocimiento o apoyo para que esto sea posible. Cada palabra de aliento, gesto de apoyo o colaboración fue fundamental para alcanzar esta meta.

No puedo olvidar agradecer a todos mis compañeros de trabajo que me han apoyado siempre en cada momento durante este tiempo mientras realizaba este proyecto.

Andrea Verónica Varela Saráuz

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi amor a las personas que han sido mi mayor fuente de fuerza y motivación.

A mi hijo Gael, mi motor y razón de ser, por inspirarme cada día a ser mejor y enseñarme el verdadero significado del amor incondicional.

A mi amada madre Lucy, por su amor incondicional, su ejemplo de perseverancia y su fuerza para seguir siempre adelante en cada paso de este camino.

A mi querida hermana Sonia, por ser un pilar constante de compañía, confianza y apoyo. Su presencia ha sido clave para superar los momentos más complejos.

A todos ustedes, les debo esta meta cumplida.

Andrea Verónica Varela Saráuz

Contenido

Contenido

Introducción	1
Problemática	2
Objetivos	3
Objetivo General	3
Objetivos Específicos	3
Metodología	4
Recopilación de información	4
Ponderación	9
Generación de productos raster.....	11
Análisis Multicriterio.....	16
Teledetección	18
Análisis usos y coberturas de suelo	23
Análisis de proximidad a la red vial.....	25
Análisis de accesibilidad	27
Resultados	31
Conclusiones.....	31
Recomendaciones	32
Bibliografía	34
Anexos.....	2

Introducción

En la provincia de Pichincha, más allá de su capital Quito, se registra un volumen significativo de actividad económica, con más de seis mil millones de dólares anuales en ventas y exportaciones (Banco Central del Ecuador, 2023). El continuo crecimiento del país ha generado una demanda ascendente de infraestructuras logísticas modernas, capaces de vincular los principales centros de consumo y producción del país (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023; Prefectura de Pichincha, 2022). Entre los trabajos más relevantes destaca el desarrollo de centros logísticos pensados bajo una perspectiva a largo plazo, orientados a fortalecer la distribución comercial a nivel nacional (Corporación Favorita, 2021).

Una de las empresas pioneras en este ámbito ha sido Corporación Favorita, que estableció un moderno centro de distribución en la parroquia de Amaguaña. Se eligió esta ubicación por sus ventajas logísticas concretas: su cercanía a accesos y rutas que permiten abastecer a Quito sin necesidad de atravesarla, y así mismo facilita la distribución hacia otras regiones del país (Corporación Favorita, 2021). Este centro, fue concebido como un complejo operativo integral, centraliza procesos clave como, la recepción, almacenamiento y despacho, destinados a múltiples cadenas, lo cual se convierte en una optimización de tiempos y recursos.

Con más de 17 hectáreas y una flota de aproximadamente de 600 furgones, su capacidad operativa hace su papel esencial dentro del sistema comercial nacional (Corporación Favorita, 2021). A partir de este modelo exitoso, nace la necesidad de evaluar nuevas zonas dentro de Pichincha que permiten replicar esta experiencia. Identificar espacios adecuados para el desarrollo de centros logísticos que permitiría desconcentrar operaciones, reducir congestión vial y mejorar la eficiencia del sistema de distribución nacional (Prefectura de Pichincha, 2022).

Ante esta necesidad, el presente estudio propone realizar un análisis espacial que permita identificar sitios óptimos para un nuevo centro logístico en la provincia, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (Longley et al., 2008). Mediante un enfoque multicriterio, se analizarán factores geográficos, de infraestructura, accesibilidad y uso del suelo, apoyándose en software especializado de código abierto para garantizar replicabilidad y precisión técnica en los resultados (Malczewski, 2006; OpenStreetMap Foundation, 2024; Saaty, 2008).

Problemática

Aunque existen casos exitosos como el centro de distribución de Corporación Favorita en Amaguaña, que ha logrado optimizar el abastecimiento hacia Quito y otras provincias sin interferir con el tránsito urbano capitalino (Corporación Favorita, 2021), no se ha desarrollado un estudio sistemático que permita identificar otras zonas dentro de la provincia con características similares o incluso superiores. Esto limita la posibilidad de diversificar la infraestructura logística y aprovechar de manera más equitativa el territorio provincial (Prefectura de Pichincha, 2022).

A pesar de que los Sistemas de Información Geográfica (SIG) ofrecen capacidades técnicas para la integración de múltiples variables espaciales, aun no se aprovechan plenamente en los procesos de planificación logística (Longley et al., 2008). La falta de implementación de herramientas de enfoques de multicriterio en el análisis territorial impide identificar con precisión las áreas más adecuadas para el establecimiento de centros logísticos eficientes (Malczewski, 2006; Saaty, 2008).

Ante este contexto, se vuelve necesario desarrollar un estudio técnico que integre información espacial, variables logísticas y criterios de accesibilidad, utilizando herramientas SIG para proponer zonas óptimas de localización. Esta investigación busca contribuir a una planificación territorial más eficiente y apoyar la toma de decisiones estratégicas para el fortalecimiento logístico regional en Pichincha (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2023; OpenStreetMap Foundation, 2024).

Objetivos

Objetivo General

Identificar la ubicación óptima mediante un análisis multicriterio empleando herramientas de Sistemas de Información Geográfica para disponer de un centro logístico regional en la provincia de Pichincha.

Objetivos Específicos

- Recopilar información geográfica de distintas variables descargadas de fuentes oficiales, con el fin de enriquecer el análisis espacial y facilitar la toma de decisiones.
- Emplear herramientas de geoprocésamiento de datos mediante el software de libre acceso QGIS para complementar el análisis multicriterio y generar salidas cartográficas representativas.
- Determinar zonas potenciales dentro de la provincia que cumplan con las condiciones logísticas adecuadas para el desarrollo de un centro de distribución regional, tomando como referencia el modelo operativo de Corporación Favorita en Amaguaña.

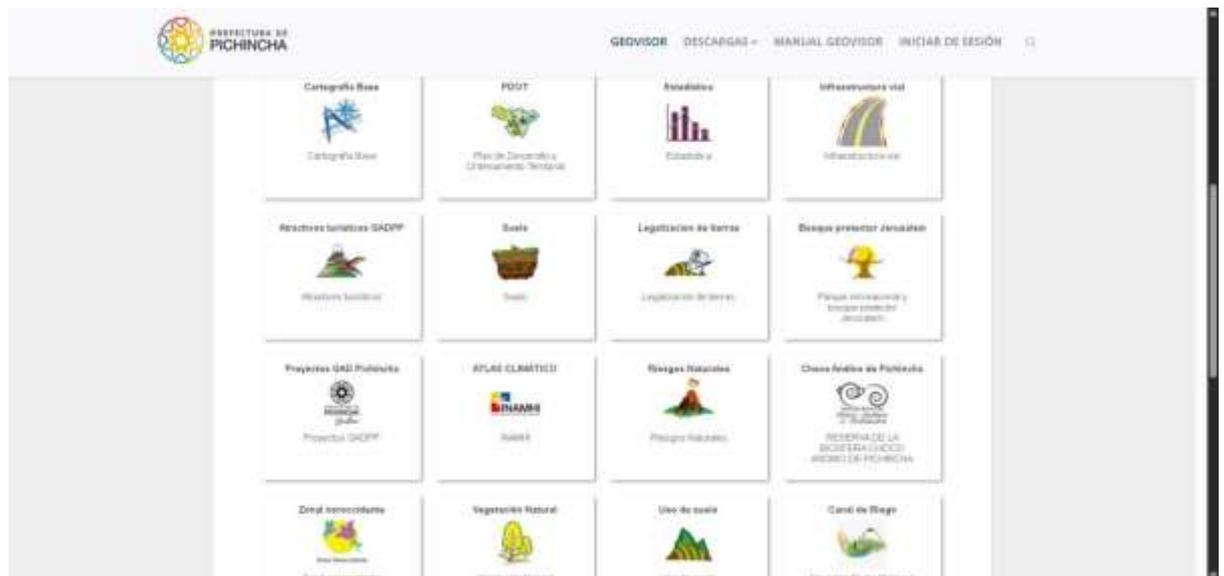
Metodología

Recopilación de información

La recopilación de información geográfica de las entidades oficiales proporcionó datos vectoriales y de tipo raster para la provincia de Pichincha donde se obtuvo acceso directamente a través de los portales oficiales de la Prefectura de Pichincha, que es la entidad encargada de competencias exclusivas y concurrentes como la prestación de servicios públicos, construcción de obra pública, fomentar actividades productivas, la gestión ambiental, desarrollo agropecuario, vialidad y riego a nivel provincial (Prefectura de Pichincha, 2017).

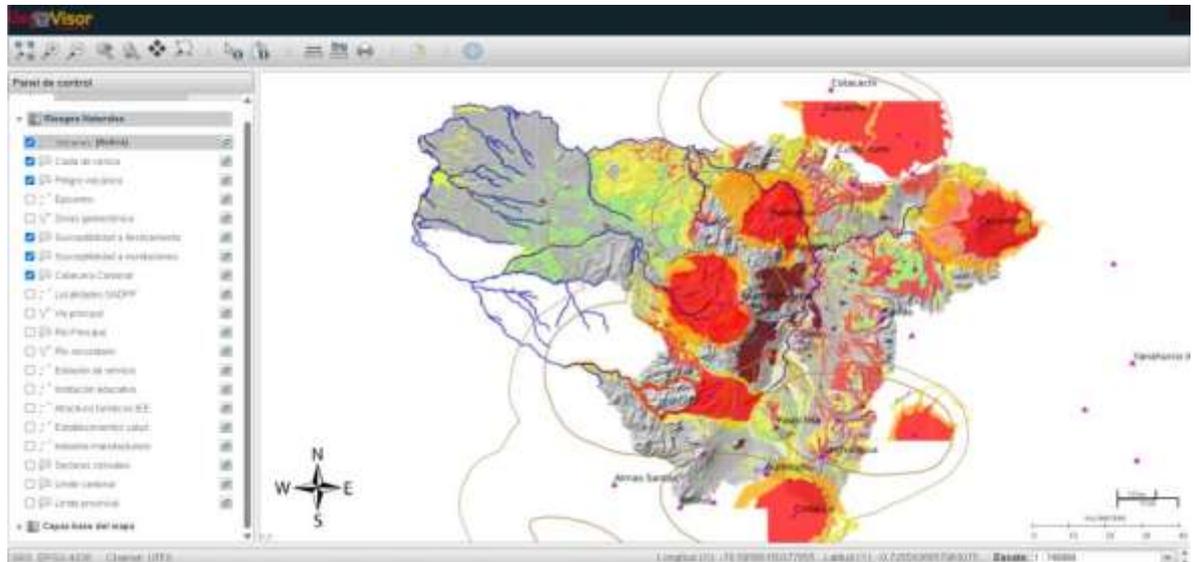
La prefectura de Pichincha ha generado distintos geovisores para cada campo de estudio que permiten el acceso a la información geográfica a la ciudadanía (Prefectura de Pichincha, 2025); tal como se puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Visores según el campo de estudio.



En este estudio se requirió desarrollar un análisis de riesgos naturales como parte del análisis multicriterio (Eiselt et al., 2023), y la información geográfica necesaria se la obtuvo del geovisor de Pichincha como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Geovisor de riesgos naturales de Pichincha.



Una variable que no contempla el geovisor de la Prefectura de Pichincha es el riesgo a incendios forestales, la cual fue obtenida para el análisis multicriterio a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) cuyo objetivo es fortalecer las capacidades para identificar los riesgos (SNGR, 2025) como se muestra en la Figura 3.

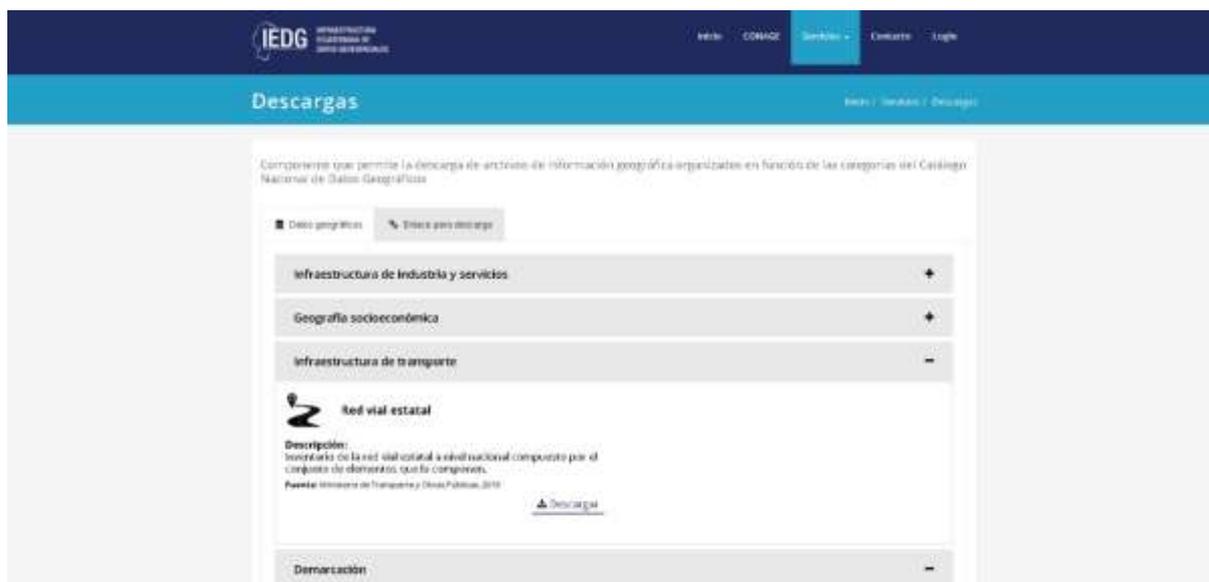
Figura 3. Datos de la SNGR.



En la Figura 4 se muestra el acceso a la información correspondiente a infraestructura de transporte que en conjunto dispone la Red Vial Estatal

como datos geográficos tipo vector desde la plataforma de servicios de Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geospaciales (Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geospaciales, 2025).

Figura 4. Servicios de la Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geospaciales.



En este análisis fue necesario incorporar información geográfica de zonas de protección ambiental; que según la (Prefectura de Pichincha, 2022) la provincia cuenta con diferentes tipos de áreas de protección clasificadas en diferentes categorías dentro de su territorio como son los siguientes:

- Sistema Nacional de Áreas de Protegidas.
- Bosques y vegetación protectores.
- Bosques nativos.
- Programa Socio Bosque.
- Reserva de la biósfera.
- Áreas de protección hídrica.
- Bosque protector Jerusalén.
- Páramos.

A continuación, se muestra en la Figura 5 la información geográfica de zonas de protección ambiental disponibles en el geovisor de la prefectura de Pichincha y en la Figura 6 se muestra el geoportal del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) que proporciona acceso al Sistema Nacional de Áreas de Protegidas y Bosques y Vegetación Protectores (MAATE, 2025).

Figura 5. Geovisor de información ambiental de Pichincha.

