

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

“Determinación del Impacto Físico y Económico en el cantón Otavalo de la potencial erupción de los volcanes Cuicocha e Imbabura”

Autores: Cabrera Paladines, María Cristina
Calderón Tupiza, Juan Daniel

Director del proyecto
Lcdo. Rodríguez Espinoza Fabián, PhD.

Docente evaluador
Theofilos Toulkeridis, PhD.

Director de carrera
Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc

Secretaria Académica
Ab. Benavides Guzmán, Michelle



Antecedentes



Volcan Vesubio

Vesubio
Italia 79 d.C.

Pérdida 25.000
vidas humanas

Tambora y Krakatoa
Indonesia 1815 y 1883

Pérdidas 92.000 y
36.147 vidas humanas,
respectivamente

**Laguna
volcánica Nyos**
Camerún 1986

Pérdidas 1.700 vidas
humanas y 3.500
cabezas de ganado

Volcán de Fuego
Guatemala 2018

1.7 millones de personas
afectadas, destrucción en
infraestructura y zonas agrícolas



Volcan Imbabura

Monte Pelée
Isla Martinica 1902

Pérdida 29.000
vidas humanas

Nevado del Ruiz
Colombia 1985

Pérdida 25.000
vidas humanas

Cotopaxi
Ecuador 1742,
1768, 1877

Destrucción de obrajes,
fábricas, haciendas, pedidas
económicas y humanas

Guagua Pichincha
Quito Ecuador
1998-1999

2.000 personas
afectadas, pérdidas
económicas de
222'550 000 USD



Volcan Cuicocha

Reventador
Poblaciones
Las Palmas, Cascabel,
Tres Cruces 2002

2.000 personas,
40.000 ha de
pastizales afectadas

Tungurahua
Poblaciones
Cusua, Pondoá,
Baños 2006

4.900 personas
afectadas, con pérdidas
económicas estimadas
en 150'000.000 USD



Cuicocha
Otavalo, Cotacachi
2900 y 3100 AP
(antes del presente)

5.000 hectáreas de
paisaje natural
afectadas

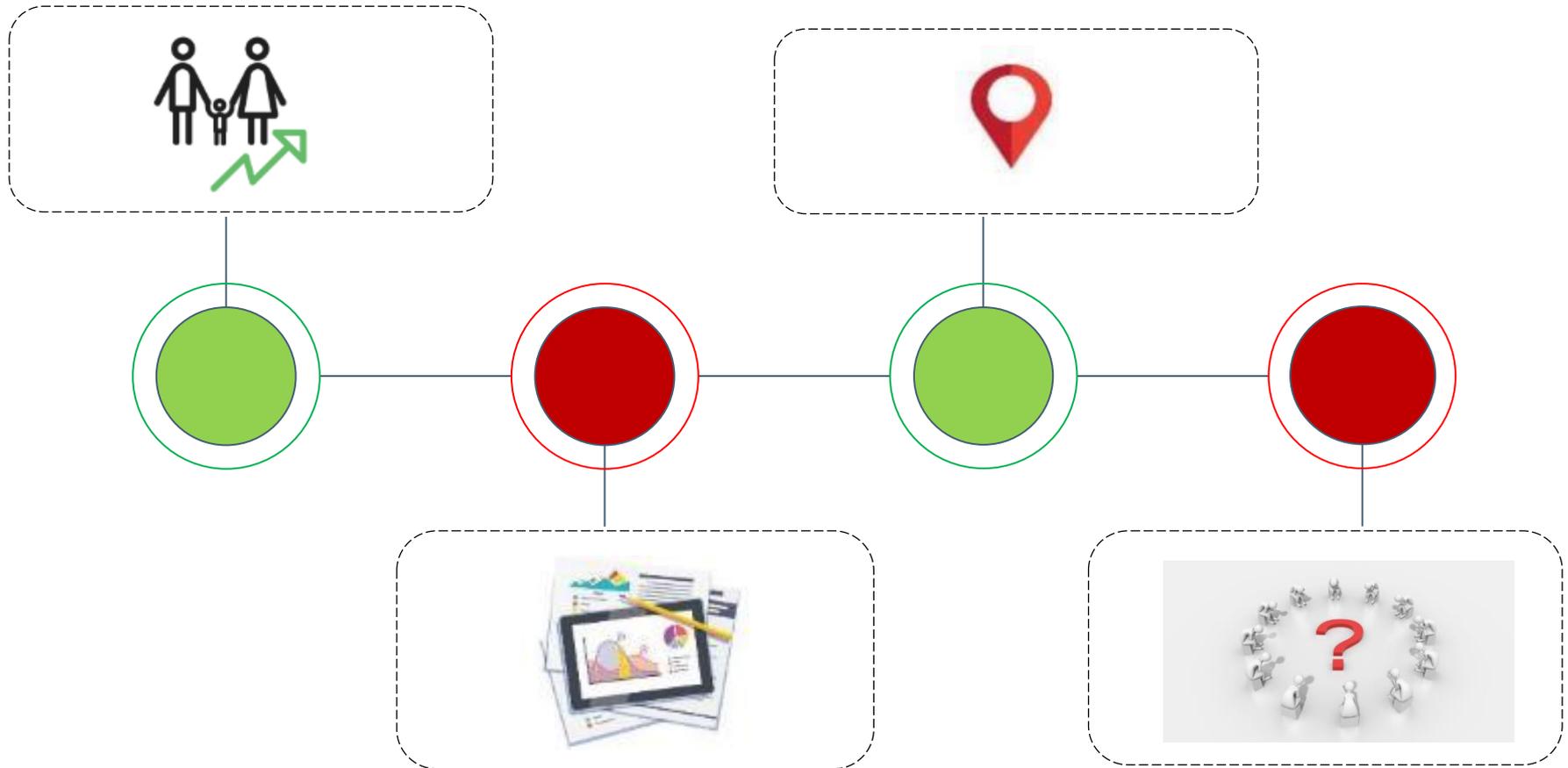
Imbabura
Otavalo, Ibarra
2900 años atrás

10.000 hectáreas de
paisaje natural
afectadas



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Planteamiento del problema



Justificación e importancia



El nivel de riesgo de las erupciones volcánicas depende de la vulnerabilidad de la población y de los peligros asociados a los volcanes sujetos en este estudio.



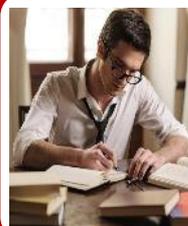
Necesidad de una cuantificación de daños en infraestructura, uso de suelo y análisis de información de pérdidas económica.



Este trabajo aportará con información base necesaria para que el GAD del cantón Otavalo establezca políticas públicas de mitigación.



El cantón Otavalo posee varias actividades económicas: agricultura, ganadería, turismo, etc. Posee infraestructura muy antigua, de alto valor económico y cultural.



Este proyecto puede brindar pautas y directrices para futuros estudios..

USO DE SUELO

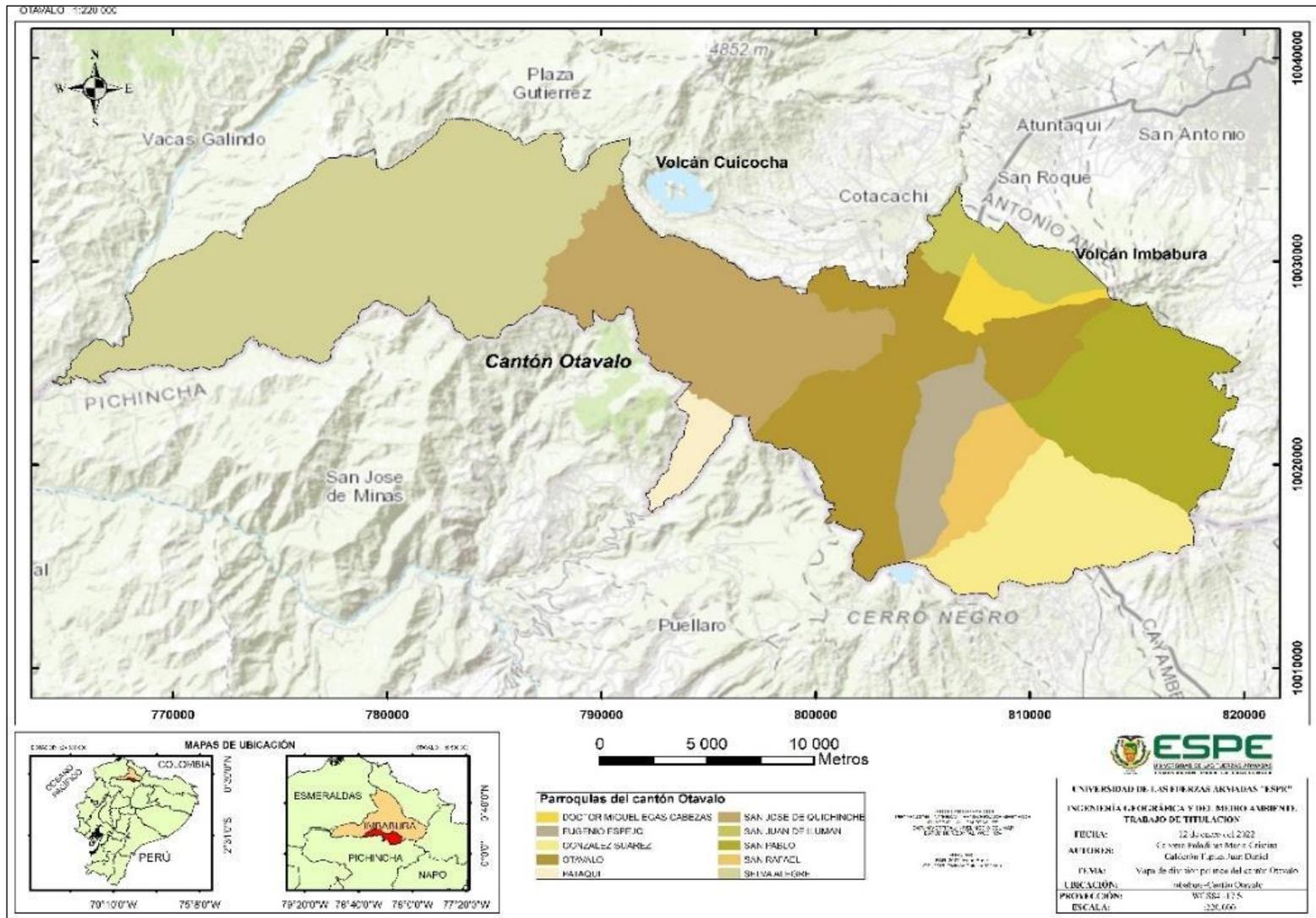


Usos de suelo de tipo urbano, agrícola y pecuaria atienden la demanda económica de la población del cantón Otavalo.



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Área de estudio



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Objetivos

General

Determinar el impacto físico y económico en el Cantón Otavalo de la potencial erupción de los volcanes Cuicocha e Imbabura, mediante herramientas geoespaciales y el análisis económico de costos, para realizar una propuesta de medidas de prevención que permitan disminuir los potenciales daños.

Específicos

Identificar la situación actual del Cantón Otavalo relacionado a los peligros volcánicos potenciales de los volcanes Cuicocha e Imbabura, mediante revisión bibliográfica, información proporcionada por el GAD de Otavalo y estudios en campo.