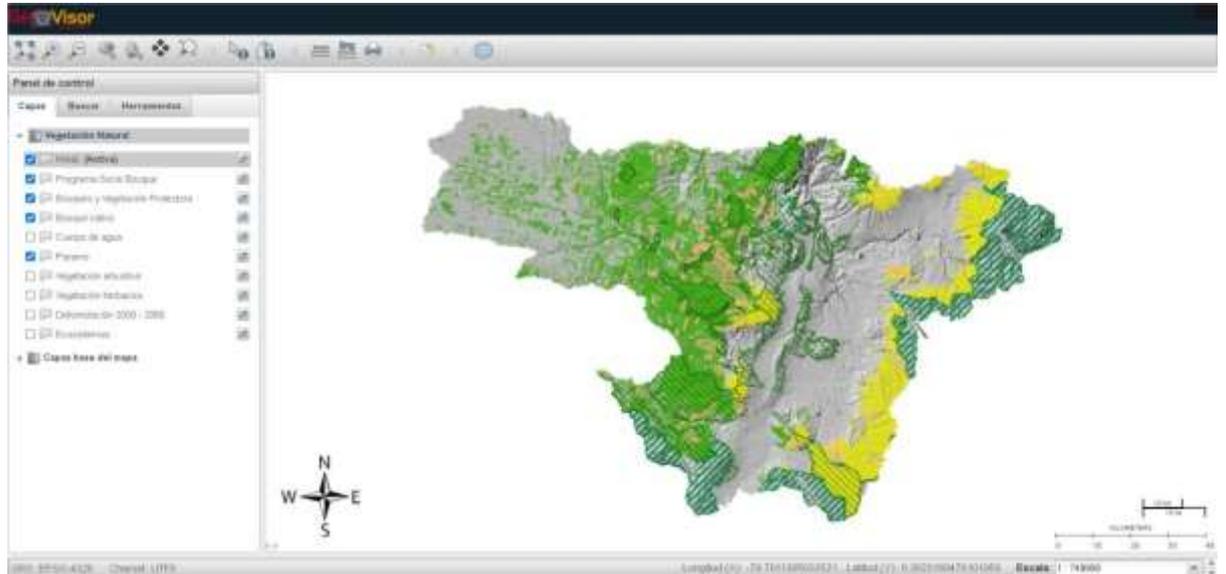
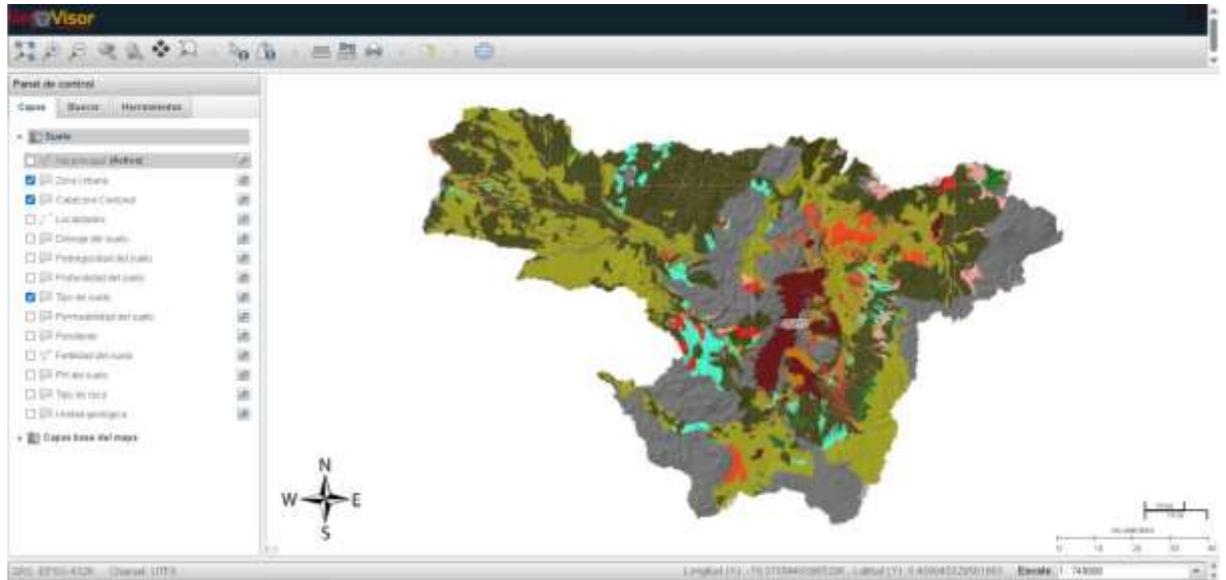


Figura 6. Geoportal MAATE.



La variable de la pendiente para la provincia de Pichincha se recopiló mediante el acceso a la información geográfica tipo vector del geovisor de la Prefectura de Pichincha para suelos (Prefectura de Pichincha, 2025) y se la visualiza en la Figura 7.

Figura 7. Geovisor sobre suelos de Pichincha.



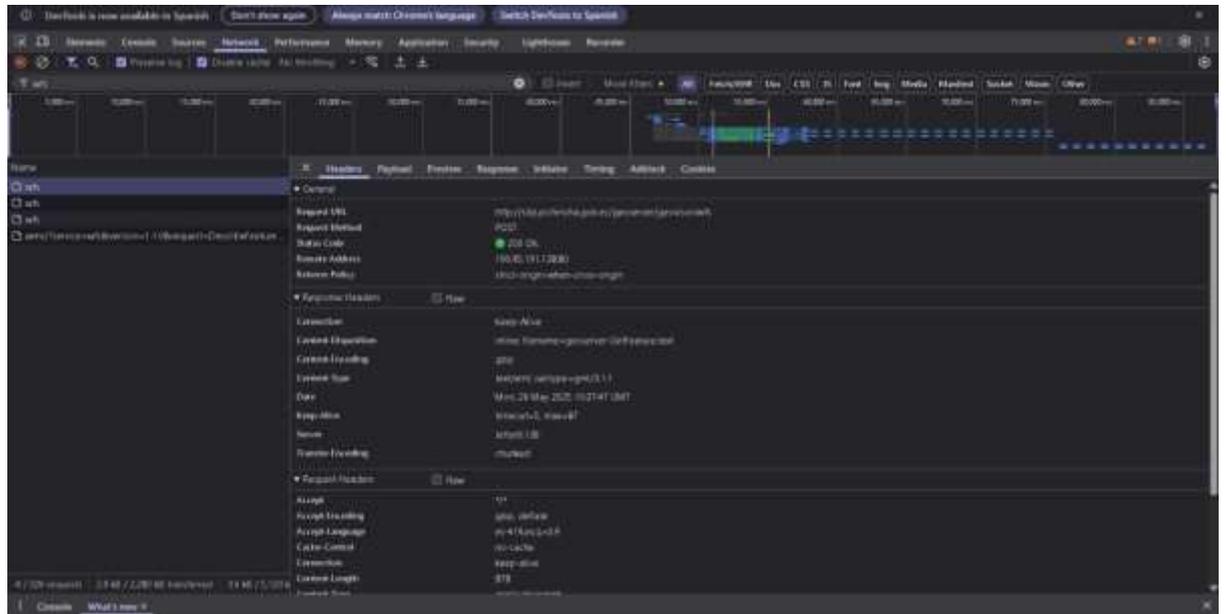
Desde el geoportal del libre acceso del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se logró obtener datos vectoriales correspondientes a la Cobertura y Usos de Suelo a nivel nacional (MAG, 2025) información que será empleada para precisar el análisis multicriterio (ver Figura 8).

Figura 8. Geoportal MAG.



En la Figura 9 se puede observar la obtención de la información desde los geovisores y geoportales mencionados anteriormente se la realizó mediante solicitudes a los servidores de tipo WFS; y la inspección a sus portales web correspondientes (Instituto Geográfico Militar, 2022; Kraak & Ormeling, 2020).

Figura 9. Inspección servidores web.



Ponderación

Una vez obtenida la información geográfica relevante para cada una de las variables se procedió a analizar de manera descriptiva su contenido de cada una con el objetivo de definir una ponderación adecuada para cada una de sus categorías que posteriormente será empleada en el análisis multicriterio (Eiselt et al., 2023).

Es necesario mencionar que las variables de información geográfica correspondientes a riesgo de erupción volcánica, deslizamientos de tierra, riesgo de inundaciones y pendientes; ya poseían categorías de susceptibilidad al evento definidas e incluso algunas de ellas ya contaban con valores de ponderaciones (Prefectura de Pichincha, 2025). A continuación, se muestran las ponderaciones definidas para los diferentes tipos de riesgos.

a) Riesgo de erupción volcánica

Figura 10. Ponderación para riesgo de erupción volcánica.

peligro	descripcio	volcan	PONDERACION
Peligro Máximo	Zona afectada por flujos piroclásticos, y/o fl...	GUAGUA PICHINCHA	3
Mayor Peligro	Lahares, Mayor Peligro	COTOPAXI	2
Flujos Piroclásticos	Áreas que podrían ser afectadas por flujos pir...	CAYAMBE	2
Peligro Bajo	Zonas de inundacion con alturas de deposita...	GUAGUA PICHINCHA	1
Flujos Lodo y Escombros	En caso de una erupción pequeña moderada,...	CAYAMBE	2
Peligro Moderado	Flujos de lodo con menor energía y deposita...	GUAGUA PICHINCHA	2
Menor Peligro	Menor Peligro de Lahares	COTOPAXI	1
Máximo Peligro	Mayor Peligro Flujo Piroclástos y lava	ANTISANA	4
Peligro Extremo	Impacto directo de flujo, llevando materiales...	GUAGUA PICHINCHA	4
Flujo de Lava	Flujo de Lava existente	ANTISANA	2

b) Deslizamientos de tierra

Figura 11. Ponderación para riesgo de deslizamientos de tierra.

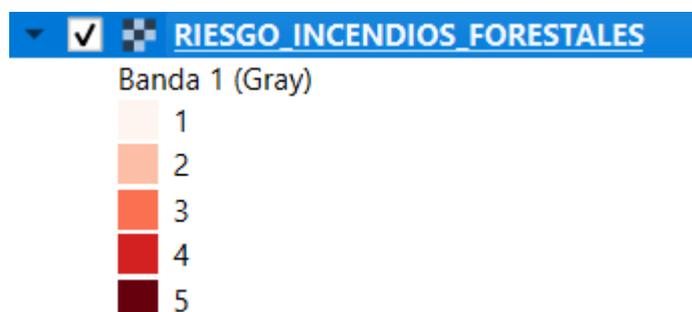
grd	grd_etiq
4	GRADO DE AMENAZA ALTO
3	GRADO DE AMENAZA MEDIO
2	GRADO DE AMENAZA BAJO
1	GRADO DE AMENAZA NULO

c) Riesgo de inundaciones

Figura 12. Ponderación para riesgo de inundaciones.

simbolo	descripcio	PONDERACION
A	Zonas con Alta Suceptibilidad a Inundación	5
M	Zonas con Moderada Suceptibilidad a Inundación	3
B	Zonas con Baja Suceptibilidad a Inundación	1

d) Riesgo de incendios forestales

Figura 13. Ponderación para incendios forestales.

e) Pendiente

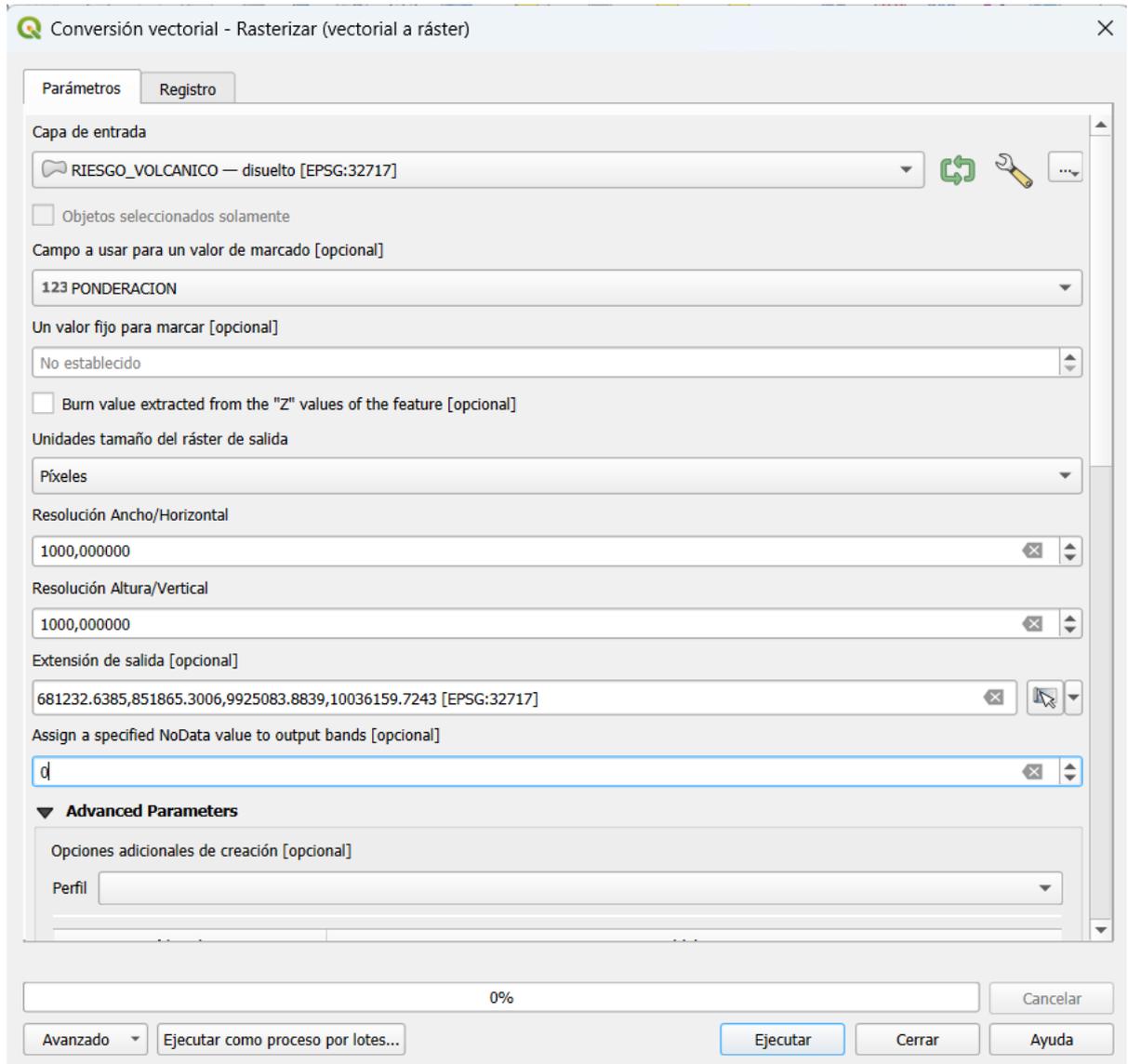
Figura 14. Ponderación para la pendiente.

pendiente	r_pendient	pen
PLANA	0 ? 2 %	1
MUY SUAVE	> 2 ? 5 %	2
SUAVE	> 5 ? 12 %	3
MEDIA	> 12 ? 25 %	4
MEDIA A FUERTE	> 25 ? 40 %	5
FUERTE	> 40 ? 70 %	6
MUY FUERTE	> 70 ? 100 %	7
ESCARPADA	> 100 ? 150	8
MUY ESCARPADA	> 150 ? 200	9

Generación de productos raster

Para la generación de los insumos o productos raster empleados en el análisis multicriterio se utilizó la herramienta de geoprocésamiento Conversión Vectorial – Rasterizar (Chang, 2022); en donde convertimos la información geográfica vectorial al conjunto de celdas de tipo raster (Figura 15).

Figura 15. Conversión Vectorial – Rasterizar.



Este proceso se fue aplicado individualmente a cada una de las variables consideradas en este análisis como se muestra en las siguientes imágenes y cuyos resultados específicos pueden visualizarse en los anexos del 1 al 5, según corresponda. Estos anexos permiten visualizar con mayor detalle la representación geoespacial obtenida para cada componente analizado:

Figura 16. Raster riesgo de erupción volcánica.

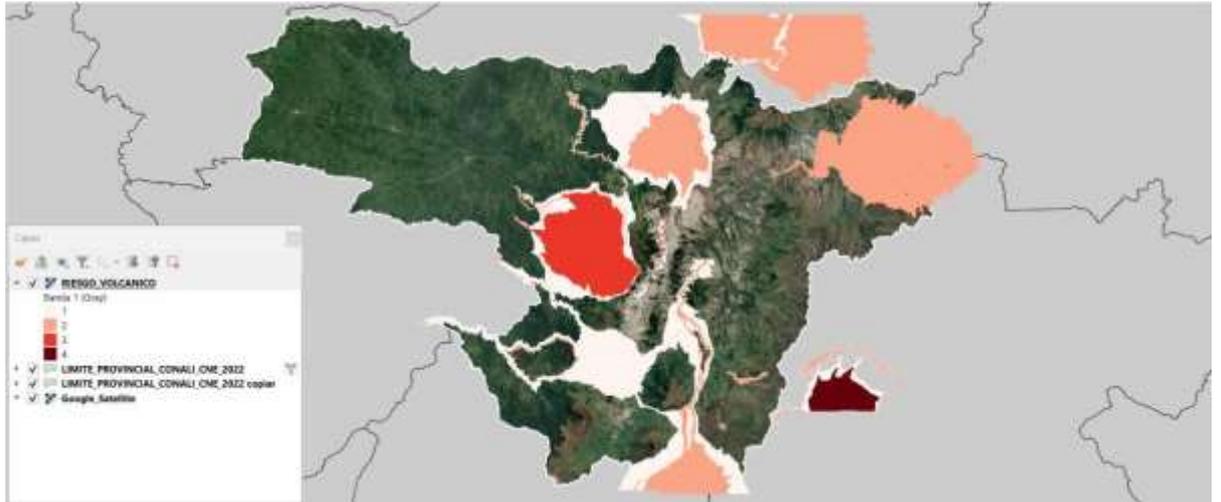


Figura 17. Raster riesgo de deslizamientos de tierra.

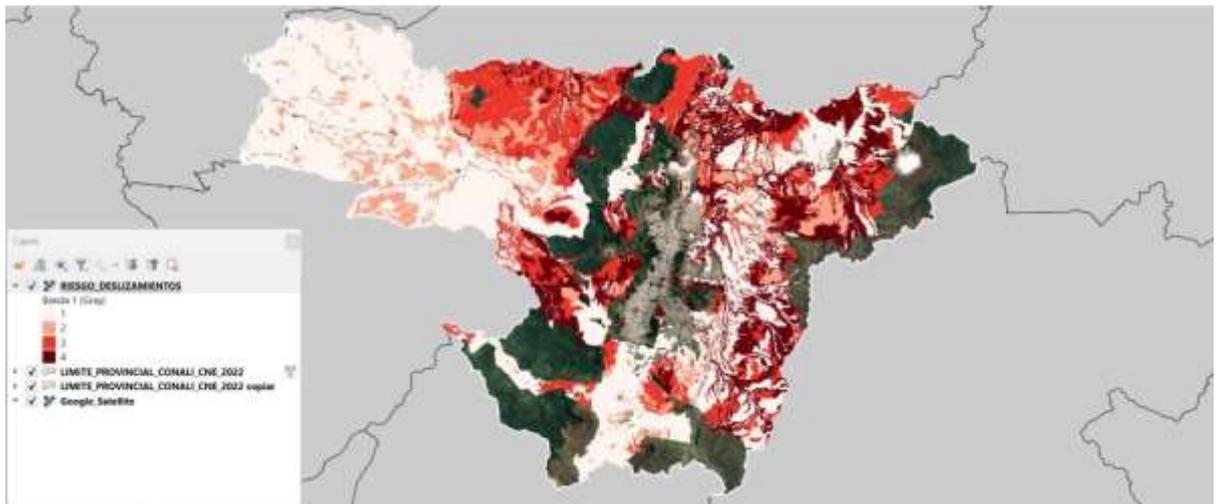


Figura 18. Raster riesgo de inundaciones.



Figura 19. Raster riesgo de incendios forestales.

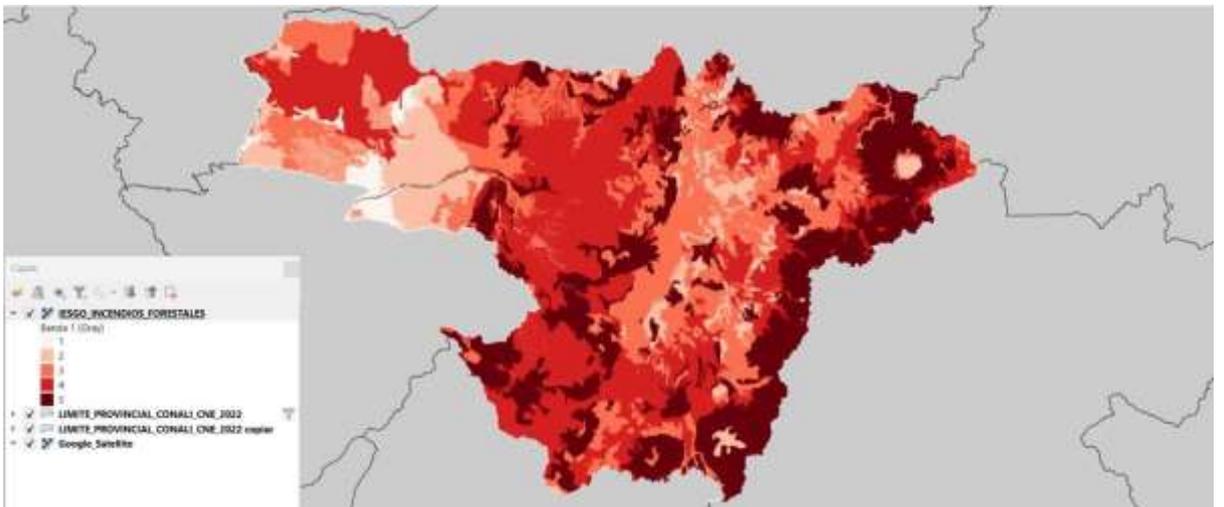
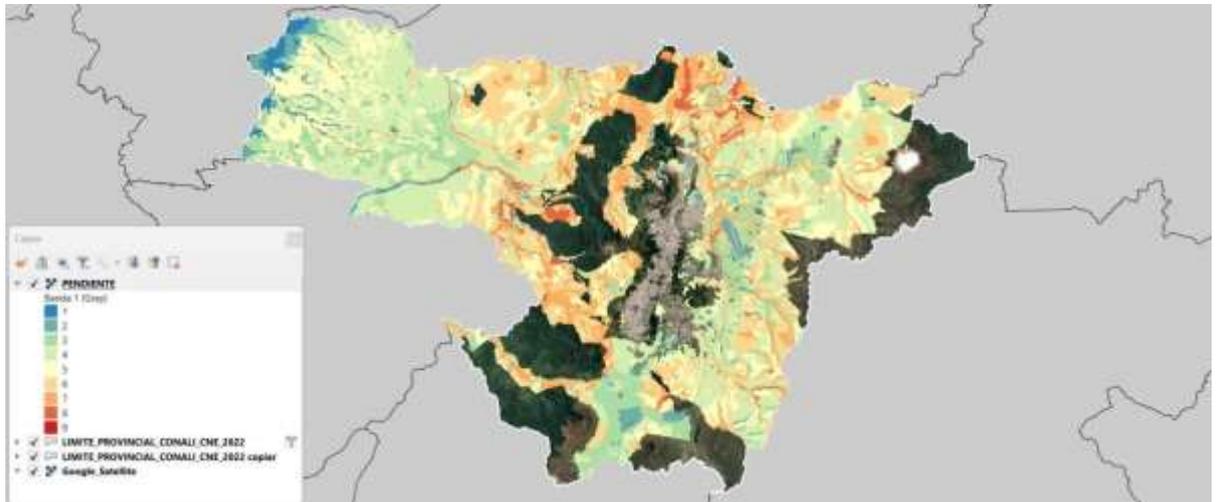


Figura 20. Raster pendientes.



Para las zonas de protección ambiental se realizó un análisis diferente que constó en la unión de todas sus categorías dentro del territorio de Pichincha como se muestra en la Figura 21 con el fin de posteriormente excluirlas mediante la creación de un raster de valor 0; puesto que ningún proyecto de cualquier índole puede ser situado en esos territorios (LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE, 2004) (ver Figura 22).

Figura 21. Áreas de protección Ambiental de Pichincha.

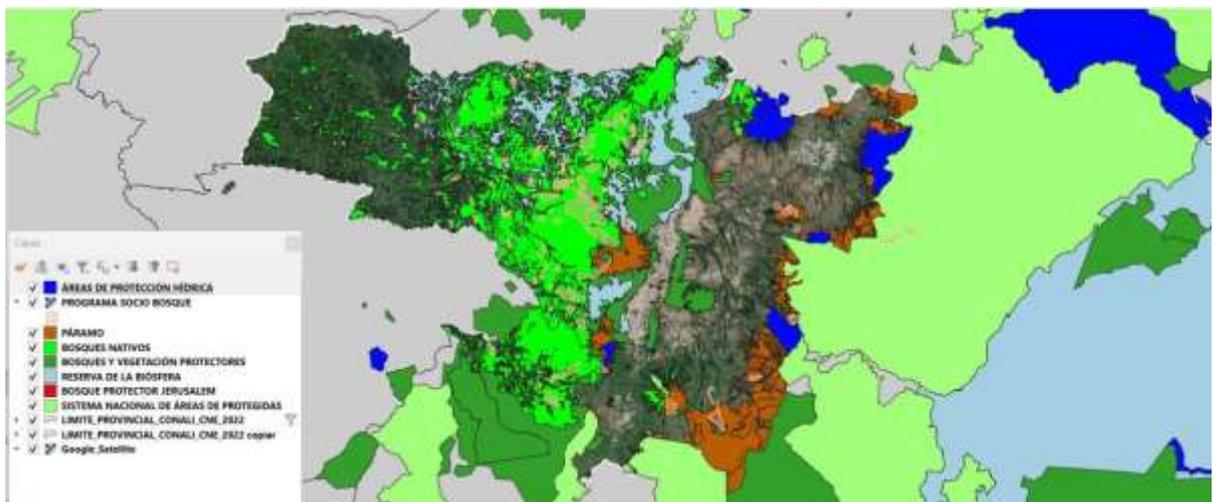
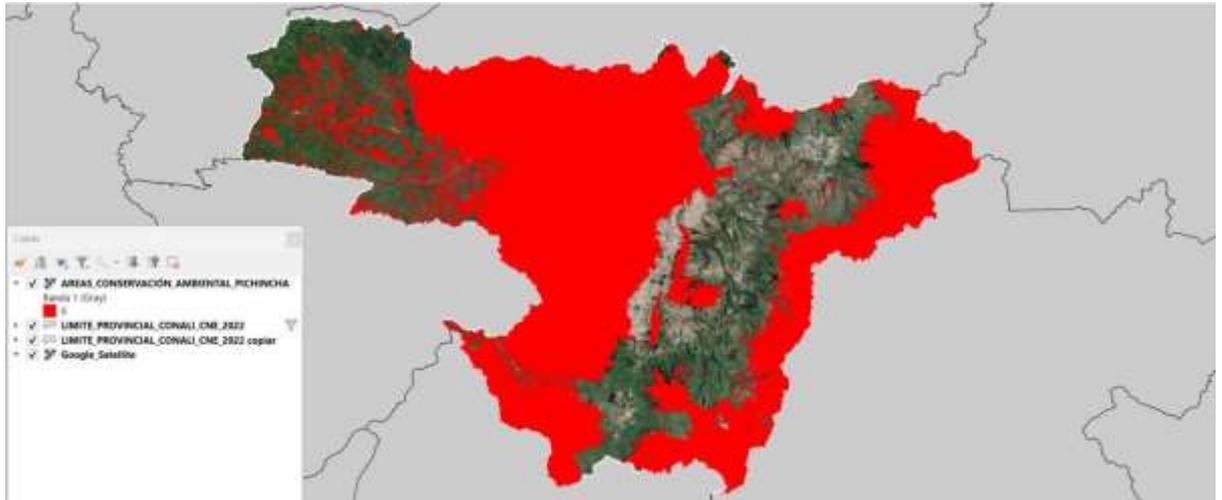


Figura 22. Raster de áreas de protección ambiental de Pichincha.



Análisis Multicriterio

Para el análisis multicriterio se empleó la herramienta Calculadora Raster (ver Figura 23) en donde se definió la operación para cada una de las variables (Chang, 2022). En base a (Eiselt et al., 2023) los riesgos naturales como riesgo de erupciones volcánicas, el riesgo de deslizamientos de tierra, riesgo de incendios forestales y el riesgo de inundaciones fueron operados por método de adición de sus respectivas ponderaciones para posteriormente considerar que el cálculo se refleje en zonas dependiente de categorías Plana, Muy Suave o Suave; y finalmente se procedió a excluir todas las áreas de conservación ambiental por medio del producto de su ponderación que era el valor nulo (Figura 24).

Figura 23. Análisis Multicriterio en la Calculadora Ráster.