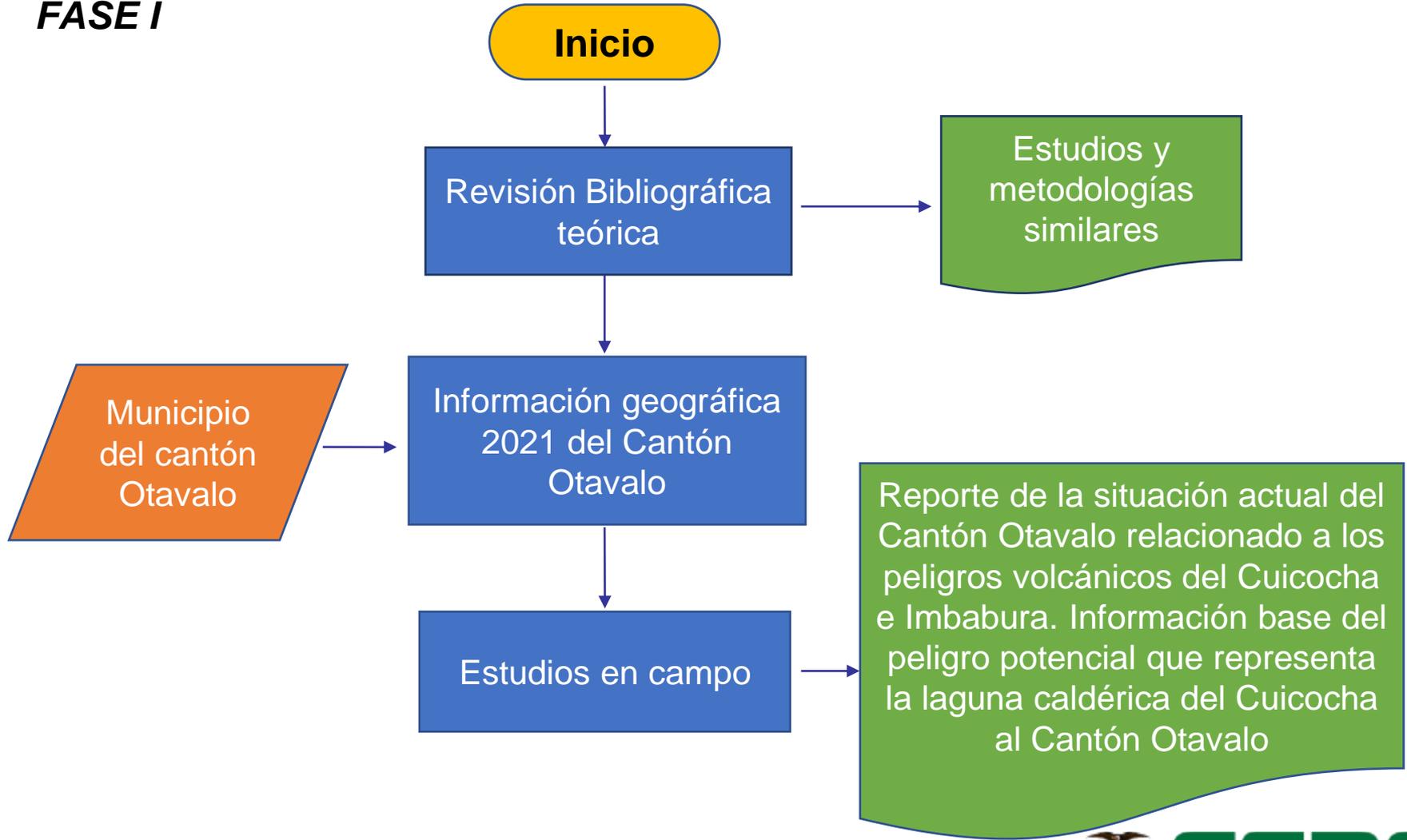
Determinar el impacto físico (infraestructura, uso de suelo) en el Cantón Otavalo mediante la elaboración de mapas de peligros volcánicos potenciales.

Analizar el impacto económico en el Cantón Otavalo mediante información geográfica, mapas de peligros volcánicos potenciales y el análisis económico de costos.

Realizar una propuesta de medidas de prevención que permitan disminuir el impacto físico y económico en el Cantón Otavalo en cada caso.

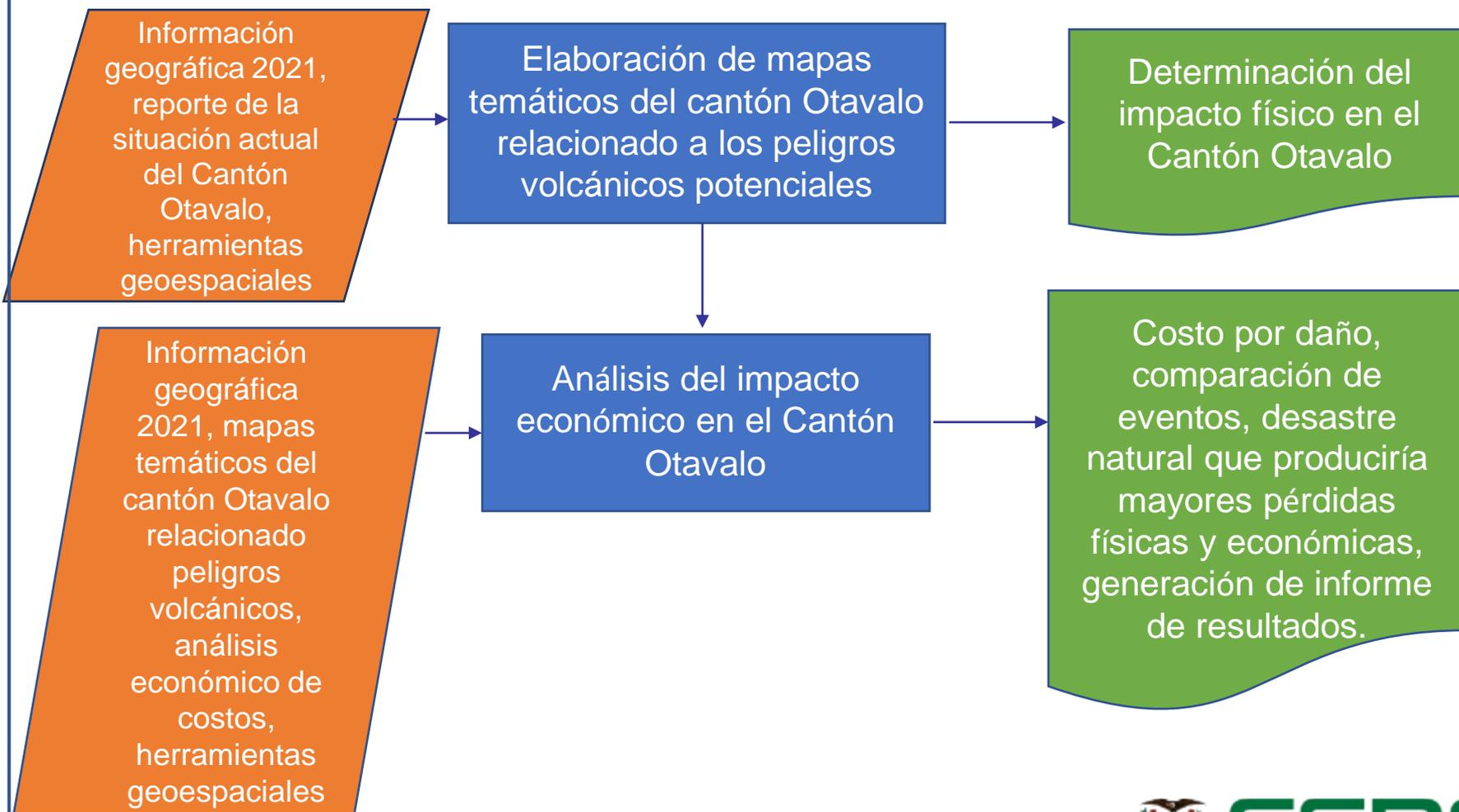


FASE I

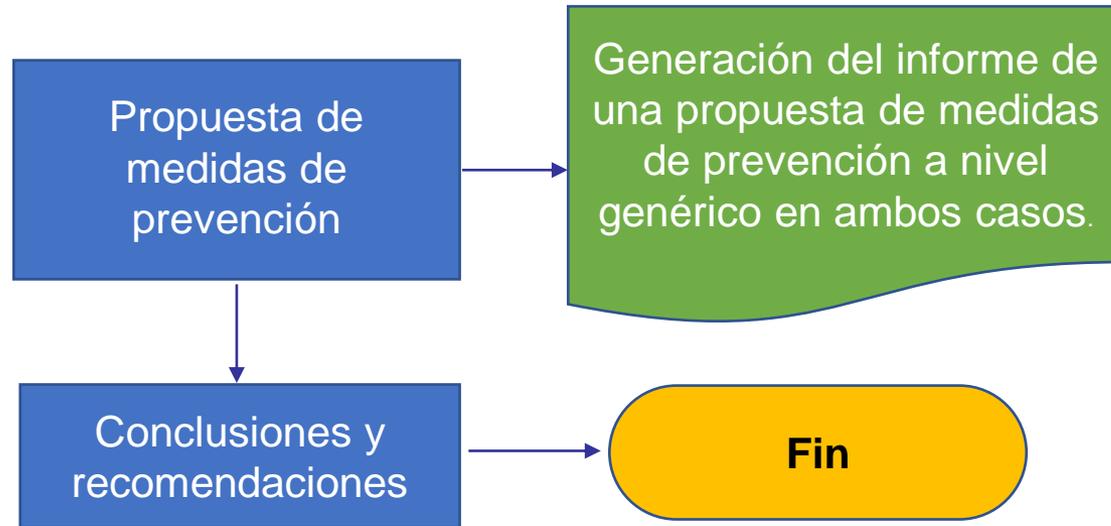


Metodología

FASE II



FASE III



Leyenda

Inicio o fin del diagrama



Proceso



Entrada de información



Salida de información



Metodología

Identificación de la situación actual del cantón Otavalo

Primera salida de campo



Liberación de gases en la laguna del volcán Cuicocha



Información base del peligro volcánico que representa la laguna calderica Cuicocha para el cantón Otavalo



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Metodología

Segunda salida de campo

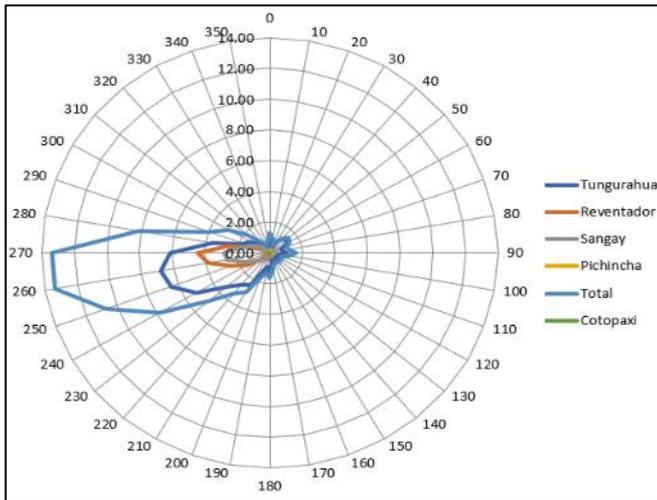
Taludes formados por material volcánico identificados en el cantón Otavalo