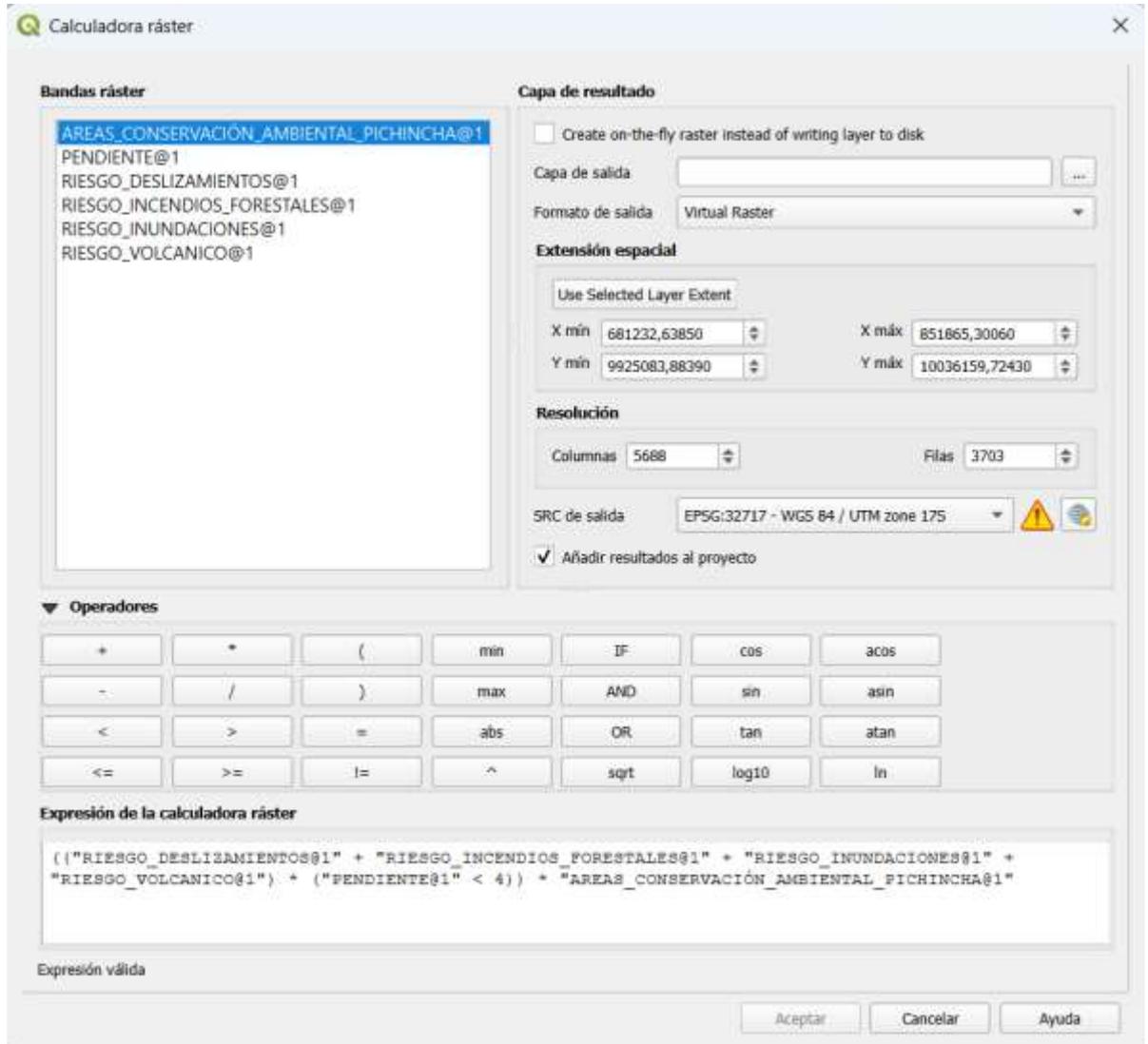


Figura 24. Resultado Análisis Multicriterio.

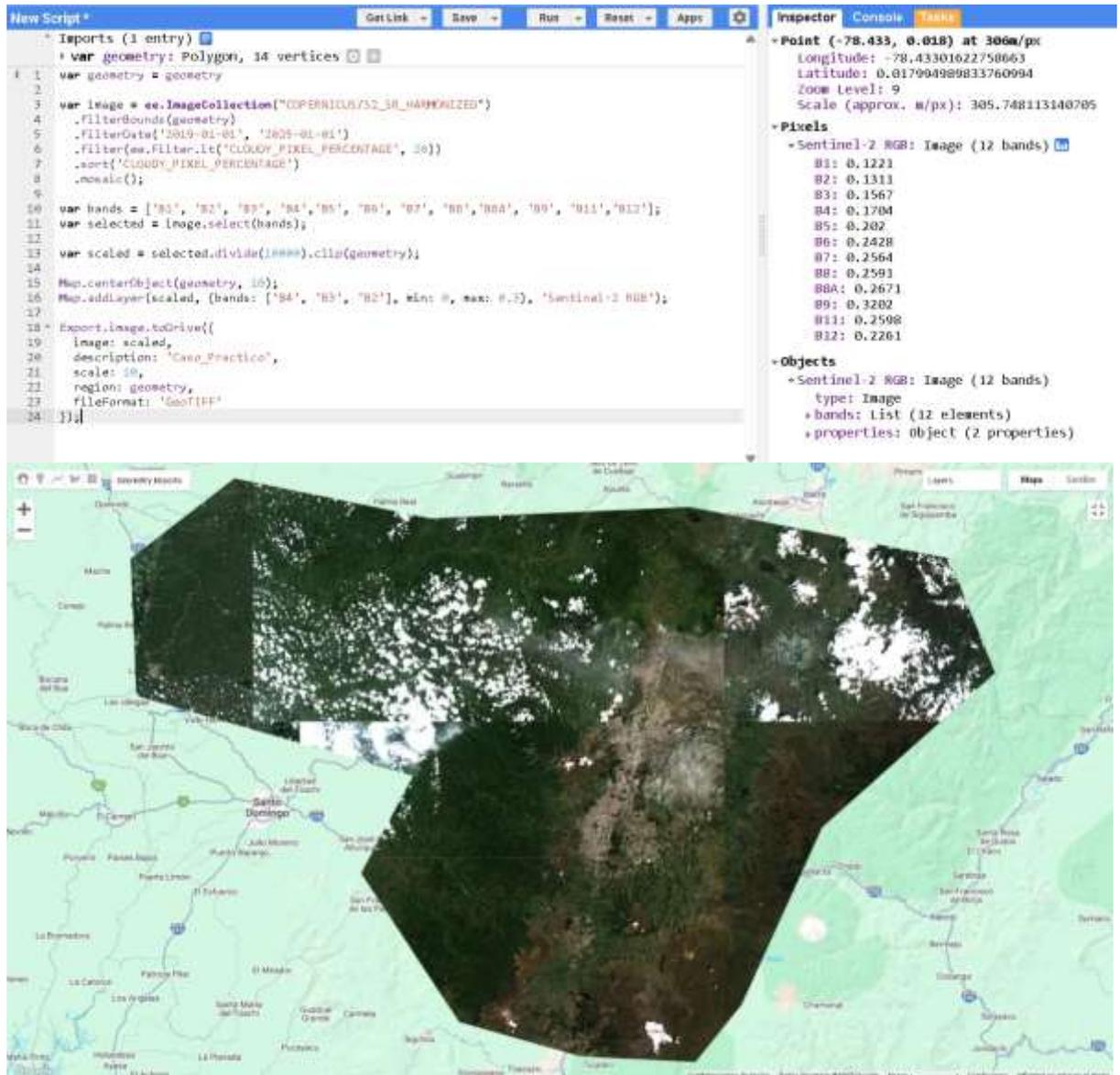


Teledetección

Una vez identificadas las zonas de menor riesgo, menor pendiente y que su ubicación no afecte a las áreas de conservación ambiental; se procedió a hacer un análisis de teledetección para cada una de estas zonas mediante el uso del producto de sensor remoto Sentinel-2 con el objetivo de identificar distintos tipos de coberturas de manera más precisa (Drusch et al., 2012).

Para descargar el producto de sensor remoto Sentinel-2 definiendo el área de estudio se utilizó la potente herramienta Google Earth Engine en donde mediante código definimos la geometría del área de interés, especificamos el producto satelital requerido, el rango de tiempo establecido, la cobertura de la nubosidad, el número de bandas de la imagen satelital a descargar y los parámetros para la descarga como el nombre del archivo, la escala y el formato (Gorelick et al., 2017) (Figura 25).

Figura 25. Solicitud plataforma Google Earth Engine



En la Figura 26 como parte del proceso de optimización, se utilizó la herramienta Cortar Ráster por Capa de Máscara para delimitar el área de estudio en las zonas resultantes después del multicriterio (Islam et al., 2019). Además, se aplicó combinaciones de banda 12-11-4 del sensor Sentinel-2, útil para generar imágenes en falso color que favorecen la detección de zonas urbanas (Alonso, 2020) antes de proceder con la clasificación semiautomática (Figura 27).

Figura 26. Cortar Raster por Capa de Máscara.

Extracción ráster - Cortar ráster por capa de máscara

Parámetros Registro

Capa de entrada
Caso_Practico [EPSG:32717]

Capa de máscara
RIESGO_IGUAL_1 — vectorizado [EPSG:32717]

Objetos seleccionados solamente

SRC de origen [opcional]
Project CRS: EPSG:32717 - WGS 84 / UTM zone 17S

SRC objetivo [opcional]
Project CRS: EPSG:32717 - WGS 84 / UTM zone 17S

Extensión del objetivo [opcional]
No establecido

Asignar un valor especificado SinDatos a las bandas de salida [opcional]
0,000000

Crear una banda alfa de salida

Ajustar la extensión del ráster cortado a la extensión de la capa de máscara

Mantener resolución del ráster de entrada

Establecer resolución del archivo de salida

Resolución X a las bandas de salida [opcional]
No establecido

Resolución Y a las bandas de salida [opcional]
No establecido

▼ Advanced Parameters

0%

Cancelar

Avanzado Ejecutar como proceso por lotes... Ejecutar Cerrar Ayuda

Figura 27. Áreas resultantes del análisis multicriterio (Combinación 12-11-4)



Según (Congedo, 2021), para la clasificación semiautomática de las áreas resultantes del análisis multicriterio se definió cada una de las bandas del producto satelital recortado empleando la herramienta de procesamiento de imágenes satelitales Semi-Automatic Classification Plugin (Figura 28) y sus respectivas muestras de terreno (Figura 29).

Figura 28. Captura de la herramienta Semi-Automatic Classification Plugin (SCP).

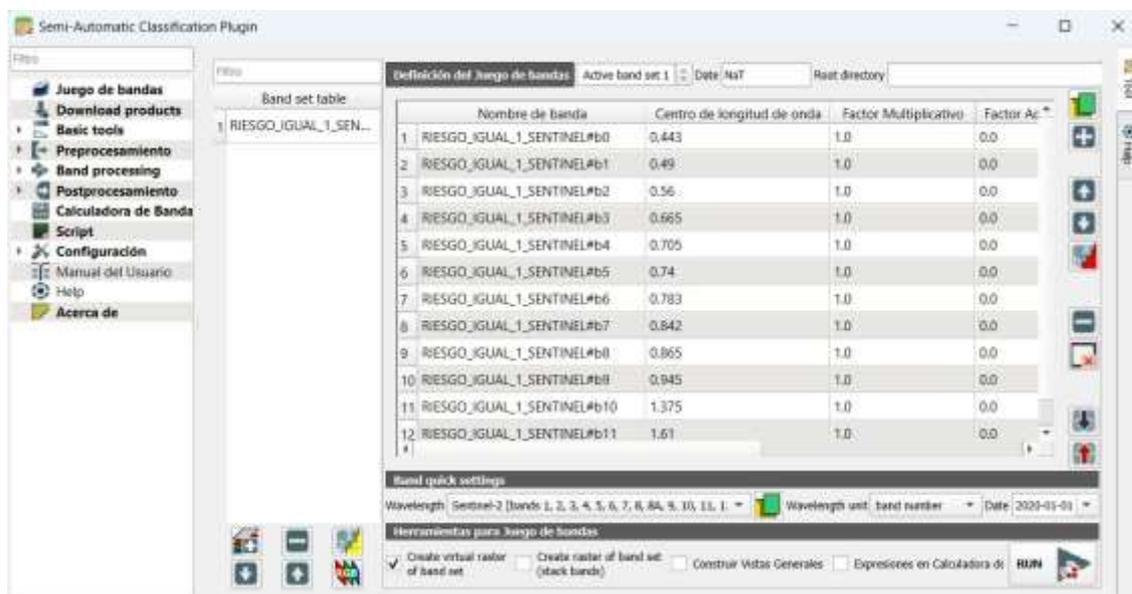
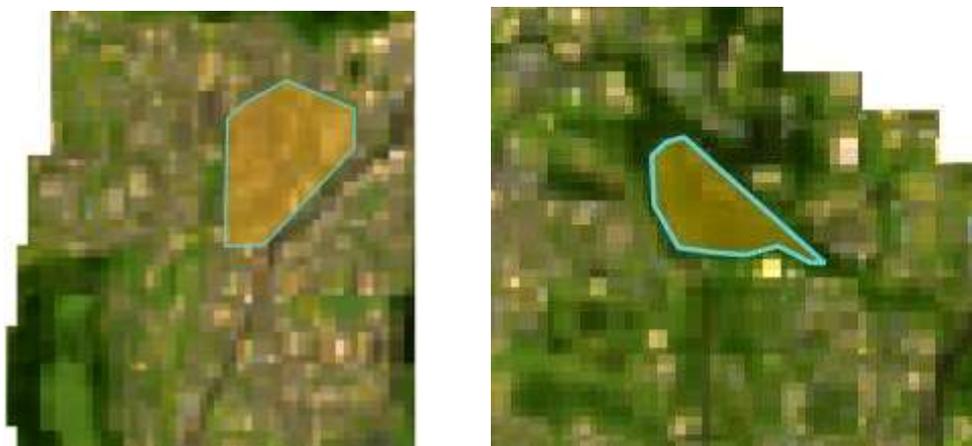


Figura 29. Muestras de diferentes tipos de superficie.



En la Figura 30, se muestran las categorías principales tomadas como muestra de la imagen satelital a clasificar definiendo tres tipos de categorías principales como Zona Antrópica y Vegetación. El objetivo de esta clasificación y de la definición de estos dos tipos de categorías es la segregación de la zona antrópica para su posterior exclusión puesto que no cumpliría con las condiciones para la ubicación óptima del proyecto (Holloway, 2023).

Figura 30. Tipos de superficie a clasificar en SCP.



Figura 31. Resultado clasificación con SCP.



Finalmente, en la Figura 32 se presenta como se excluye con mayor precisión las zonas antrópicas que fueron identificadas por el proceso de clasificación de superficies anteriormente realizada para filtrar las zonas viables (Chang, 2022).

Figura 32. Identificación de zonas viables.



Análisis usos y coberturas de suelo

Se enriqueció el análisis de teledetección mediante la incorporación de datos de cobertura y usos de suelo provenientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2025). La capa de cobertura y usos de suelo en su campo denominado "uso" posee diferentes categorías en las cuales unas van a ser

excluidas mediante una ponderación nula y otras van a mantenerse como son las zonas de cobertura agrícola, agropecuario mixto, pecuario y tierras improductivas; que probablemente pueden ser a futuro adquiridas para la ubicación del nuevo proyecto (Holloway, 2023; Islam et al., 2019) (ver Figura 33).

Figura 33. Ponderación Usos y Coberturas de suelo.