Metodología

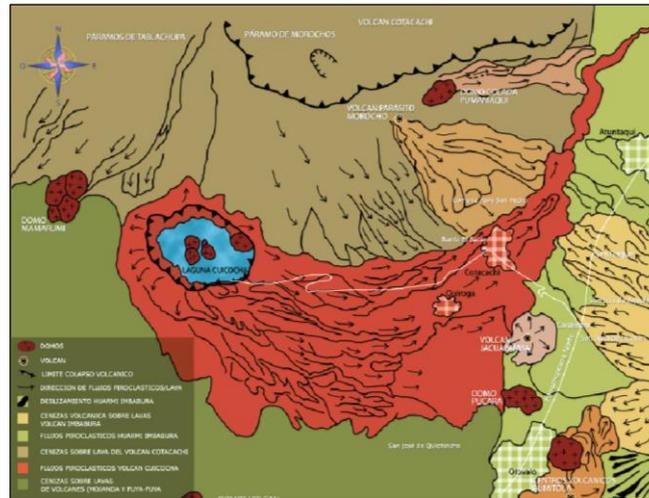
Elaboración de mapas temáticos de los peligros volcánicos potenciales de los volcanes Cuicocha e Imbabura

Mapas de la caída de ceniza de los volcanes Cuicocha e Imbabura



Direcciones del viento representadas en un diagrama de rosas para el periodo diciembre 1999-2021

Mapas del cantón Otavalo relacionado a flujos piroclásticos de los volcanes Cuicocha e Imbabura