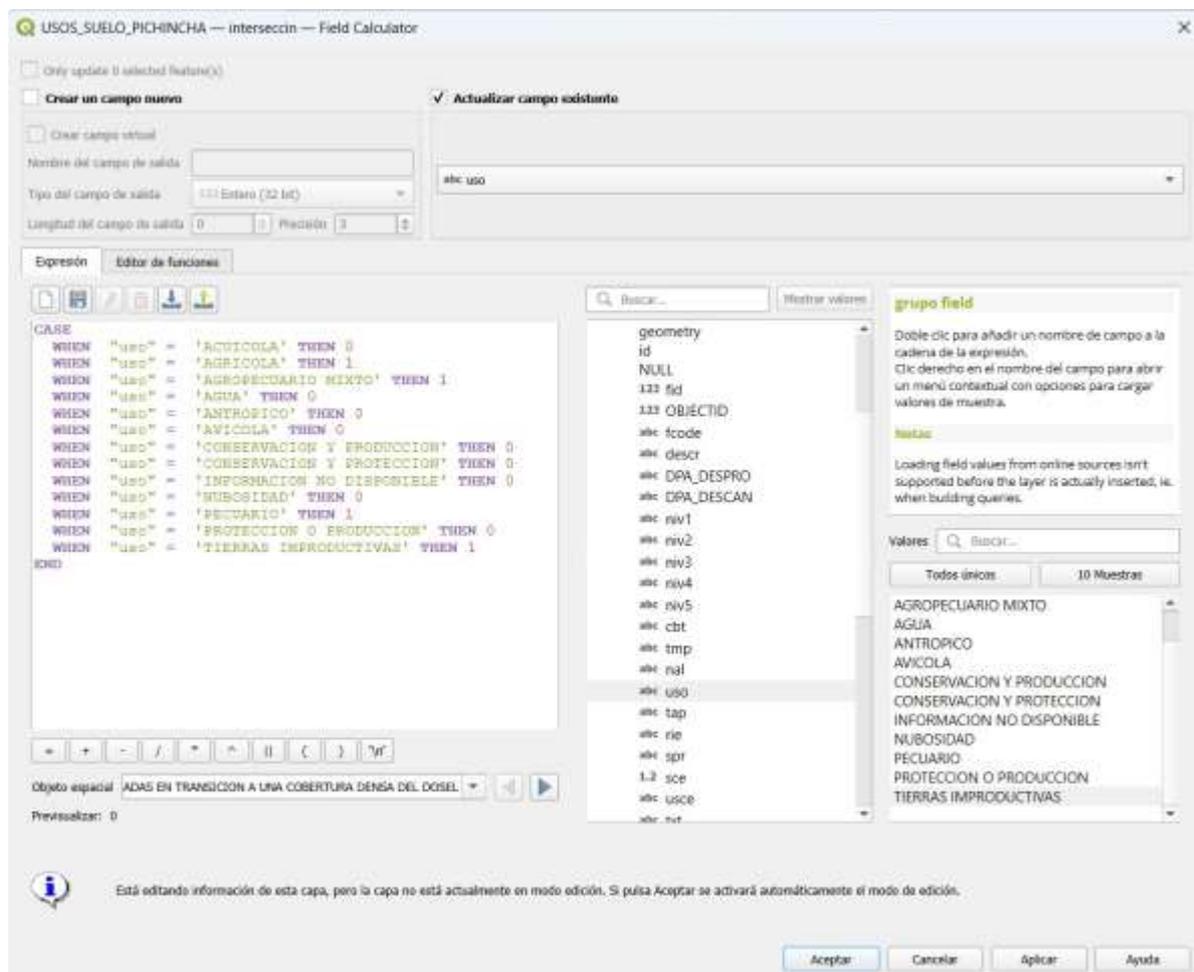


Figura 34. Resultado análisis usos y coberturas de suelo



Una vez obtenido el resultado del análisis de usos y coberturas de suelo se procedió a filtrar únicamente las zonas viables cuya superficie sea mayor o igual a 15 ha mediante el constructor de consultas (Chang, 2022) que es una característica principal para el centro logístico definido.

Análisis de proximidad a la red vial

La Figura 35 presenta como se realizó el análisis de proximidad de las zonas viables resultantes mayores a 15 ha con respecto a la red vial estatal que cruza la provincia de Pichincha y cuyos tramos se encuentren en buen estado (Román, 2024). Para una interpretación mas detallada puede consultarse el mapa temático que se encuentra en el anexo 6 al final:

Figura 35. Zonas viables mayores de 15 ha cercanas a la red vial estatal en buen estado.



Según (Chang, 2022), la herramienta de geoprocésamiento Unir Atributos por Proximidad se utilizó entre ambas entidades dando como resultado cuatro ubicaciones viables que cumplen con ser próximas a un tramo de vía estatal en buen estado (Figura 36).

Figura 36. Zonas próximas a la red vial estatal en buen estado.

area	ESTADO
21,8959527548...	BUENO
18,5695340309...	BUENO
121,143956417...	MALO
54,3656258493...	REGULAR

Análisis de accesibilidad

OpenRouteService ofrece servicios de enrutamiento a partir de datos de OpenStreetMap, con soporte para varios modos de transporte como caminar, ir en bicicleta, conducir y rutas para sillas de ruedas. Ofrece funciones como el análisis de accesibilidad basado en isócronas, matrices tiempo-distancia, búsqueda de PDI, geocodificación, perfiles de elevación y optimización de rutas con varias paradas (GIScience Research Group, 2023).

Según (Gandhi, 2025), para el análisis de accesibilidad se empleó la herramienta desarrollada en código abierto OpenRoute Service que es de libre acceso a través de conexión a internet. Esta plataforma en línea permite el introducir coordenadas para su posterior análisis de isócronas de distancia o tiempo.

La obtención de valores de accesibilidad se realizó para las dos zonas viables para finalmente tener parámetros de decisión respecto al uso de recursos de movilización y accesibilidad de los vehículos de carga para cada una de ellas (Demir et al., 2022).

A continuación, se muestran los resultados para las dos alternativas y su posterior análisis.

a) Resultado alternativa 1

Figura 37. Ubicación de la alternativa 1.



Figura 38. Isócronas de tiempo para la alternativa 1.

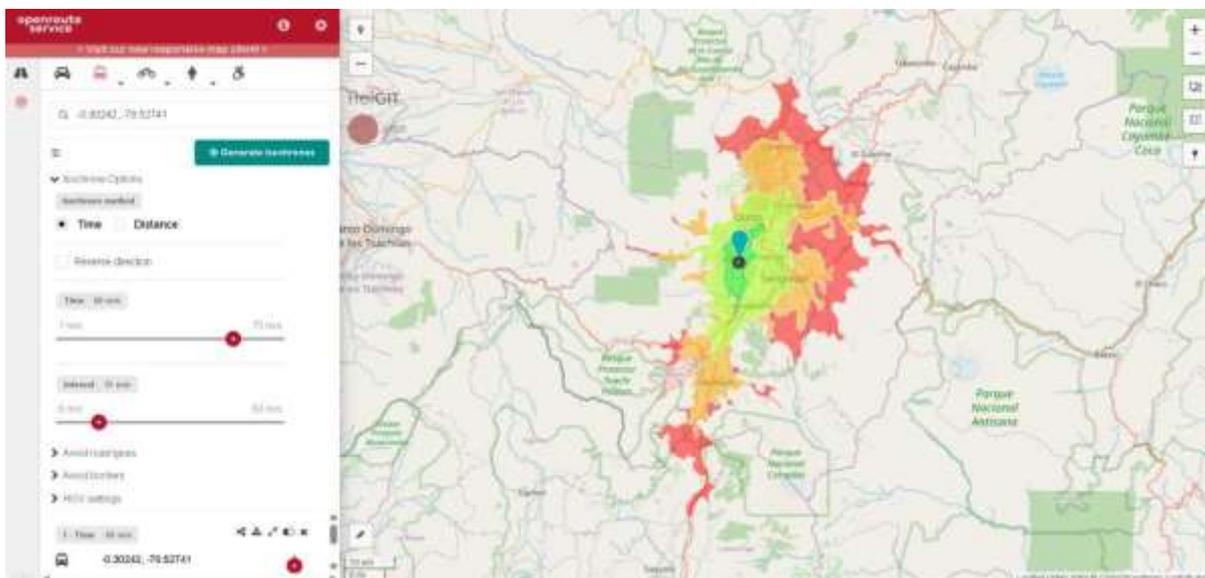
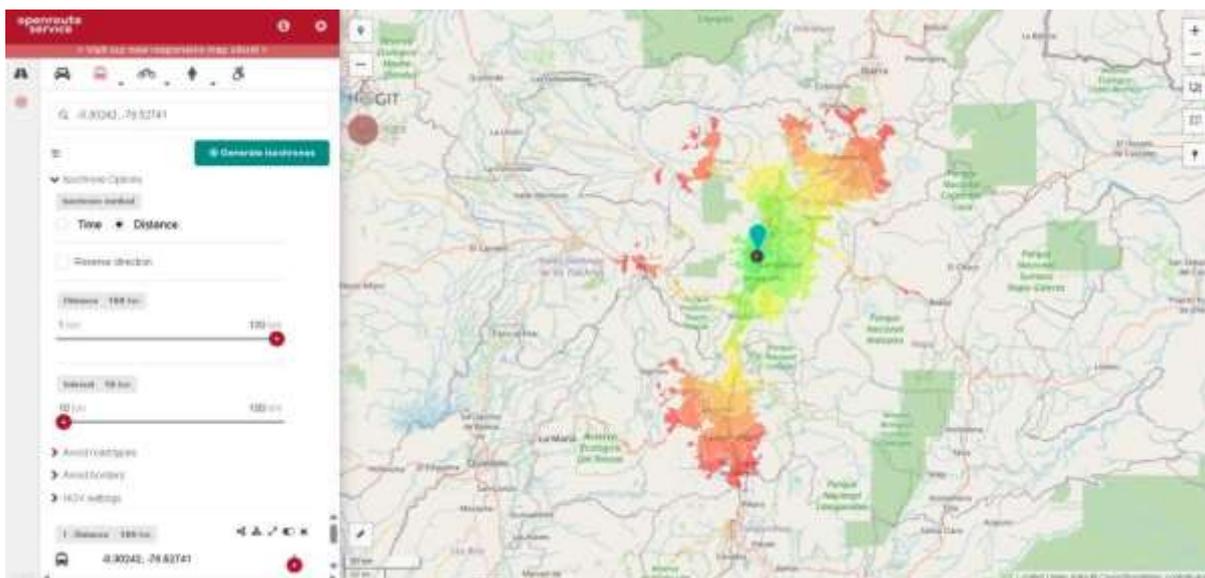


Figura 39. Isócronas de distancia para la alternativa 1.



b) Resultado alternativa 2

Figura 40. Ubicación de la alternativa 2.

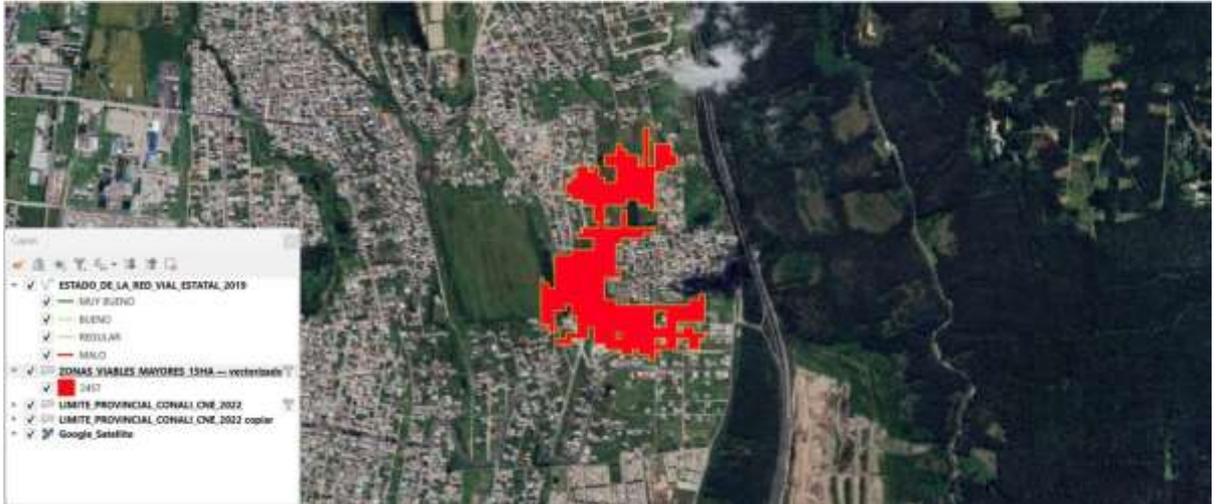


Figura 41. Isócronas de tiempo para la alternativa 2.

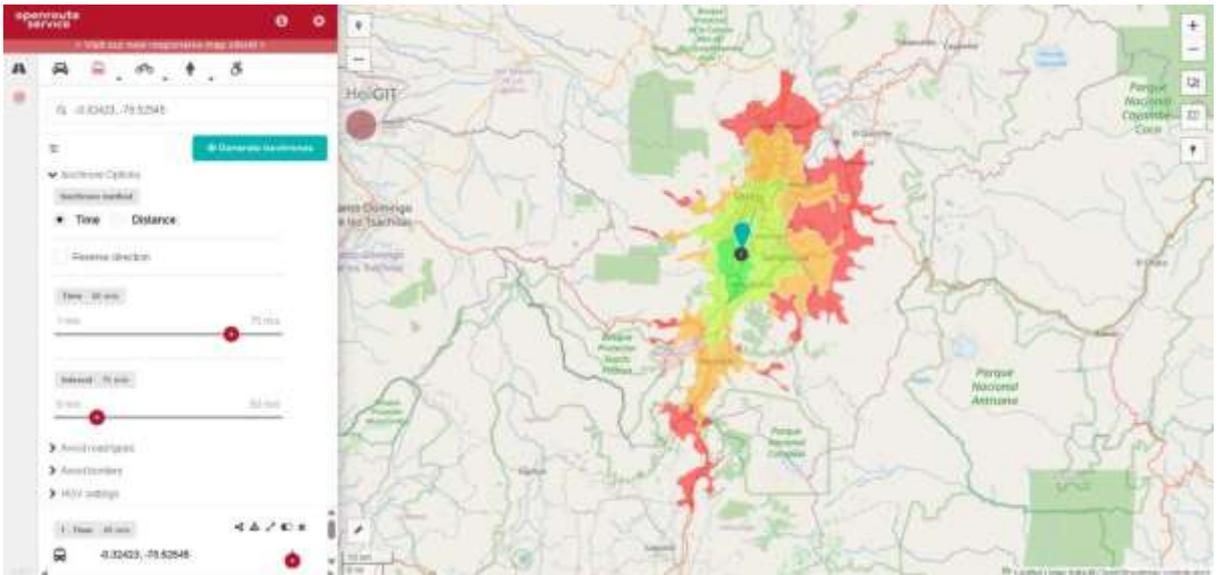
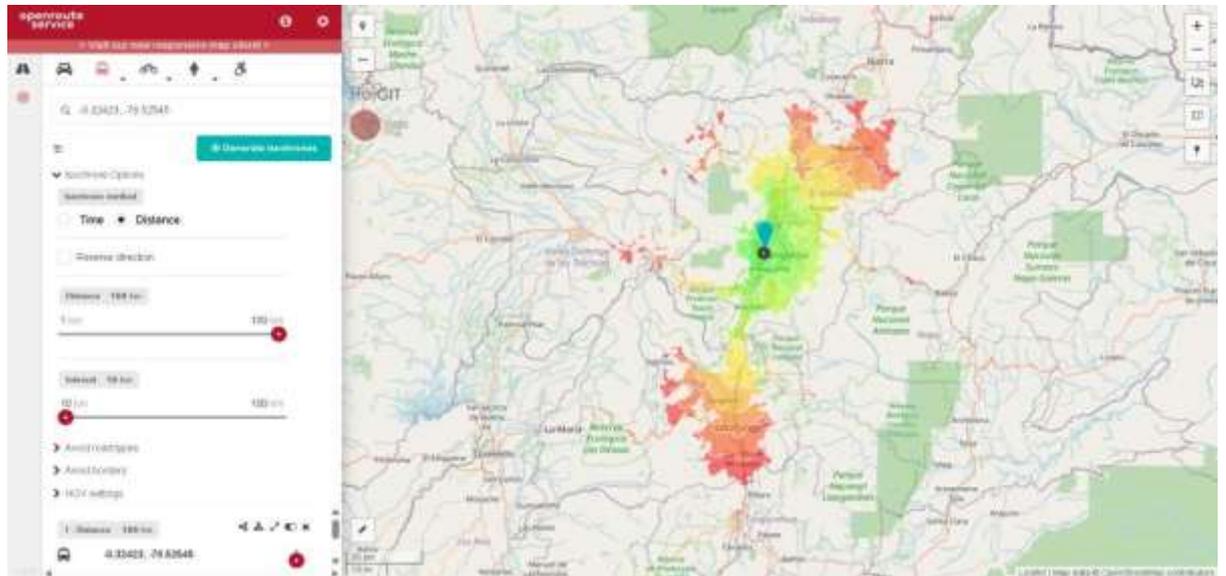


Figura 42. Isócronas de distancia para la alternativa 2.



Una vez obtenidas las isócronas de distancia y tiempo; según (Scalas, 2023) se debió analizar el área de cobertura de las alternativas recordando que dos de ellas son colindantes y se las analizó de manera conjunta.

Figura 43. Comparación de áreas de isócronas de distancia.



Figura 44. Comparación de áreas de isócronas de tiempo.



Resultados

El análisis de accesibilidad realizado mediante isócronas de distancia y tiempo definió la ubicación óptima y enriqueció los resultados obtenidos en toda la metodología. Al comparar sus áreas se obtuvo que la mejor alternativa es la 2 que dando los mejores resultados en las isócronas de distancia y tiempo, como se puede visualizar en el anexo 7, 8 y 9 del documento para mejor interpretación de los resultados, gracias al análisis multicriterio se tiene el respaldo técnico de que estas ubicaciones poseen un riesgo mínimo ante desastres naturales como erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos de tierra e incendios forestales. Además, se caracterizan por ser zonas de pendiente mayormente plana, que cumple con el requisito de un área mínima para el centro logístico de mínimo 15 ha y que no tendrán un impacto negativo hacia las áreas de protección ambiental cercanas.

Conclusiones

La información geográfica disponible de la prefectura de Pichincha se consolida como una sólida base de datos de libre acceso a la ciudadanía que se caracteriza por estar constantemente actualizada y que abarca información de distintas áreas de estudio con campos de carácter geográfico, cualitativo y cuantitativo. Asimismo, se evidenció que la información geográfica provista por entidades oficiales, como el MAG, el

MAATE y la SNGR, es un recurso fundamental para apoyar procesos de planificación territorial estratégica. Su accesibilidad y actualización constante fortalecen la transparencia técnica del proceso y permiten a los tomadores de decisiones contar con insumos de calidad para proyectos de infraestructura logística.

El estudio evidenció la seguridad del uso de herramientas de SIG para la localización de zonas óptimas destinadas al establecimiento de un centro logístico regional. Mediante un análisis multicriterio, se integraron variables críticas como riesgos naturales, pendiente del terreno, accesibilidad vial, uso y cobertura de suelo, y presencia de áreas protegidas, lo que ayudo a generar un modelo territorial preciso y escalable.

Se logró delimitar cuatro zonas viables en la provincia que reunían criterios mínimos como superficie igual o mayor a 15 ha, bajo riesgo ambiental, y conexión directa a la red vial estatal en buen estado. Posteriormente, el análisis de isócronas de distancia y tiempo realizado con OpenRoute Service, mostró que una de las alternativas superaba condiciones de cobertura territorial y eficiencia de acceso, resultando como la ubicación más adecuada para un centro logístico regional.

El proceso de exclusión de zonas antrópicas mediante clasificación semiautomática de imágenes satelitales Sentinel-2, así como la ponderación adecuada de las categorías de uso del suelo, permitió precisar las áreas candidatas, garantizando que las zonas seleccionadas no generen impactos negativos sobre el medio ambiente ni sobre las actividades de carácter antrópico existentes.

En conjunto, los resultados obtenidos permiten concluir que es posible establecer una metodología eficiente para la localización de centros logísticos mediante el uso combinado de herramientas de geoprocésamiento, teledetección y análisis multicriterio, que puede ser replicado en otras provincias del país con fines de desarrollo logístico nacional.

Recomendaciones

Se considera oportuno replicar la metodología empleada en este estudio para otras provincias del Ecuador que cuenten con una infraestructura vial estratégica para tener una visión más amplia de los sitios viables para centros logísticos a nivel nacional. Asimismo, se recomienda usar variables

de tipo socioeconómico que permitan enriquecer el análisis territorial y aportar en la toma de decisiones.

Es indispensable la integración y uso de las herramientas de los Sistemas de Información Geográfica para desarrollar análisis multicriterio a gran escala, pero se recomienda un análisis posterior a una escala menor para precisar los resultados obtenidos.

Es importante tener en cuenta que para la decisión final del sitio óptimo se debe incorporar información recopilada del sitio para acompañar a los resultados obtenidos de manera técnica.

Bibliografía

- Alonso, D. (2020). Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel. *MappingGIS*.
<https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>
- Banco Central del Ecuador. (2023). *Boletín de Estadísticas Económicas por Provincias*.
- Chang, K. (2022). *Introduction to Geographic Information Systems* (10 th). McGraw-Hill Education.
- Congedo, L. (2021). Semi-Automatic Classification Plugin: A Python tool for the download and processing of remote sensing images in QGIS. *Journal of Open Source Software*, 6(64), 3172.
<https://doi.org/10.21105/joss.03172>
- LEY FORESTAL Y DE CONSERVACION DE AREAS NATURALES Y VIDA SILVESTRE, Registro Oficial Suplemento # 418 (2004).
- Corporación Favorita. (2021). *CENTRO DE DISTRIBUCIÓN AMAGUAÑA*.
<https://www.corporacionfavorita.com/marca/centro-de-distribucion/>
- Demir, E., Bektaş, T., & Laporte, G. (2022). A review of recent research on green road freight transportation. In *European Journal of Operational Research* (Vol. 237, Issue 3, pp. 775–793). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.12.033>
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., & Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, 120, 25–36.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026>
- Eiselt, H. A., Marianov, V., & Bhadury, J. (2023). *Multicriteria Location Analysis*.
- Gandhi, U. (2025). *Service Area Analysis using Openrouteservice (QGIS3)*. QGIS Tutorials.
https://www.qgistutorials.com/en/docs/3/service_area_analysis.html
- GIScience Research Group. (2023). *OpenRouteService documentation*. Heidelberg Institute for Geoinformation Technology.
<https://openrouteservice.org>
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202(2016), 18–27.

<https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>

Holloway, P. (2023). Understanding GIS through Sustainable Development Goals - Case Studies with QGIS. In *CRC PRESS*.

Infraestructura Ecuatoriana de Datos Geoespaciales. (2025). *Geoportales*. <https://iedg.sni.gob.ec/servicios/geoportales/>

Instituto Geográfico Militar. (2022). *Geoportal del IGM – Servicios WMS y WFS*. <https://www.igm.gob.ec/geoportal/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Anuario de Estadísticas de Transporte y Logística*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>

Islam, S., Miles, S., Menke, K., Smith, R., Pirelli, L., & Hoesen, J. Van. (2019). *Mastering geospatial development with QGIS 3.x*.

Kraak, M., & Ormeling, F. (2020). *Cartography: Visualization of spatial data. Routledge, 4th Edition*.

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2008). *Geographical Information Systems and Science*. In *International Journal of Services Sciences* (5th ed., Vol. 1). Wiley.

MAATE. (2025). *Mapa Interactivo*. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>

MAG. (2025). *VISOR GEOGRÁFICO*. <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>

Malczewski, J. (2006). GIS-based multicriteria decision analysis: A survey of the literature. *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703–726. <https://doi.org/10.1080/13658810600661508>

OpenStreetMap Foundation. (2024). *Open-source geospatial data for logistics planning*. <https://www.openstreetmap.org/about>

Prefectura de Pichincha. (2017). *Funciones y Competencias*. La Institución. <https://www.pichincha.gob.ec/la-institucion/108-funciones-y-competencias>

Prefectura de Pichincha. (2022). *Plan desarrollo y ordenamiento territorial 2023-2027*. [https://www.pichincha.gob.ec/images/2025/rendicion-cuentas-2024/Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT ANEXO 1.pdf](https://www.pichincha.gob.ec/images/2025/rendicion-cuentas-2024/Plan%20de%20Desarrollo%20y%20Ordenamiento%20Territorial%20PDOT%20ANEXO%201.pdf)

Prefectura de Pichincha. (2025). *Geovisor*. <http://sitp.pichincha.gob.ec/vgeovisor/>

Román, M. (2024, July 10). *RED VIAL ESTATAL MTOP*. ArcGIS. https://sig.epmmop.gob.ec/epmmopsig/rest/services/CARTOGRAFIA_B

ASE/RED_VIAL_ESTATAL_MTOP/FeatureServer

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *Scientia Iranica*, 9(3), 215–229.

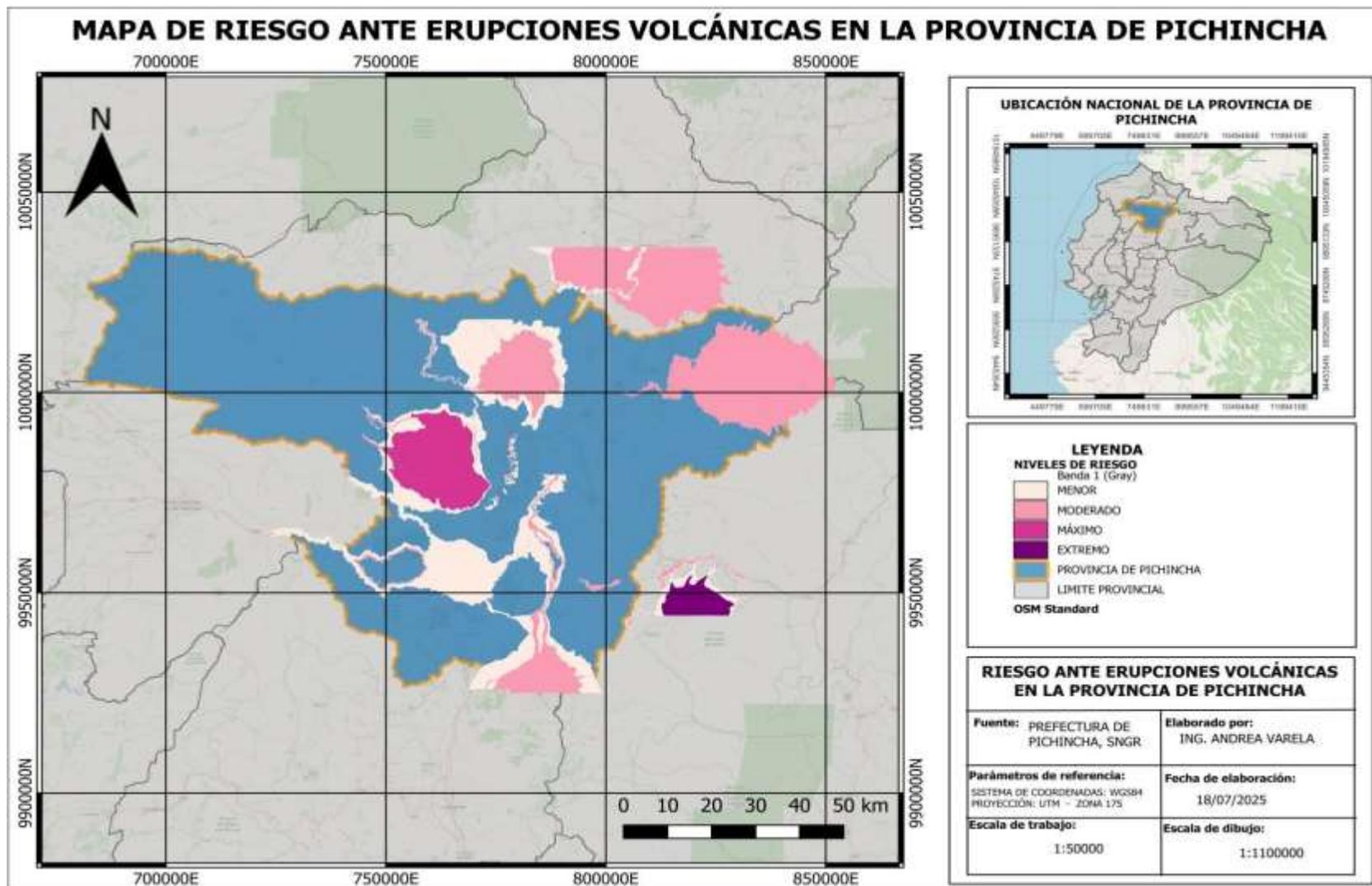
<https://doi.org/10.1504/ijssci.2008.017590>

Scalas, M. (2023). Pedestrian Isochrones Facilities Overlapping with Openrouteservice. An Easy, Fast and Opensource Indicator in Novara, Italy. *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2023 Workshops*, 293–307.

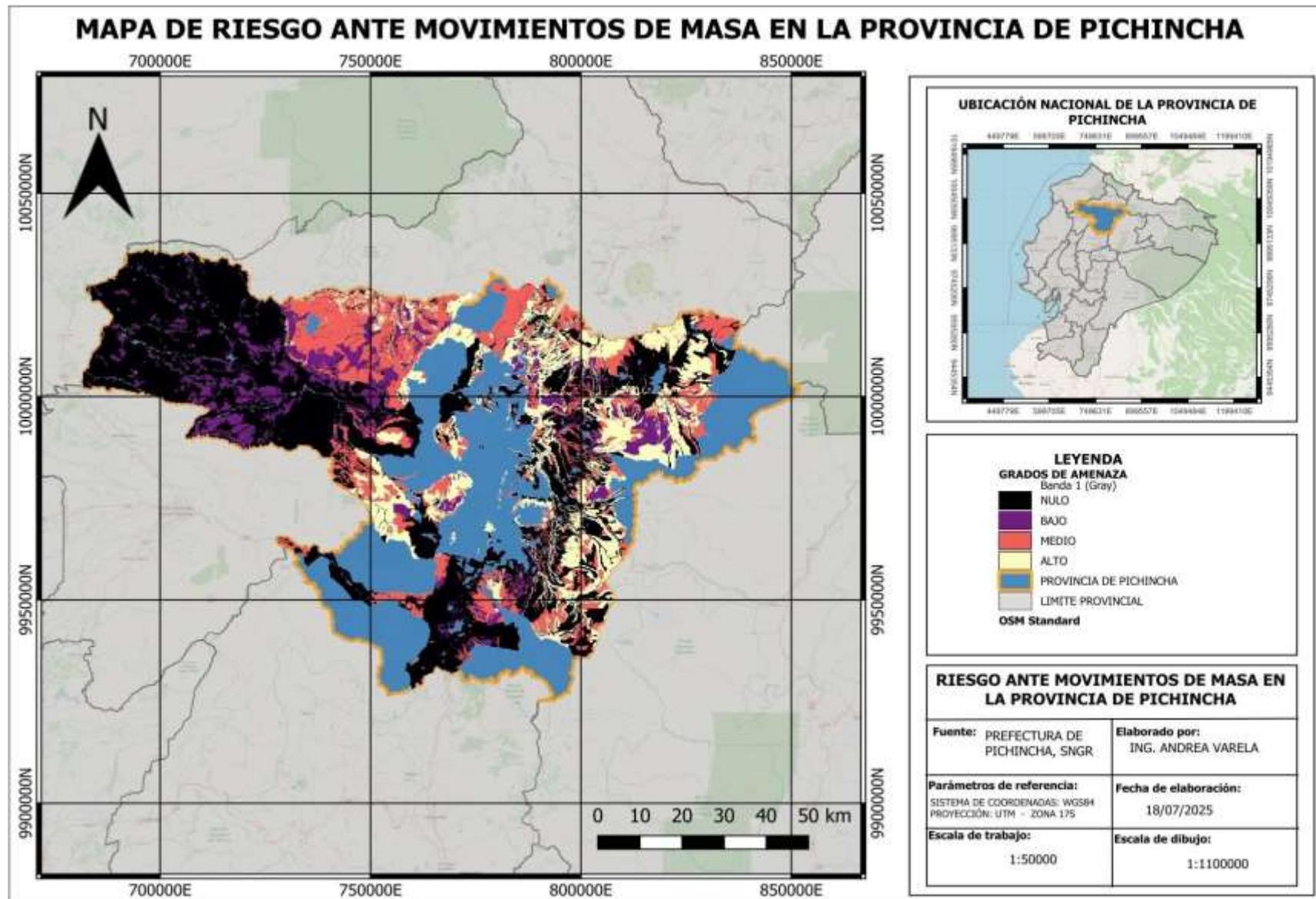
SNGR. (2025). *Objetivos*. Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos

Anexos

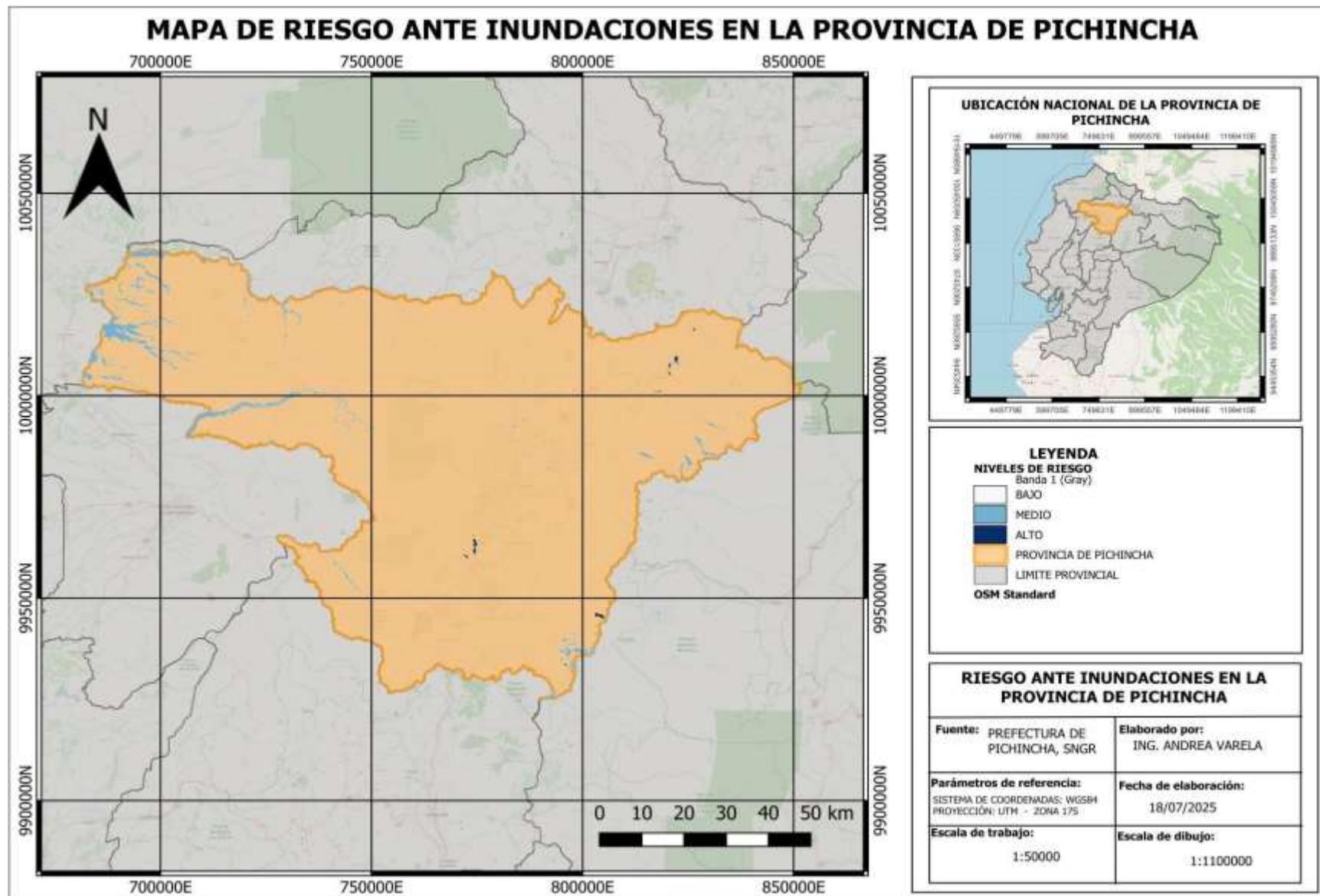
Anexo 1: Mapa de riesgo ante erupciones volcánicas:



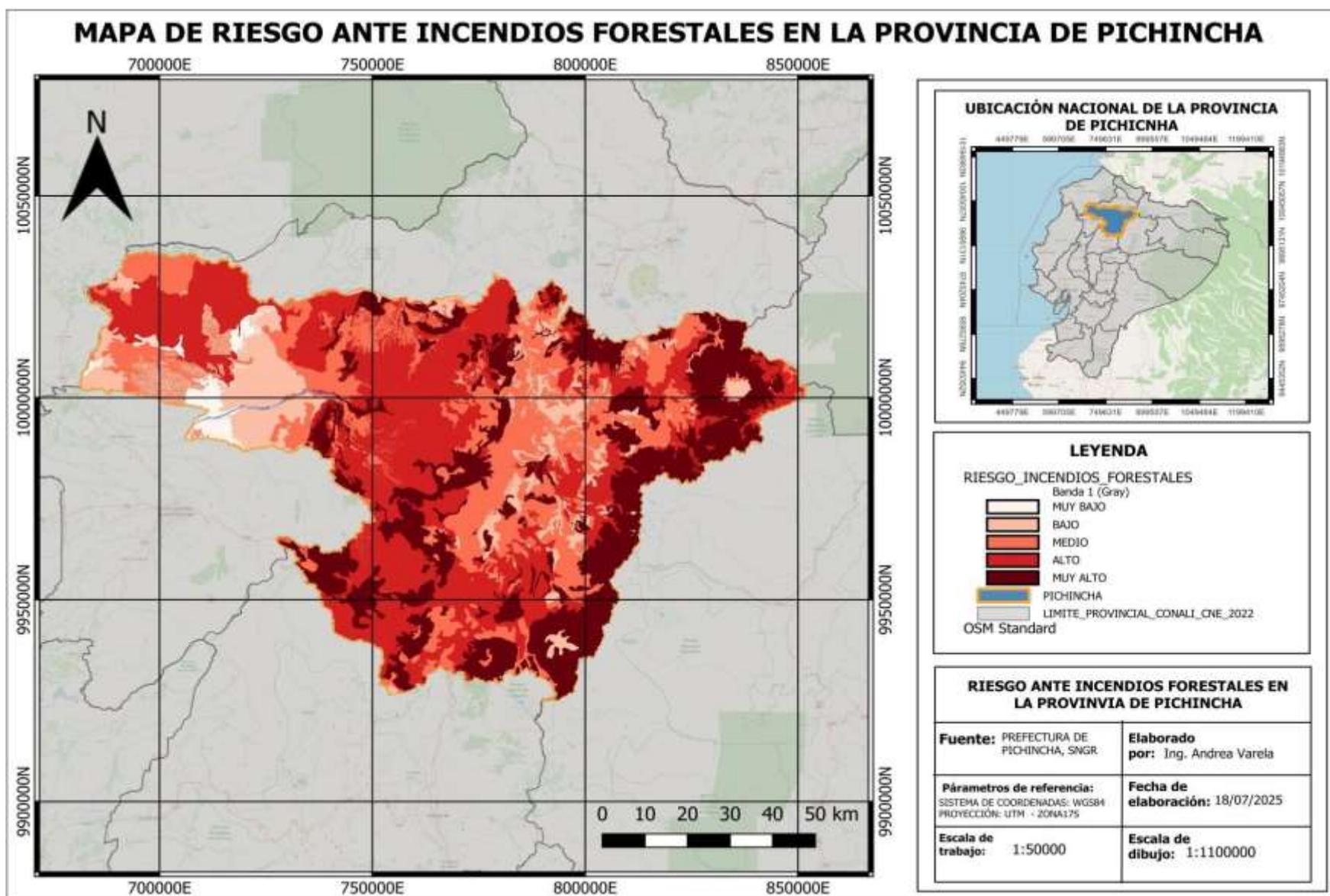
Anexo 2: Mapa de movimientos o deslizamientos de tierra:



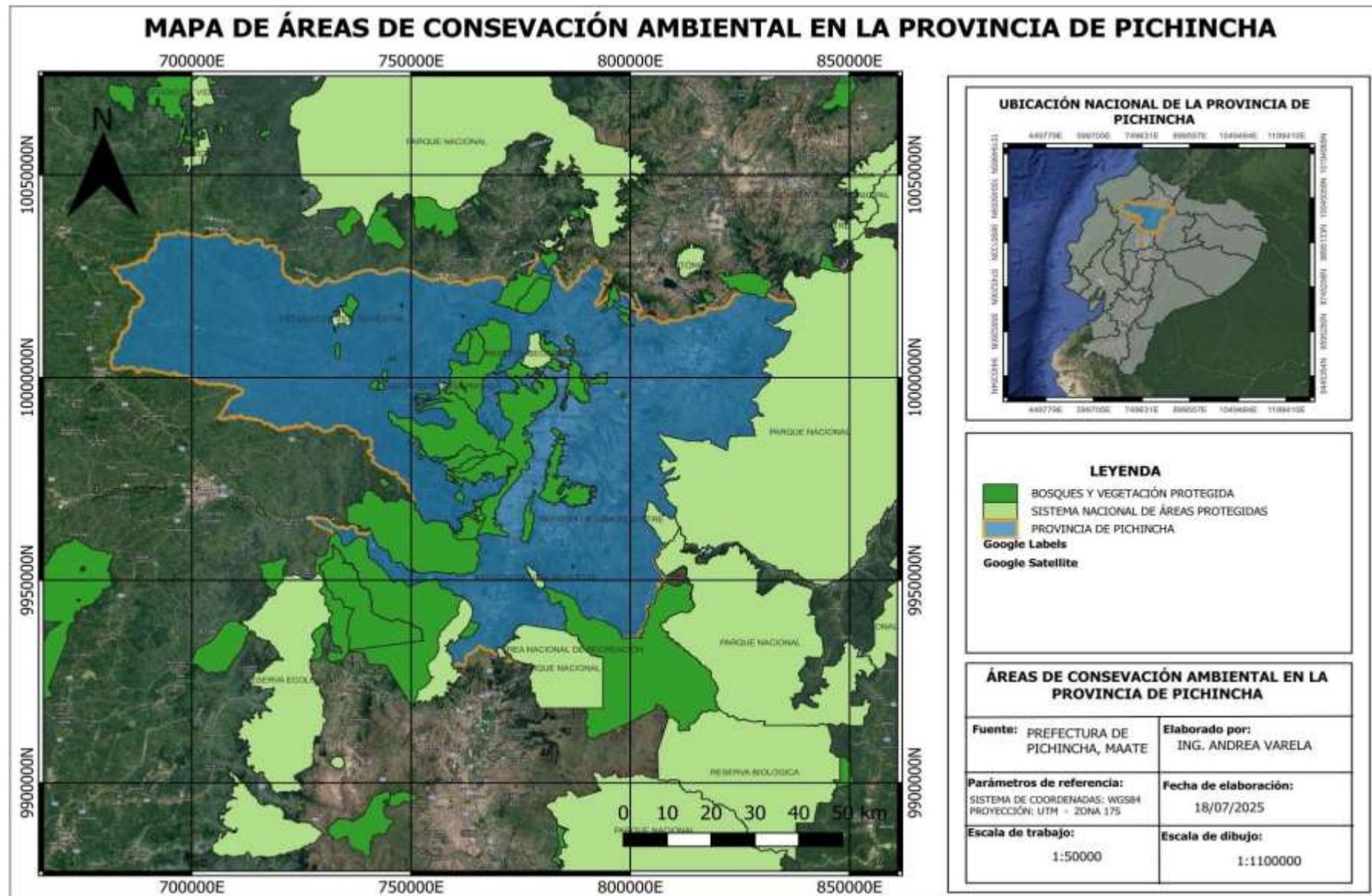
Anexo 3: Mapa de riesgo ante inundaciones:



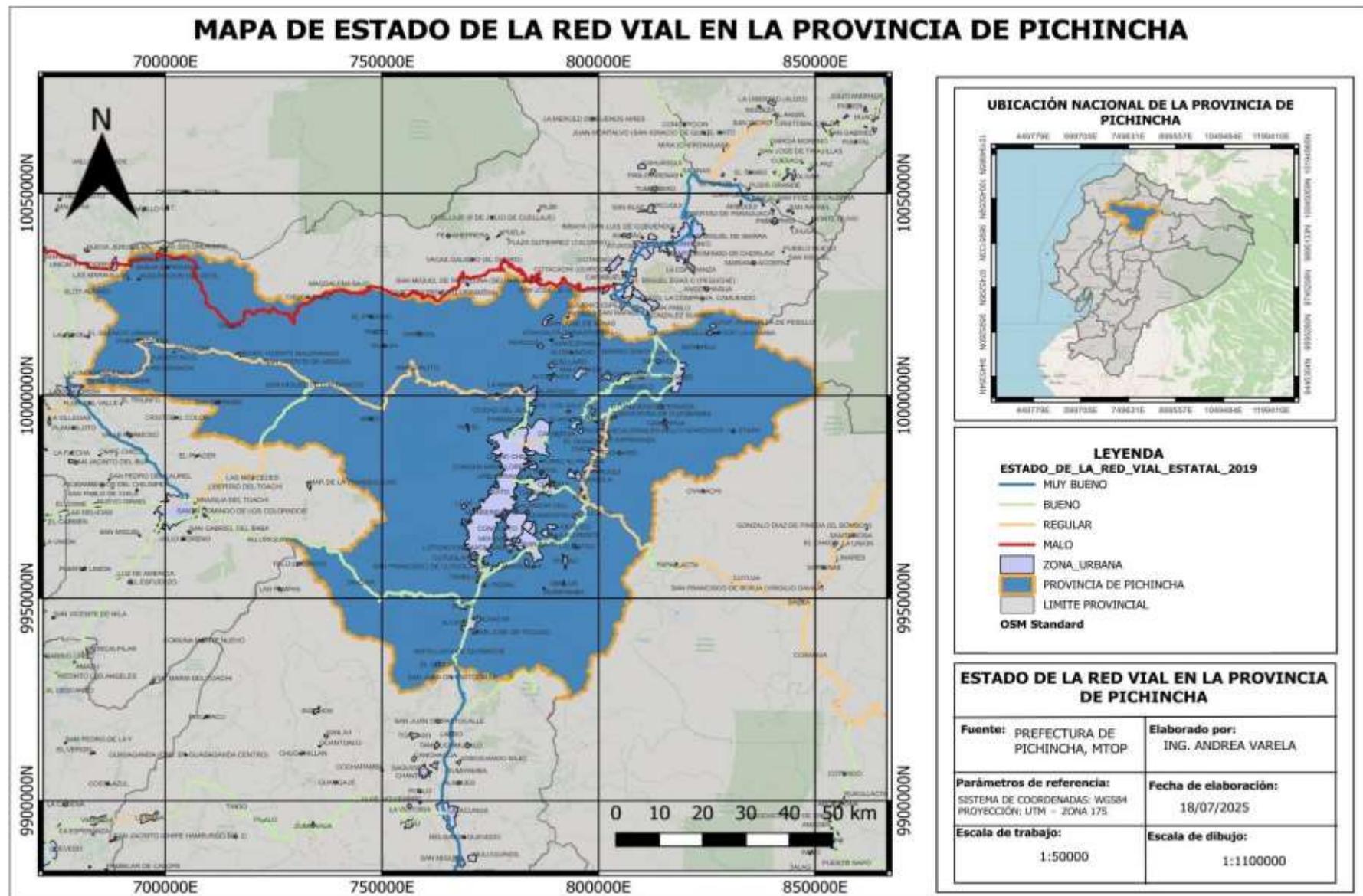
Anexo 4: Mapa de riesgo ante incendios forestales:



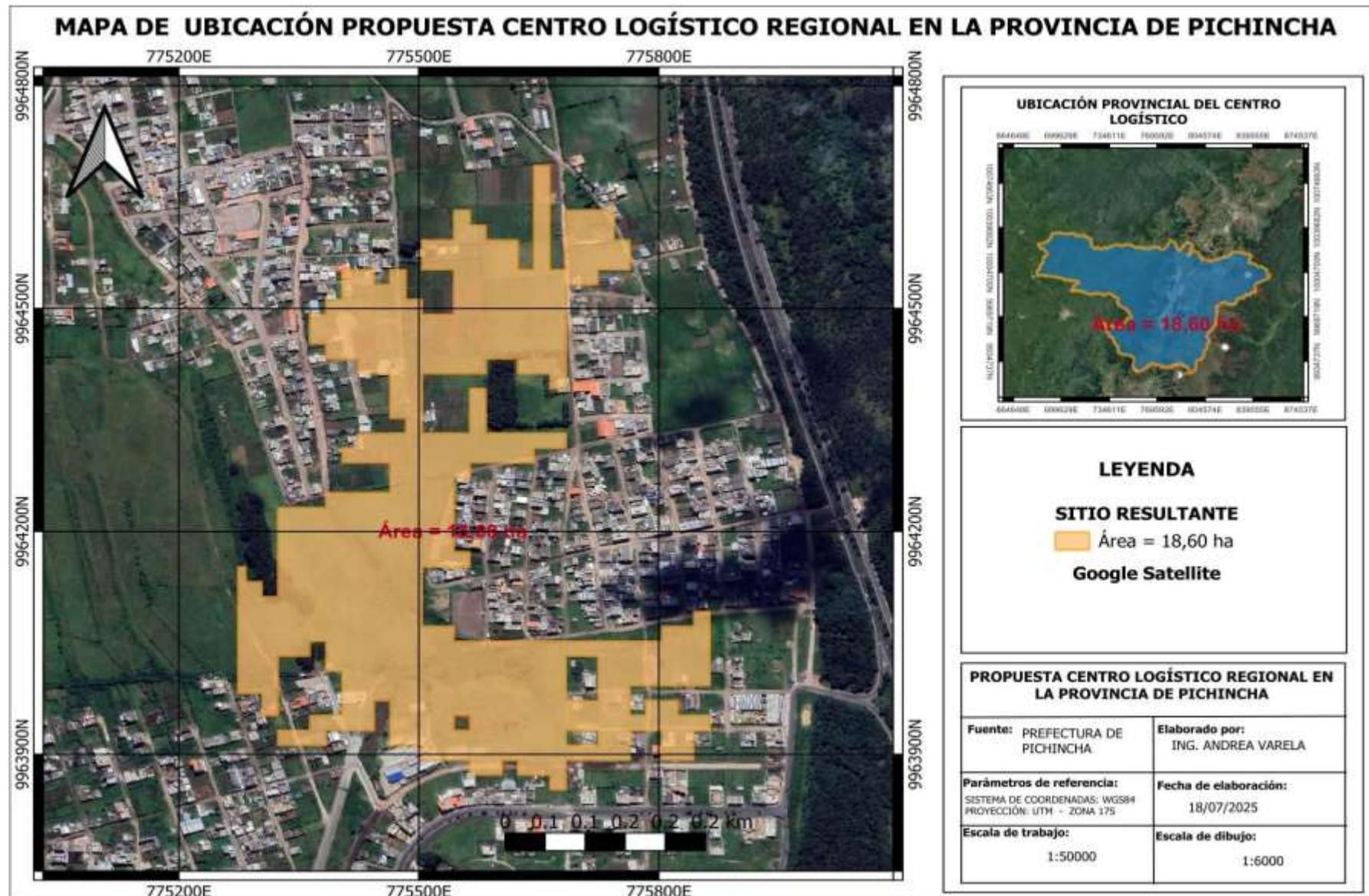
Anexo 5: Mapa de áreas de conservación ambiental:



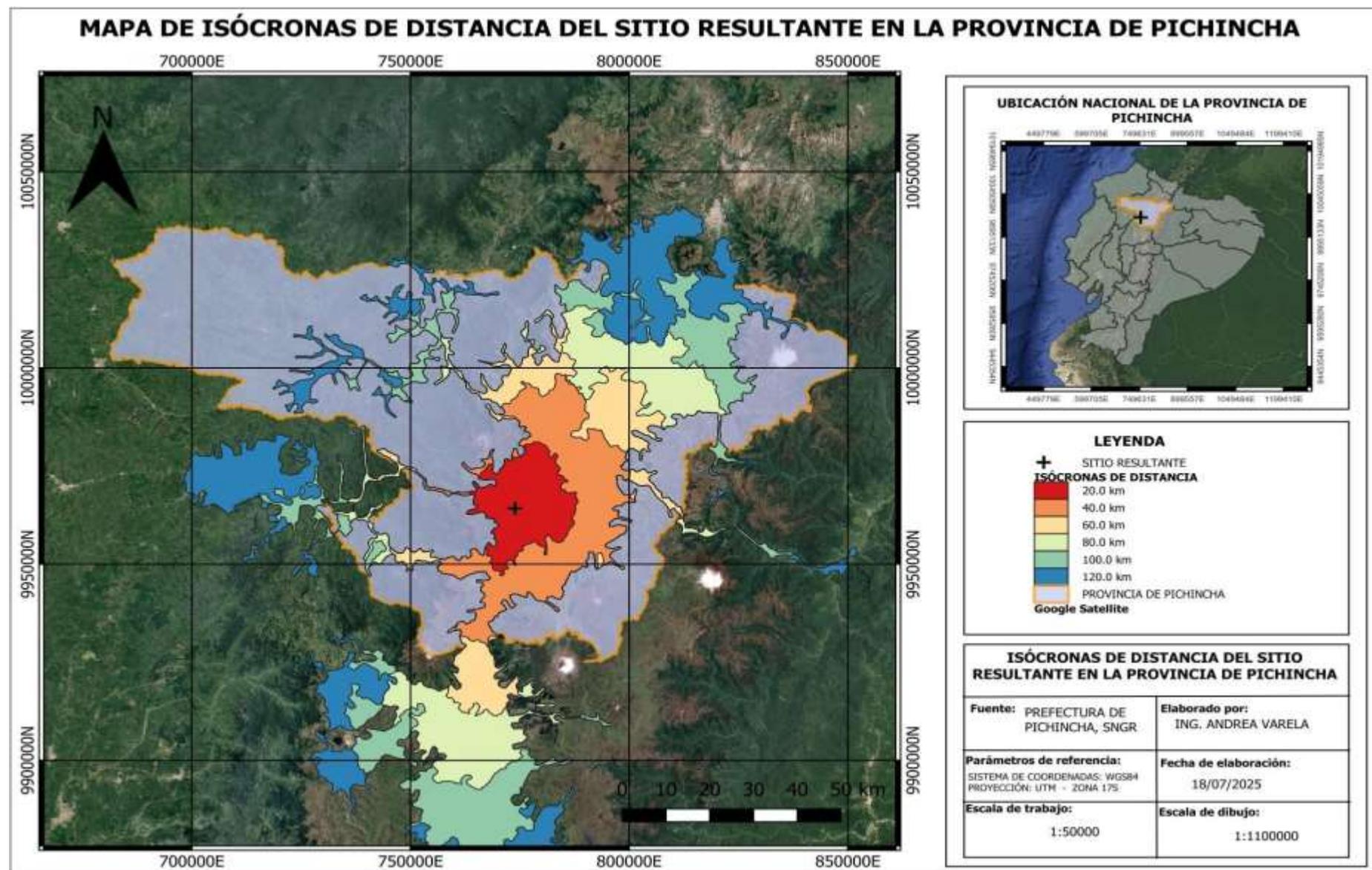
Anexo 6: Mapa de estado de la red vial:



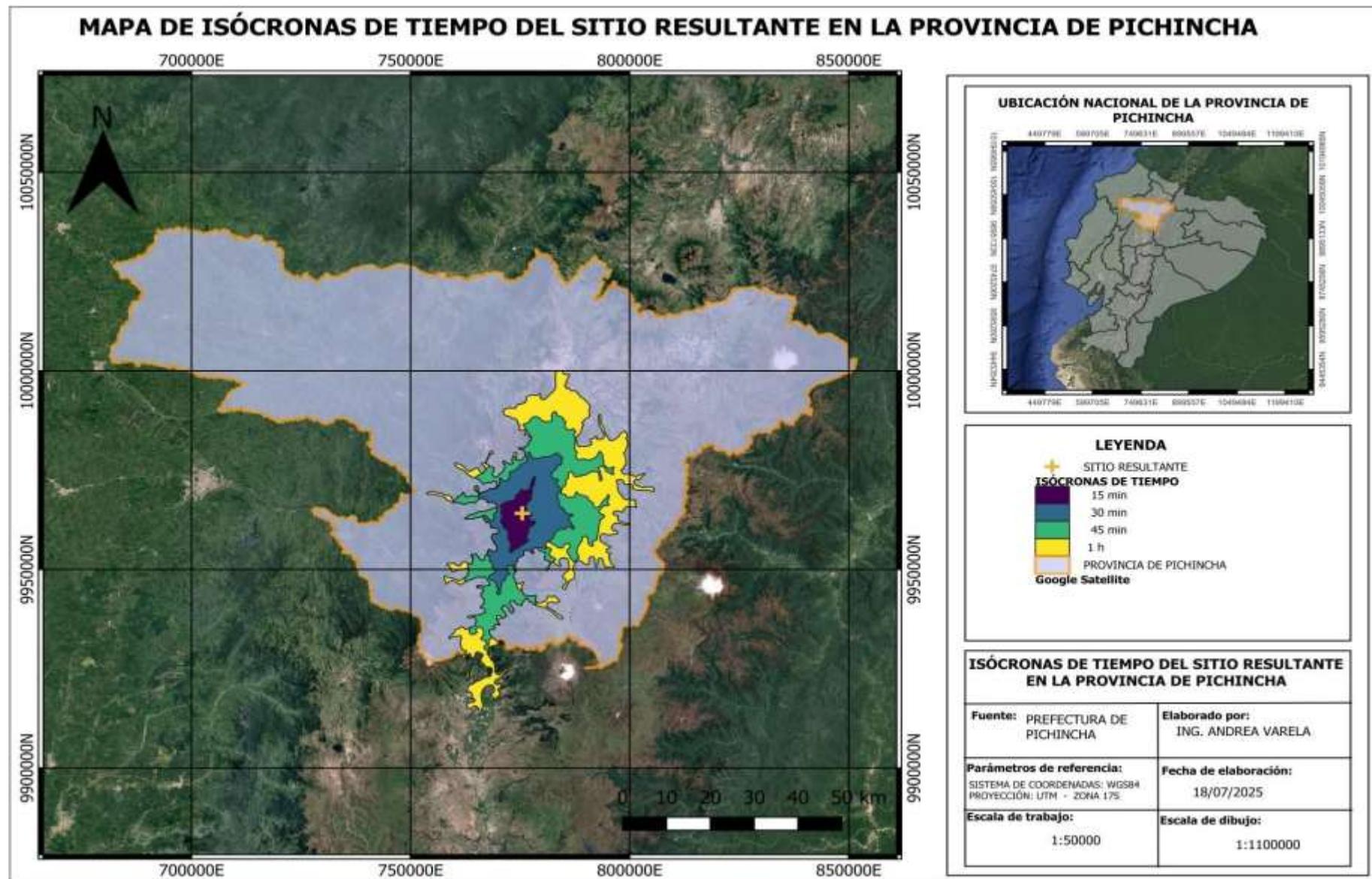
Anexo 7: Mapa ubicación propuesta centro logístico regional:



Anexo 8: Mapa de isócronas de distancia del sitio resultante:



Anexo 9: Mapa de isócronas de tiempo del sitio resultante:





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, Andrea Verónica Varela Saráuz, con C.C: # 1003178819 autor(a) del trabajo de titulación: *Análisis Multicriterio Para La Localización Óptima De Un Centro Logístico Regional Utilizando Sistemas De Información Geográfica (SIG) En La Provincia De Pichincha*, previo a la obtención del grado de **MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA TOPOGRAFÍA AUTOMATIZADA Y FOTOGRAFÍA 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, 27 de Julio de 2025



Firmado electrónicamente por:
ANDREA VERONICA
VARELA SARAUZ

Validar únicamente con FirmREC

f. _____

Nombre: Andrea Verónica Varela Saráuz

C.C: 1003178819



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA			
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN			
TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Análisis multicriterio para la localización óptima de un centro logístico regional utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG) en la provincia de Pichincha		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Andrea Verónica Varela Saráuz		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	Ing. Armando Echeverría, Mgs		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Sistema de Posgrado		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:	Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
GRADO OBTENIDO:	Maestría en Sistemas de Información Geográfica, Topografía Automatizada y Fotogrametría Digital		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de junio del 2025	No. DE PÁGINAS:	18
ÁREAS TEMÁTICAS:	Localización óptima de centro logístico en Pichincha usando SIG.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Logística regional, Recursos naturales, Planificación territorial, Toma de decisiones		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
La localización estratégica de un centro logístico regional en la provincia de Pichincha es crucial para mejorar la eficiencia en la distribución y reducir costos operativos. Este estudio aplica un análisis multicriterio apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para identificar las áreas más adecuadas para la instalación del centro logístico. Se consideran diversos criterios, como proximidad a vías principales, accesibilidad, uso del suelo, disponibilidad de servicios, y restricciones ambientales. Estos factores son ponderados mediante el Proceso de Análisis Jerárquico (AHP) y analizados espacialmente con SIG para generar mapas de idoneidad. Los resultados permiten delimitar zonas óptimas que cumplen con los requisitos técnicos, logísticos y ambientales, facilitando una planificación territorial eficiente y sostenible en la provincia de Pichincha.			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-989286893	E-mail: andrea.varela@cu.ucsg.edu.ec / andreavarelas25@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):			