Mapa geológico de los alrededores del volcán Cuicocha

Análisis heurístico

Fotointerpretación

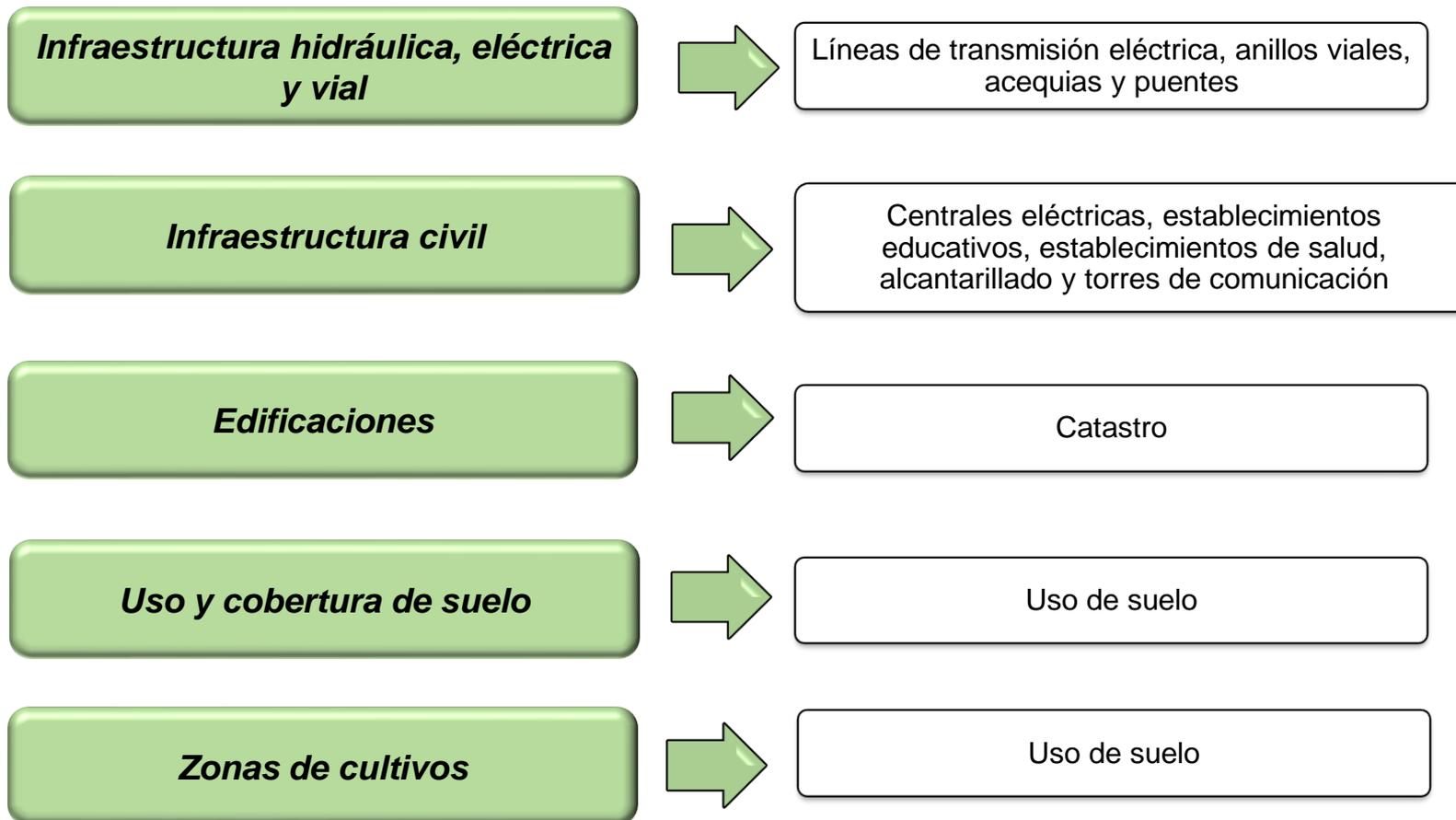
Trabajo en campo

Digitalización



Procesamiento de información geográfica del cantón Otavalo

1:5.000 - 1:1.000



Determinación del impacto físico en el cantón Otavalo

Análisis espacial

***Infraestructura hidráulica, eléctrica
y vial***

Infraestructura civil

Edificaciones

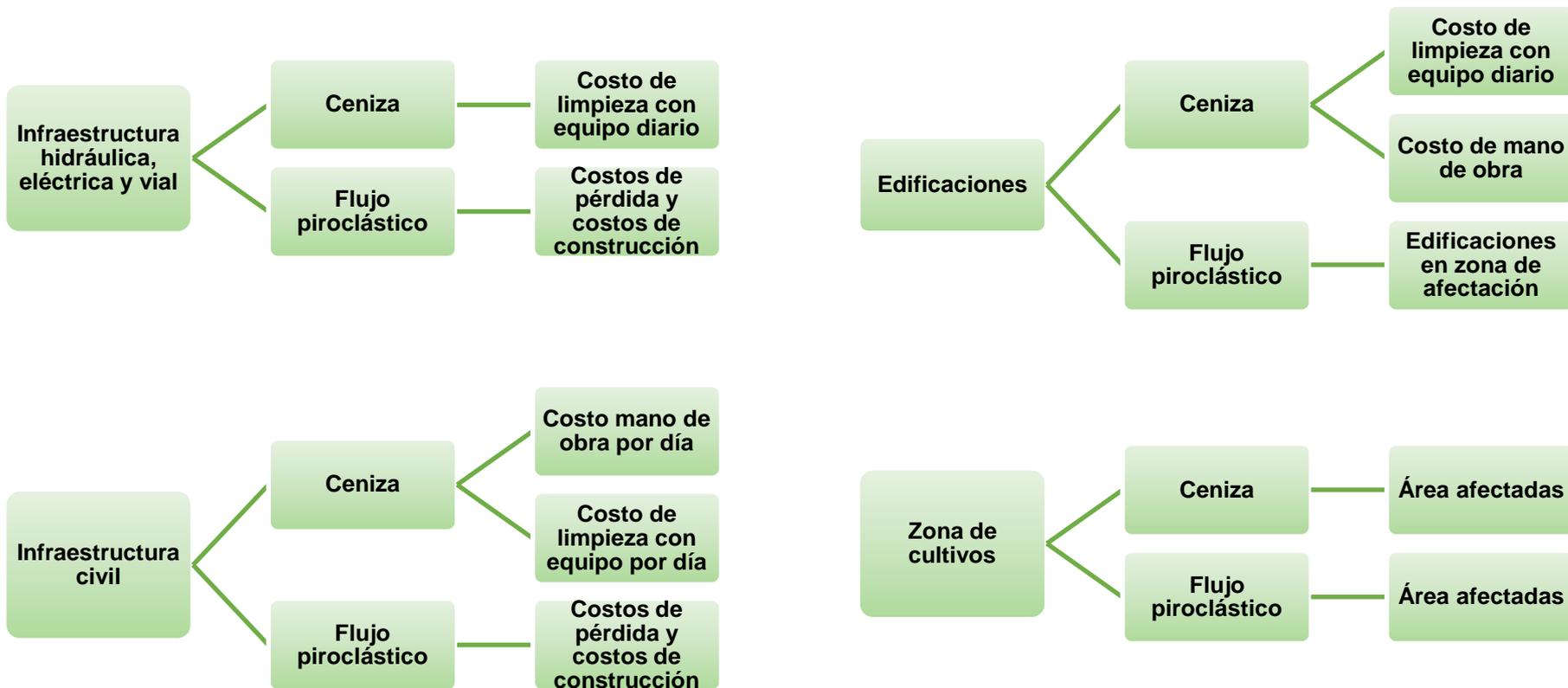
Uso y cobertura de suelo

Zonas de cultivos



Análisis del impacto económico

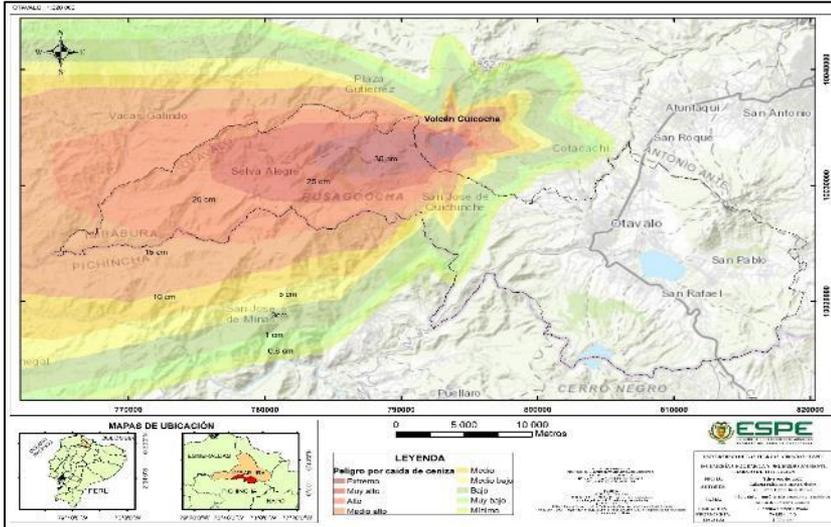
Pérdidas económicas totales



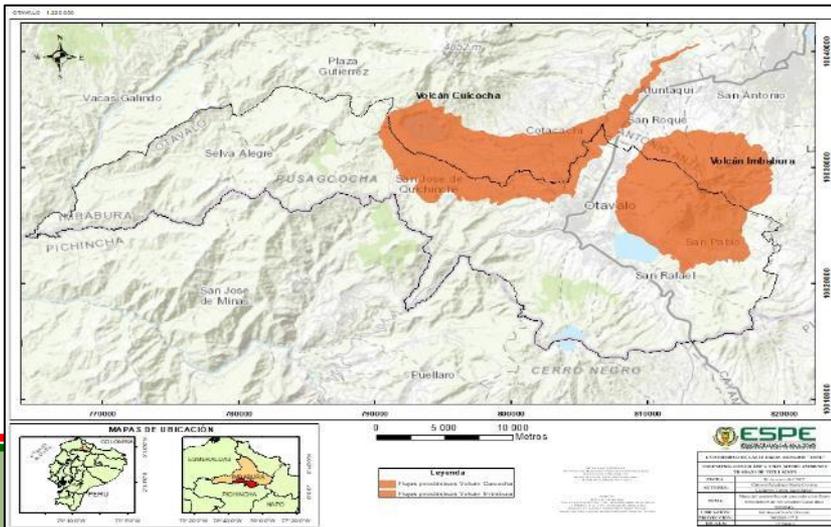
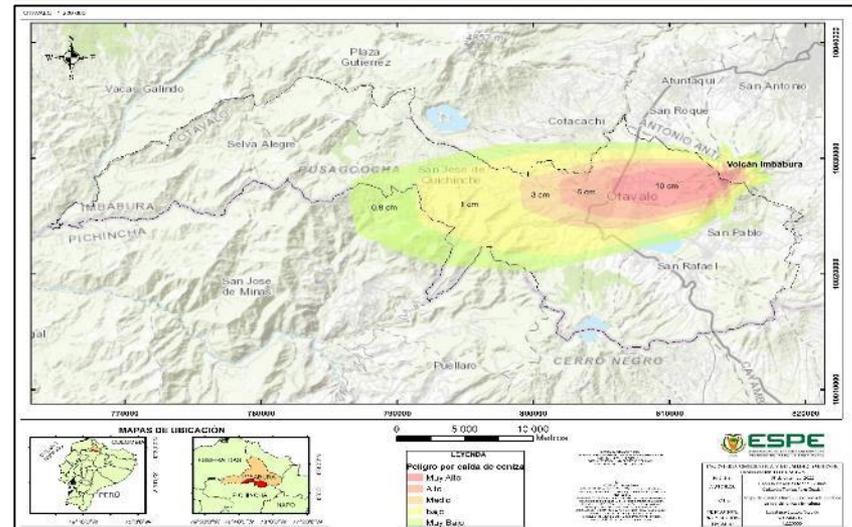
Resultados

Mapas temáticos de los peligros volcánicos potenciales de los volcanes Cuicocha e Imbabura

Mapa del cantón Otavalo asociado a la caída de ceniza del volcán Cuicocha



Mapa del cantón Otavalo asociado a la caída de ceniza del volcán Imbabura

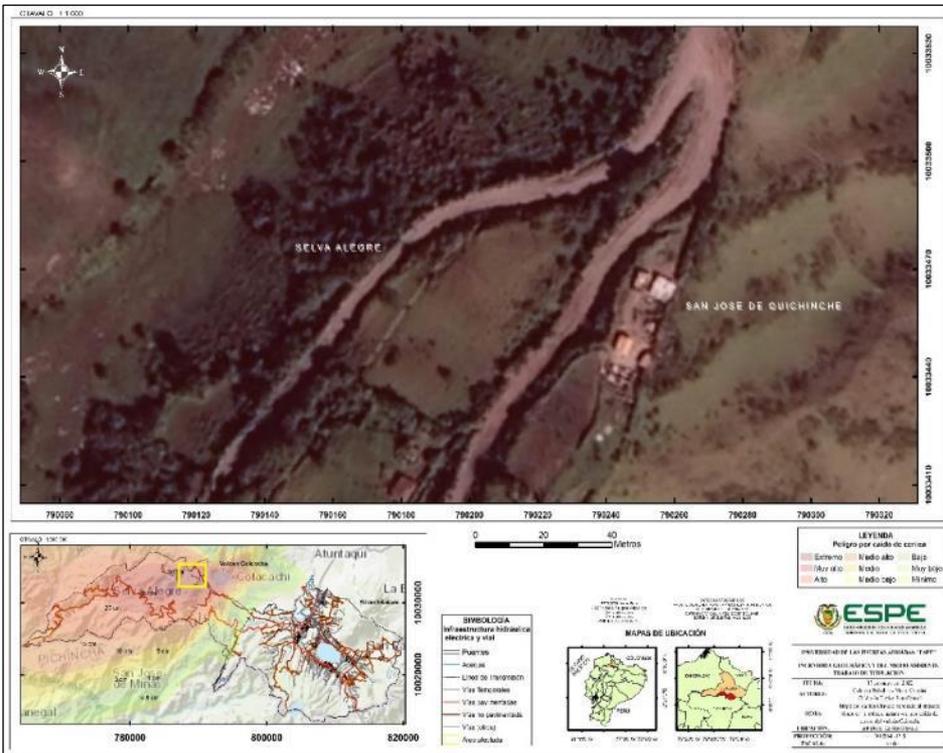


Mapa del cantón Otavalo asociado a flujos piroclásticos de los volcanes Cuicocha e Imbabura

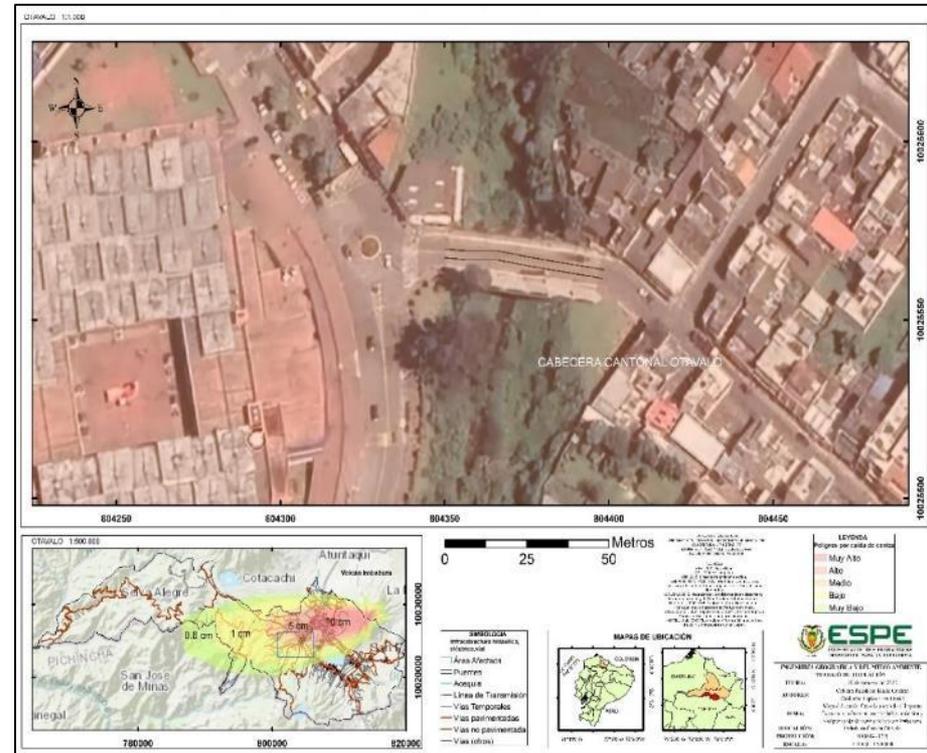
Resumen del impacto físico

Elementos expuestos del cantón Otavalo	Impacto por ceniza		Unidades
	Volcán Cuicocha	Volcán Imbabura	
Infraestructura hidráulica, eléctrica y vial	139,87	369,21	km
Infraestructura civil	13	62	Predios
Edificaciones	2.113	16.283	Predios
Uso de suelo	68.133,79	14.659,43	ha
Zona de cultivos	971,94	2.483,38	ha





Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura vial por caída de ceniza de 30 cm de espesor del volcán Cuicocha a 1:1.000

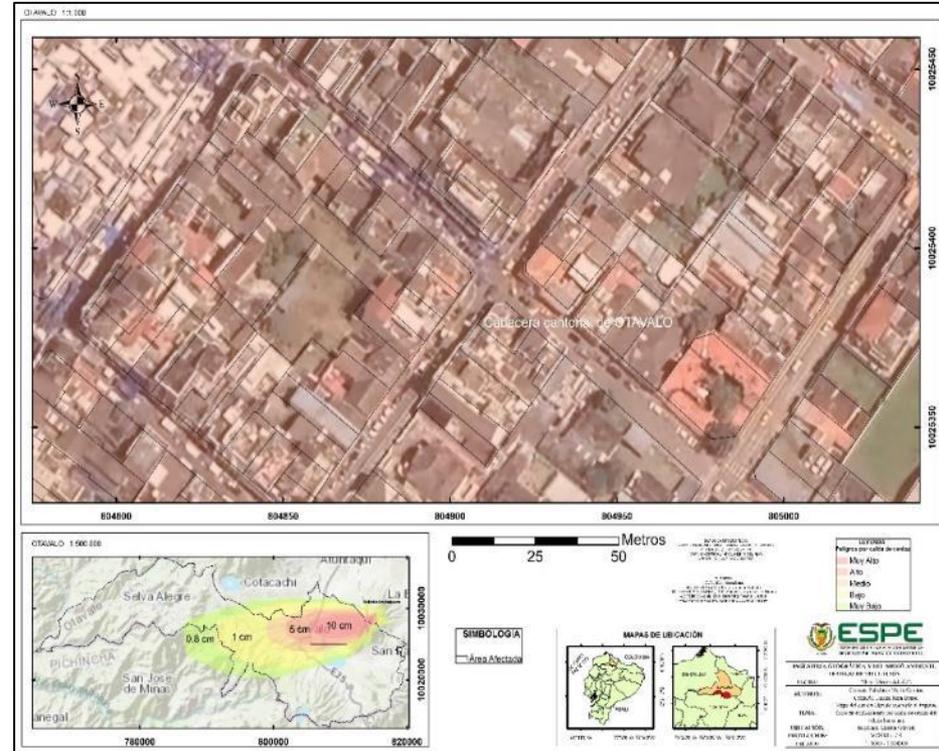


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura hidráulica, eléctrica y vial por caída de ceniza de 5 cm de espesor del volcán Imbabura a 1:1.000

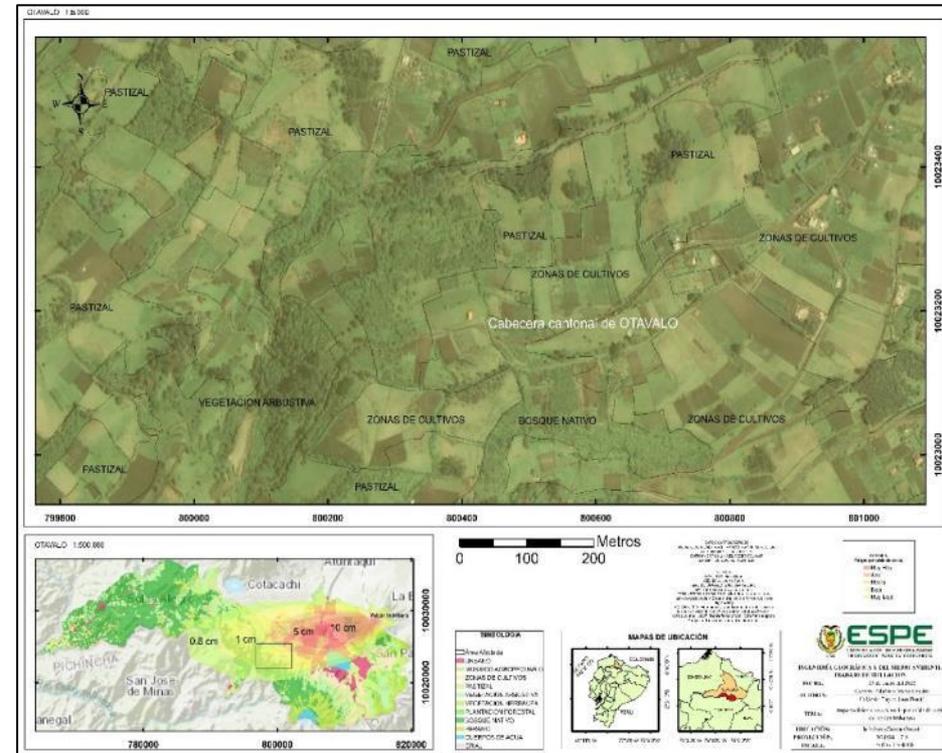
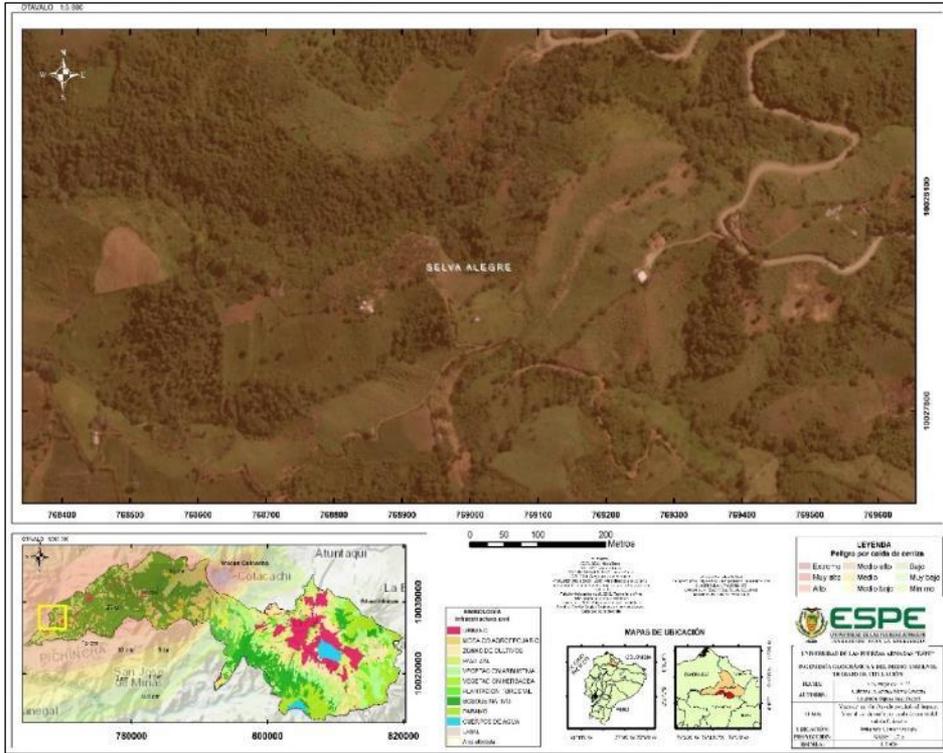




Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en edificaciones de la parroquia Selva Alegre por caída de ceniza de 30 cm de espesor del volcán Cuicocha a 1:1.000

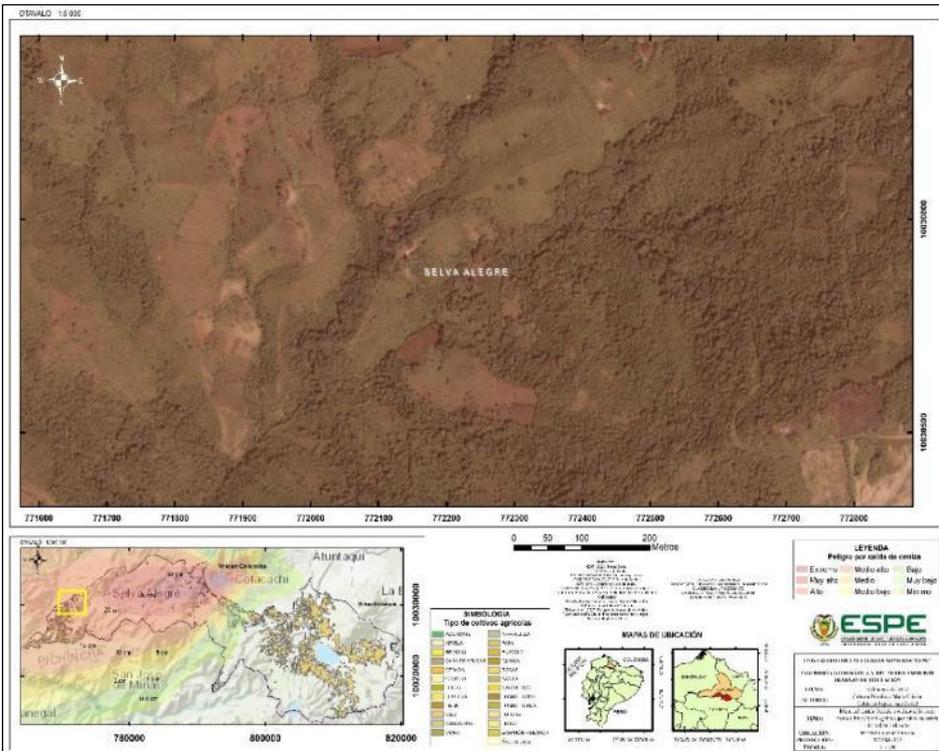


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en edificaciones por caída de ceniza de 5 cm de espesor del volcán Imbabura a 1:1.000

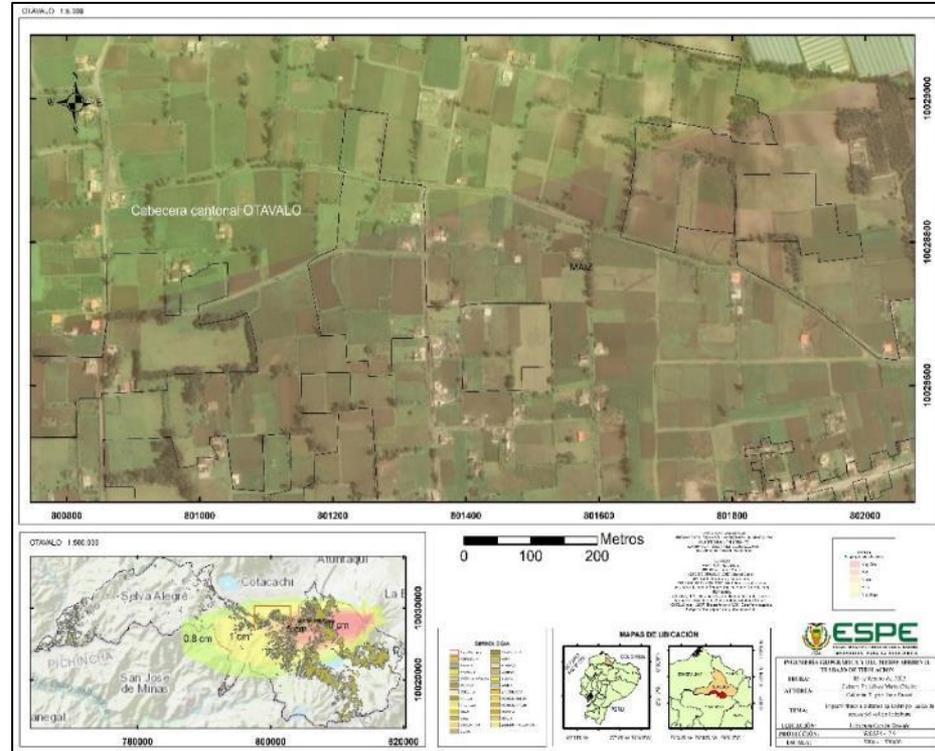


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en uso de suelo al suroeste de la parroquia Selva Alegre por caída de ceniza de 20 cm de espesor del volcán Cuicocha a 1:5.000

Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en uso de suelo en la zona rural de la cabecera cantonal por caída de ceniza de 1 cm de espesor del volcán Imbabura a 1:5.000



Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en cultivos agrícolas en la parroquia Selva Alegre por caída de ceniza de 20 cm de espesor del volcán Cuicocha a 1:5.000



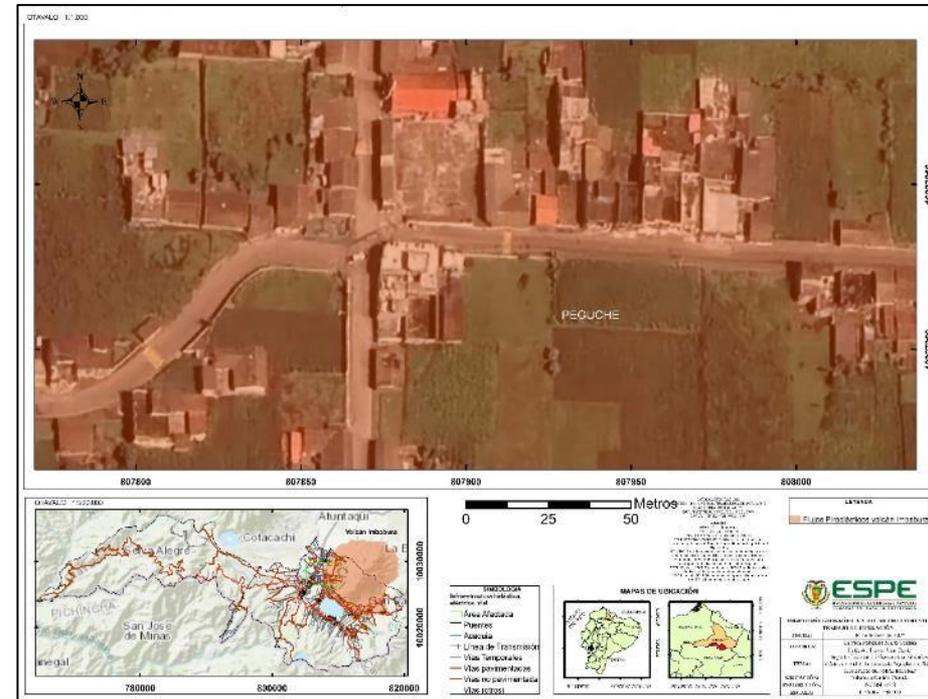
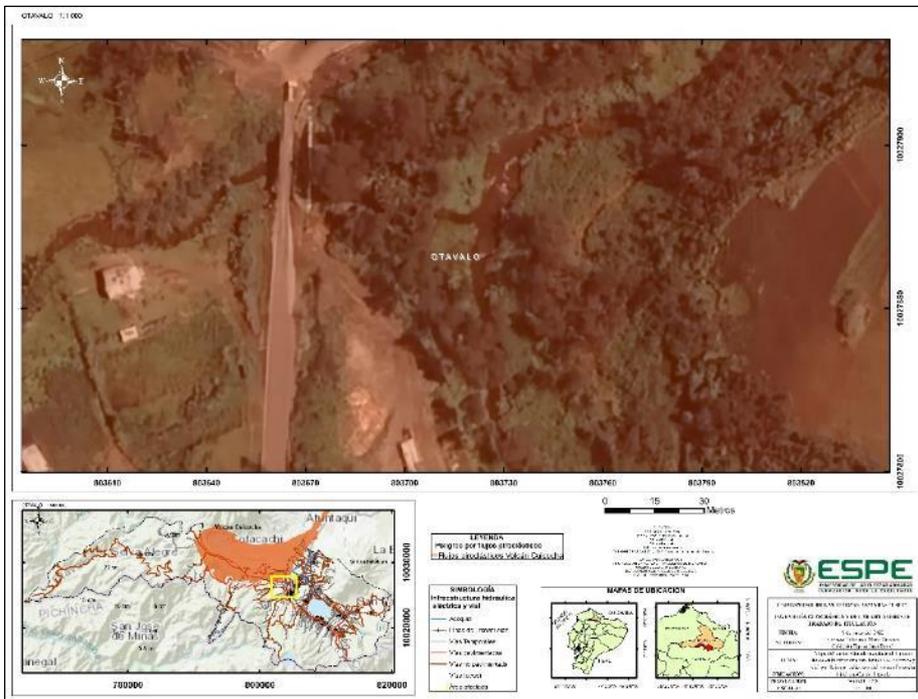
Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en cultivos agrícolas en la zona rural occidental de la cabecera cantonal por caída de ceniza de 1 cm y 3 cm de espesor del volcán Imbabura a 1:5.000

Resumen del impacto físico

Impacto por flujos piroclásticos

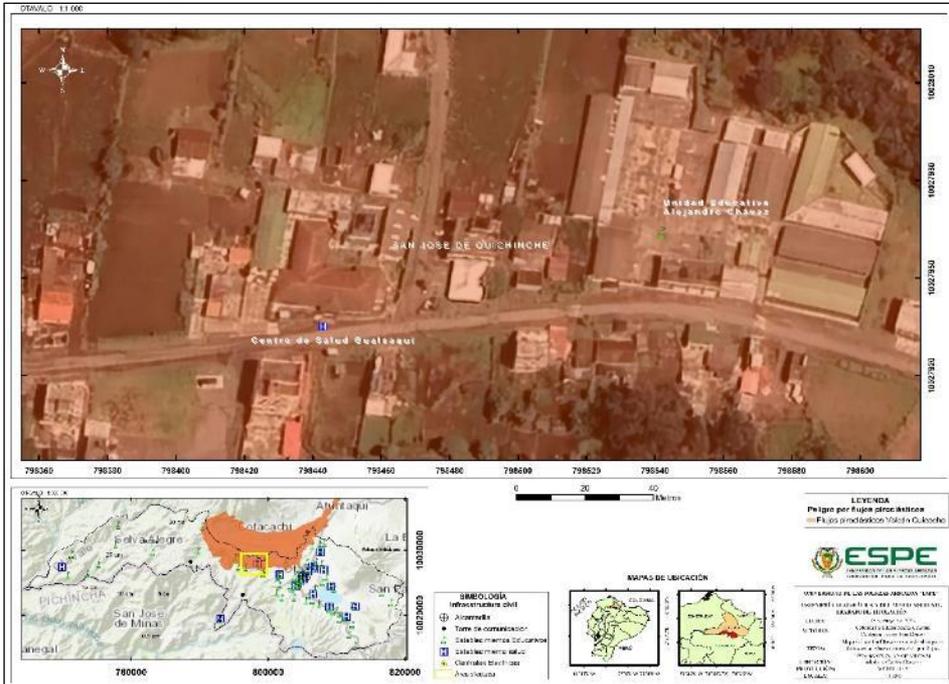
Elementos expuestos del cantón Otavalo	Volcán Cuicocha	Volcán Imbabura	Unidades
Infraestructura hidráulica, eléctrica y vial	51,22	172,46	km
Infraestructura civil	7	9	Predios
Edificaciones	3.799	3.891	Predios
Uso de suelo	9.636,33	6.200,30	ha
Zona de cultivos	1.308,04	1.483,33	ha



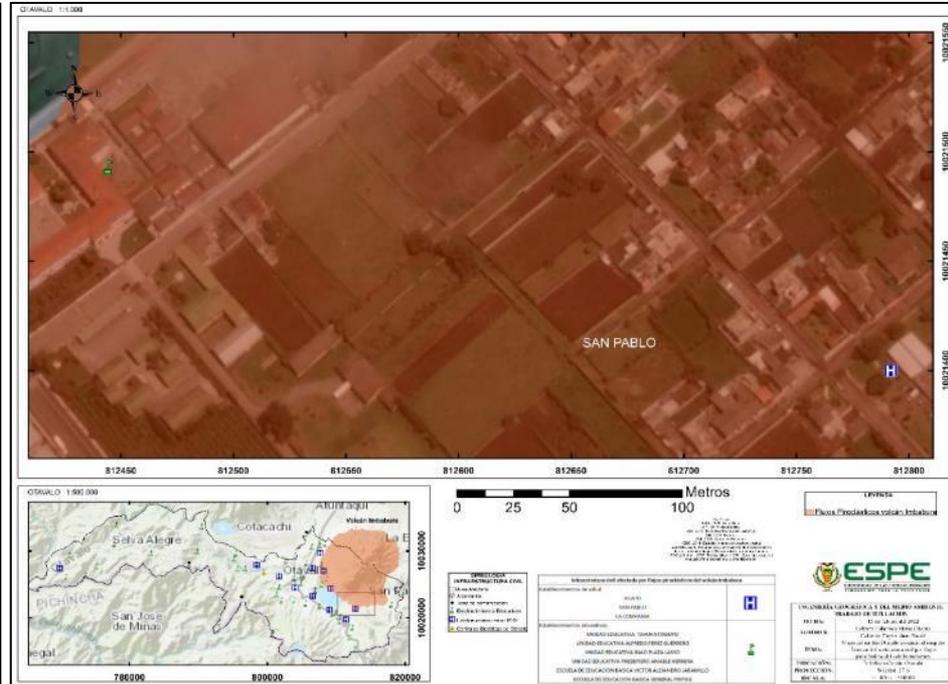


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura hidráulica y vial de la cabecera cantonal del cantón Otavalo por flujos piroclásticos del volcán Cuicocha a 1:1.000

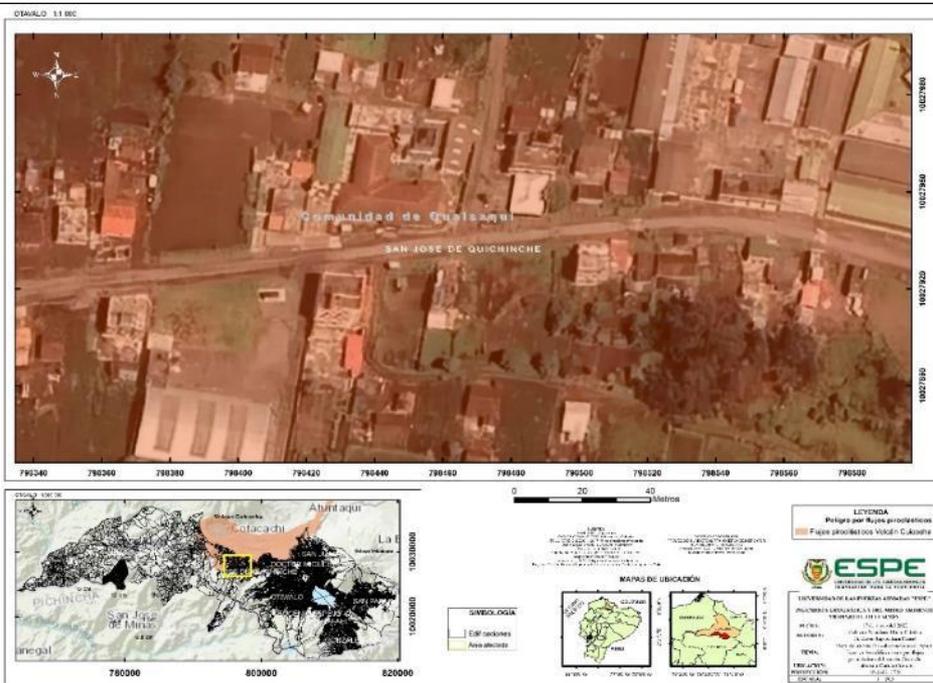
Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura hidráulica, eléctrica y vial de la parroquia Peguche por flujos piroclásticos del volcán Imbabura a 1:1.000



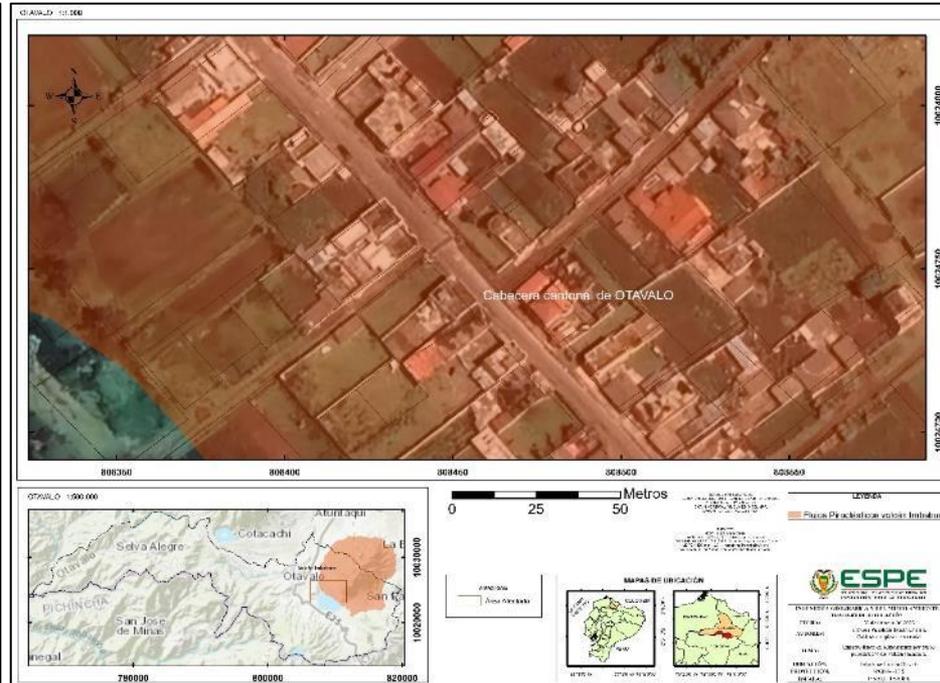
Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura civil (centro de salud y escuela) de la parroquia San José de Quichinche por flujos piroclásticos del volcán Cuicocha a 1:1.000



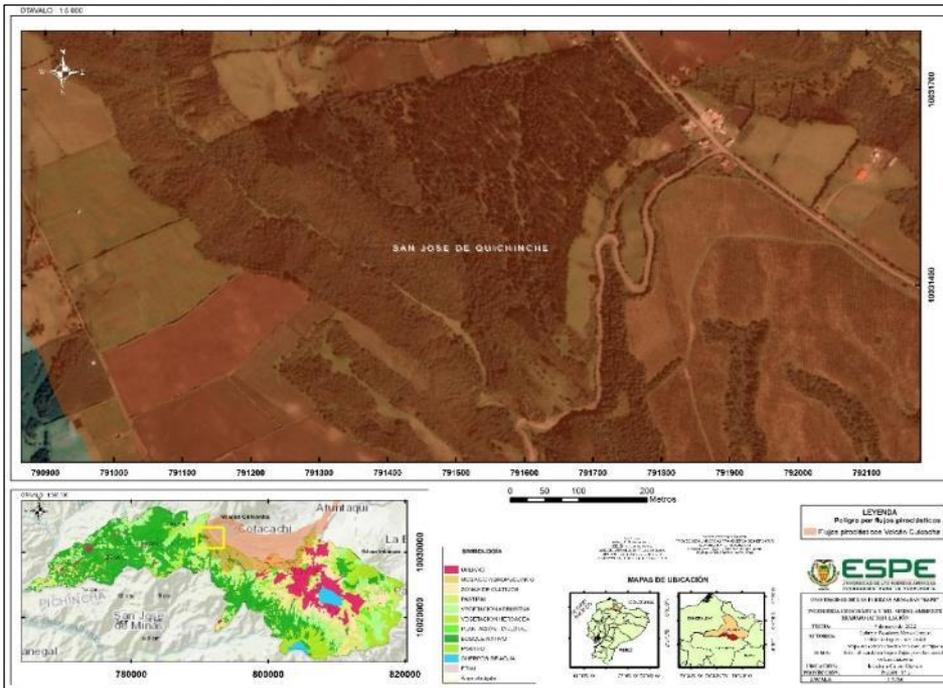
Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en infraestructura civil de la parroquia San Pablo por flujos piroclásticos del volcán Imbabura a 1:1.000



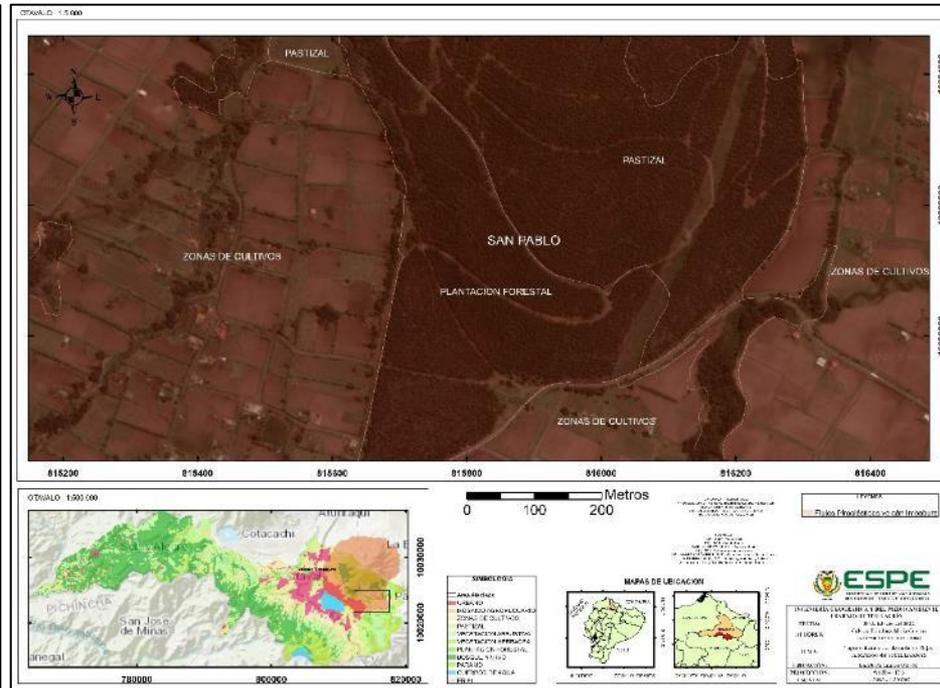
Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en edificaciones (comunidad Gualsaquí) en la parroquia San José de Quichinche por flujos piroclásticos del volcán Cuicocha a 1:1.000



Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en edificaciones de la cabecera cantonal de Otavalo por flujos piroclásticos del volcán Imbabura a 1:1.000

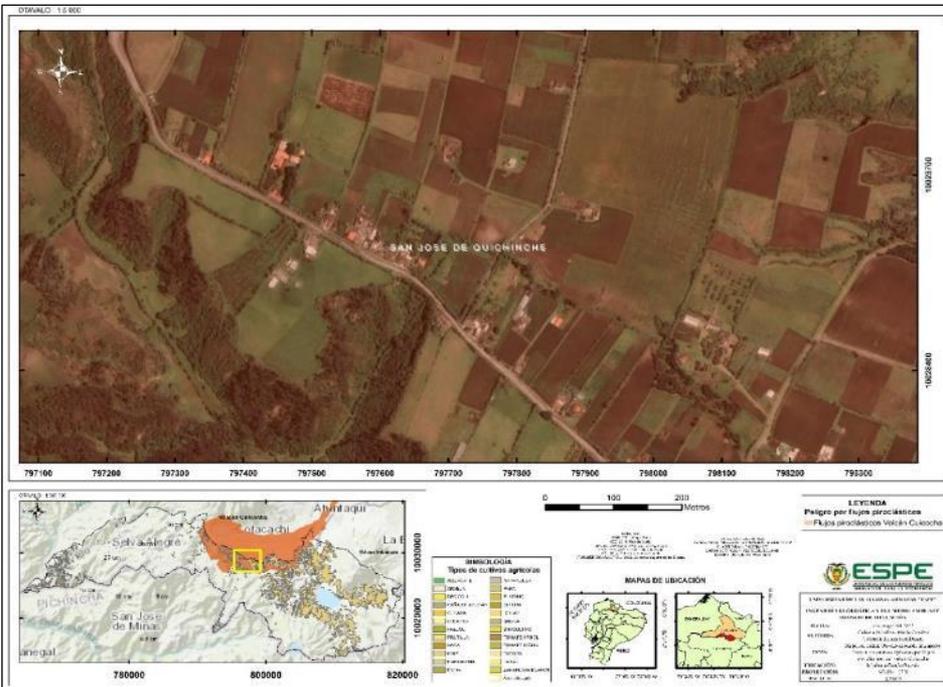


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en uso de suelo al noroeste de la parroquia San José de Quichinche por flujos piroclásticos del volcán Cuicocha a 1:5.000

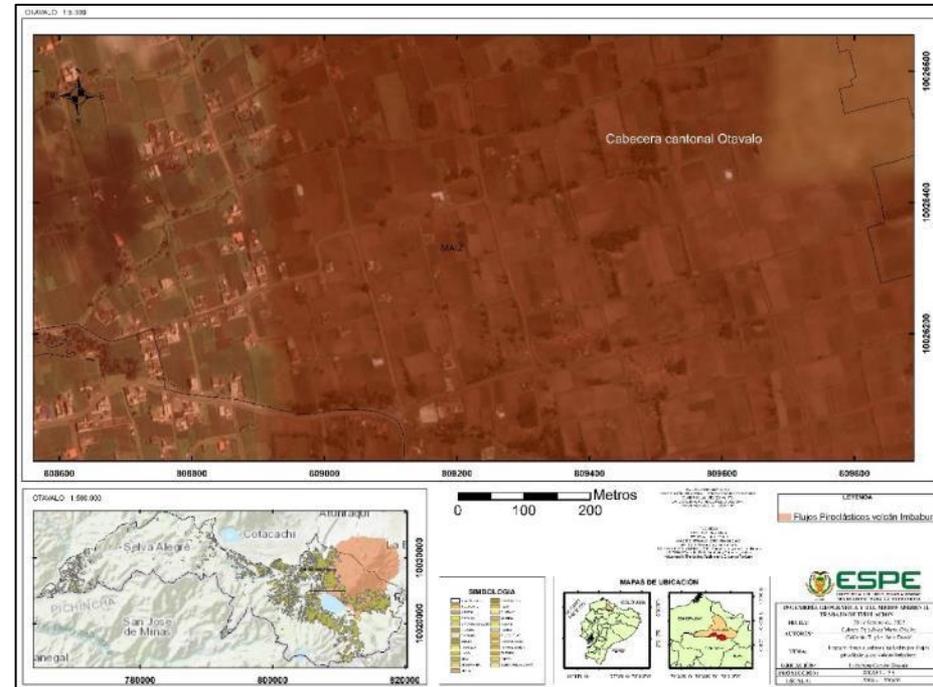


Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en uso de suelo en la parroquia San Pablo por flujos piroclásticos del volcán Imbabura a 1:5.000





Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en cultivos agrícolas al noreste de la parroquia San José de Quichinche por flujos piroclásticos del volcán Cuicocha a 1:5.000



Mapa del cantón Otavalo asociado al impacto físico en cultivos agrícolas en la zona rural nororiental de la cabecera cantonal por flujos piroclásticos del volcán Imbabura a 1:5.000

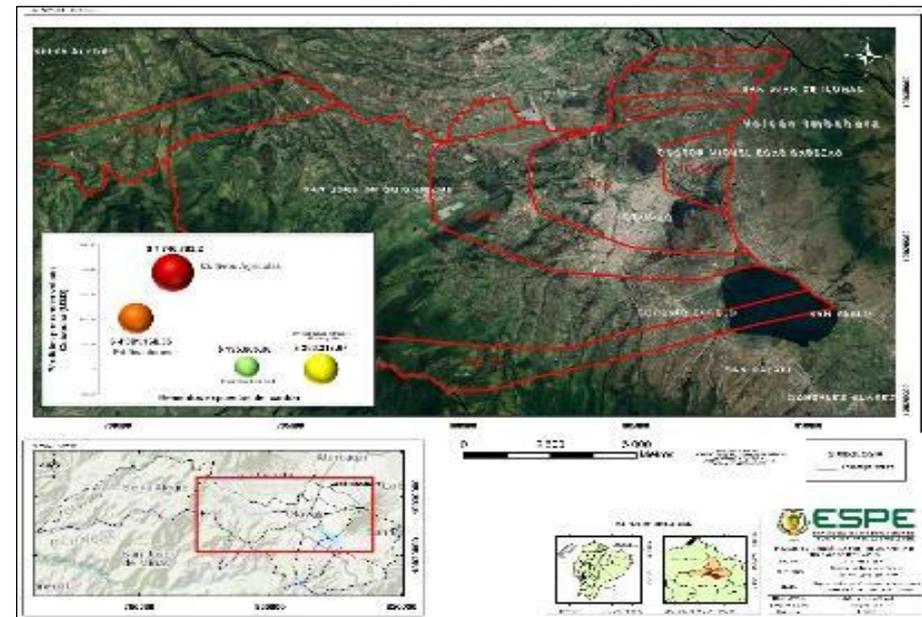
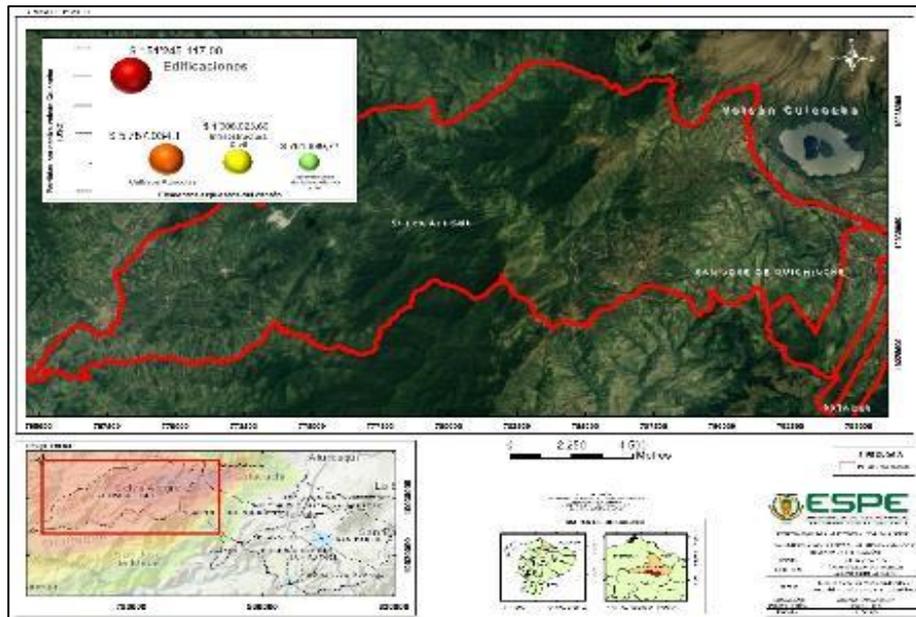


Resumen del impacto económico por
caída de ceniza

Elementos expuestos cantón Otavalo	Pérdidas por ceniza volcán Cuicocha (USD)	Pérdidas por ceniza volcán Imbabura (USD)
Cultivos Agrícolas	5'787.034,10	7'740.793,20
Infraestructura hidráulica, eléctrica y vial	761.689,77	360.217,67
Infraestructura Civil	1'006.023,60	195.805,36
Edificaciones	151'245.117,00	4'081.168,35
Total	158'799.864,47	12'377.984,58



Mapa temático del cantón Otavalo asociado al impacto económico (costos) en cultivos agrícolas, infraestructura hidráulica, eléctrica, vial, civil y edificaciones

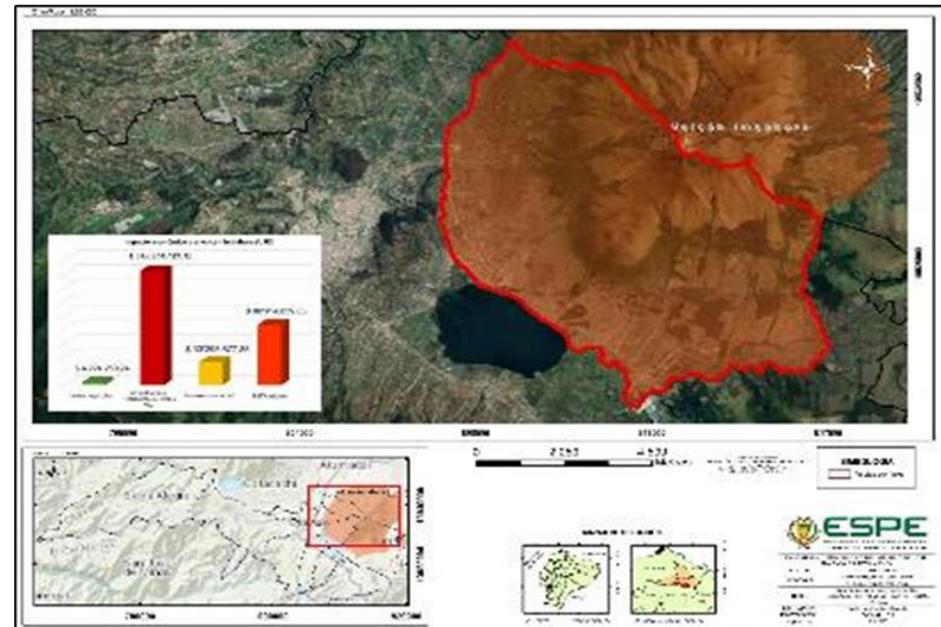
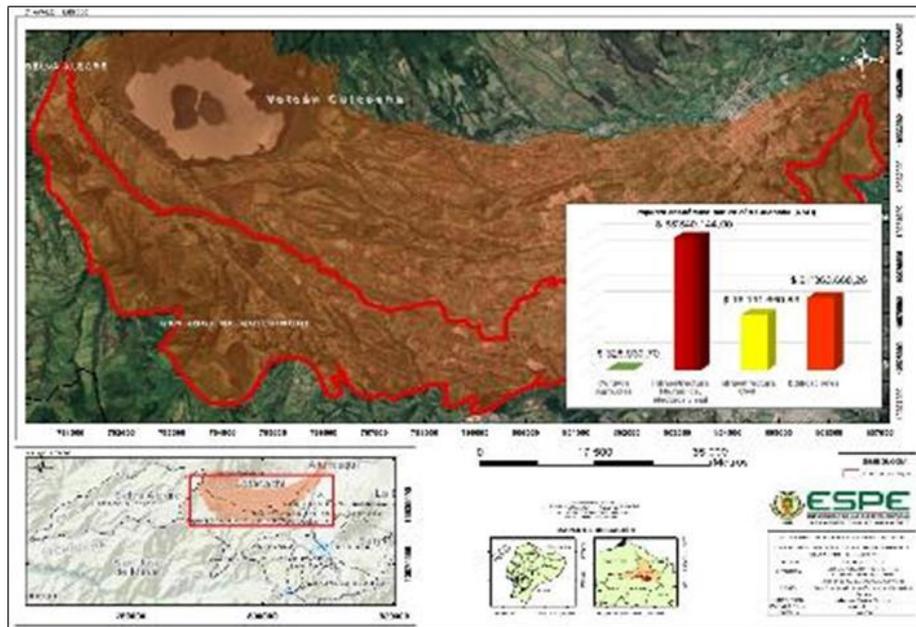


Resumen del impacto económico por flujos piroclásticos

Elementos expuestos cantón Otavalo	Pérdidas por flujos piroclásticos volcán Cuicocha (USD)	Pérdidas por flujos piroclásticos volcán Imbabura (USD)
Cultivos Agrícolas	328.939,70	4'224.250,24
Infraestructura hidráulica, eléctrica y vial	38'840.144,00	164'405.073,51
Infraestructura Civil	16'191.660,83	33'295.677,35
Edificaciones	21'363.688,28	86'614.639,83
Total	76'724.432,81	288'539.640,93



Mapa temático del cantón Otavalo asociado al impacto económico (costos) en cultivos agrícolas, infraestructura hidráulica, eléctrica, vial, civil y edificaciones



Resultados

Bases de una propuesta de medidas de prevención que permitan disminuir el impacto físico y económico

- Elaborar el plan de riesgo en caso de erupción del volcán Cuicocha e Imbabura y difundir dichos planes a la población.
- Programas de capacitación a la ciudadanía del Cantón Otavalo frente a estos desastres naturales.
- Actualizar los mapas de riesgos y recursos.
- Ejecutar prácticas de aislamiento y evacuación.
- Determinar zonas de seguridad.
- Señalar puntos de abastecimiento de agua.
- Establecer el plan vial alternativo para abastecimiento logístico.
- Establecer puntos de asistencia médica.
- Mantenimiento de los sistemas de alerta temprana.
- Programas de reubicación de infraestructura como escuelas, hospitales, población que se encuentran en las zonas de afectación.
- Adquisición de equipos y maquinaria pesada para el empleo en los diferentes trabajos de movimientos de tierra, excavaciones, desalojos.



Conclusiones

Gran parte del material volcánico como la caída de ceniza por las erupciones de los volcanes Cuicocha e Imbabura se dirigieron hacia el occidente, esto debido a la dirección de los vientos en el Ecuador.

Los flujos piroclásticos del volcán Cuicocha llegaron hasta las poblaciones de Quiroga, Cotacachi y una parte de Otavalo, mientras que los flujos piroclásticos del volcán Imbabura llegaron hasta las poblaciones de San Pablo, Peguche, Ilumán y la zona norte de la parroquia de Otavalo.

El impacto físico por caída de ceniza de los volcanes Cuicocha e Imbabura serían mayormente perjudiciales en el uso de suelo y zonas de cultivos que en infraestructura, mientras que el impacto físico por flujos piroclásticos de estos volcanes representarían pérdida y devastación total.



Conclusiones

La pérdida económica total por el volcán Imbabura es de 300'917.625,51 USD, mientras que la pérdida económica total por el volcán Cuicocha es de 235'501.045,81 USD, por lo que se concluye que a pesar de que el volcán Imbabura tiene un índice de explosividad volcánica (VEI) menor que el volcán Cuicocha, las pérdidas económicas son mayores a causa de una potencial erupción del volcán Imbabura, debido a que la mayor parte de la infraestructura urbana del cantón Otavalo se encuentra muy cercana a este volcán y presenta una mayor vulnerabilidad.

La propuesta de medidas de prevención para el impacto físico y económico en el cantón Otavalo, es indispensables y minimizaría las consecuencias de estos impactos.



Recomendaciones

Se recomienda un análisis exhaustivo de este estudio por parte de las autoridades de turno del GAD Municipal de Otavalo, con la finalidad de que tengan información base de los acontecimientos que podrían enfrentar ante tales eventos catastróficos.

Se recomienda un trabajo de campo más integro, con mayor tiempo de observación y muestreo de material volcánico del Cuicocha e Imbabura en el cantón Otavalo, que compile información pormenorizada de las características de tales evidencias de erupciones pasadas.

Existen diferentes técnicas y sistemas de información geográfica que permiten la elaboración de mapas de peligros volcánicos de caída de ceniza y flujos piroclásticos, porque lo que se sugiere emplear otros métodos para que se compruebe los resultados obtenidos.



Recomendaciones

De acuerdo al impacto económico, se sugiere que las autoridades de turno en colaboración con la ciudadanía tengan información adecuada de medidas de prevención económicas que ayuden a la minimización de las pérdidas económicas totales.

De acuerdo a las medidas de prevención, se sugiere la realización de programas de reubicación de centros de salud, centros educativos y las poblaciones ubicadas en las zonas de peligro, por parte de las autoridades a nivel cantonal y nacional.



**Gracias
por su atención**



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y DE LA CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y DEL MEDIO AMBIENTE

“Determinación del Impacto Físico y Económico en el cantón Otavalo de la potencial erupción de los volcanes Cuicocha e Imbabura”

Autores: Cabrera Paladines, María Cristina
Calderón Tupiza, Juan Daniel

Director del proyecto
Lcdo. Rodríguez Espinoza Fabián, PhD.

Docente evaluador
Theofilos Toulkeridis, PhD.

Director de carrera
Ing. Robayo Nieto, Alexander MSc

Secretaria Académica
Ab. Benavides Guzmán, Michelle

